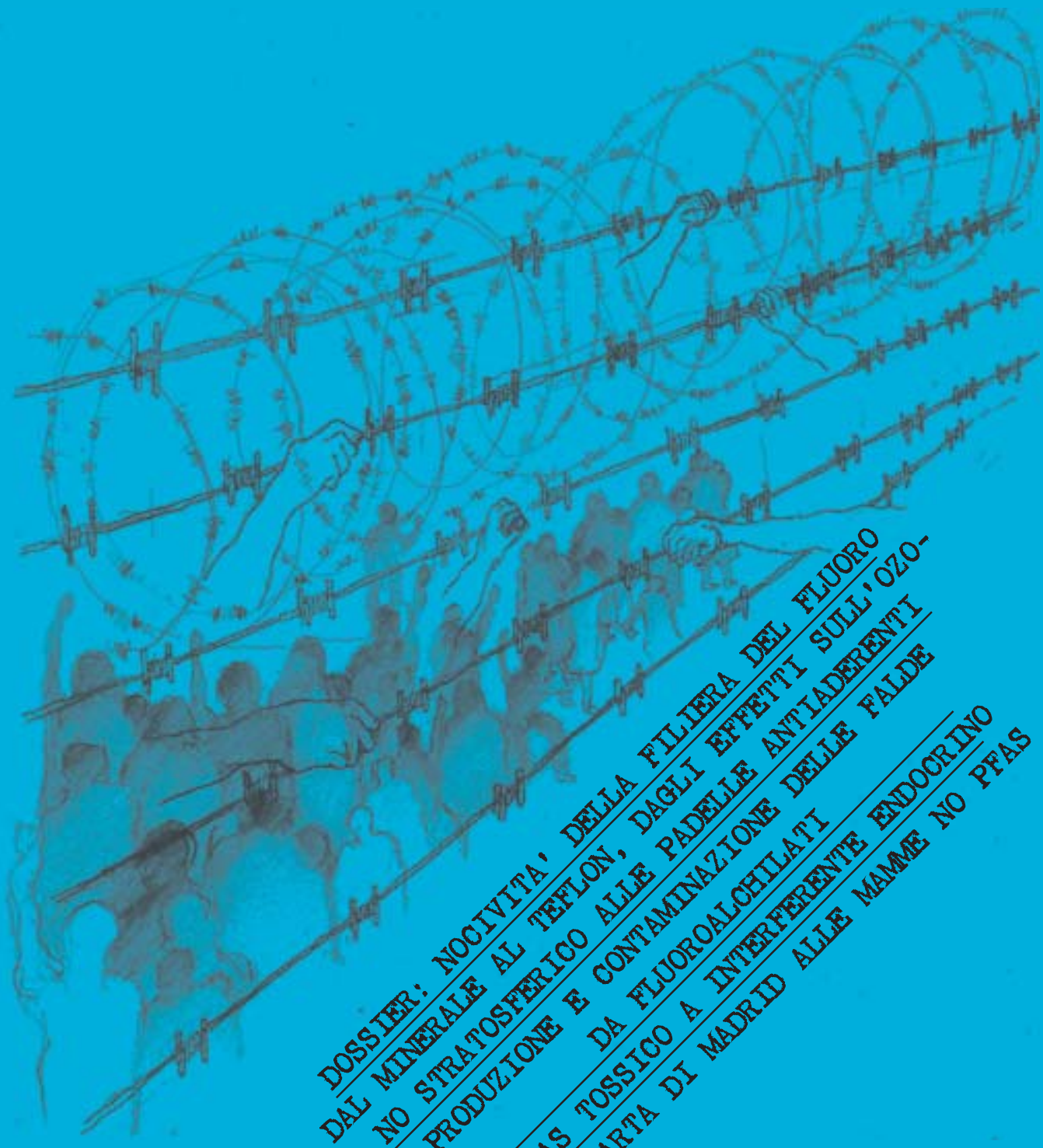


# Medicina 240-241

# Democratica

MOVIMENTO DI LOTTA PER LA SALUTE



DOSSIER: NOCIVITA' DELLA FILIERA DEL FLUORO  
DAL MINERALE AL TEFLON, DAGLI EFFETTI SULL'OZONO  
PRODUZIONE E CONTAMINAZIONE DELLE PADERE ANTIADERENTI  
DA GAS TOSSICO A INTERFERENTE ENDOCRINO  
DALLA CARTA DI MADRID ALLE MAMME NO PFAS

BIMESTRALE  
N° 240-241 luglio-ottobre 2018  
Autorizzazione del Tribunale  
di Milano n° 23  
del 19 gennaio 1977

Iscritta al Registro  
Nazionale della Stampa  
(Legge 58/81 n. 416, art. 11) il  
30 ottobre 1985  
al n° 8368317, foglio 657  
ISSN 0391-3600

EDIZIONE:  
Medicina Democratica  
Movimento di Lotta  
per la Salute - O.n.l.u.s.  
Tel. 02-4984678  
Fax 02-48014680  
20100 Milano

REDAZIONE:  
e-mail:  
medicinademocratica@alice.it  
Fax 0331-501792  
Via Roma, 2  
21053 - Castellanza (VA)

PER SOTTOSCRIZIONE  
della quota associativa annua:  
ordinaria € 35,00  
sostenitrice € 50,00  
e per le DONAZIONI  
**bonifico bancario**  
**IBAN:**  
**IT31D050340170800000018273**  
presso la Banca Popolare di  
Milano, oppure con **bollettino**  
**postale sul c/c 001016620211** inte-  
stato a "**Medicina Democratica -**  
**O.N.L.U.S.**", Milano, Via dei  
Carracci 2, 20149  
indicando la causale.

Spedizione postale

STAMPA:  
MODEL GRAFICA DUE S.n.c.  
Via De Gasperi, 27  
20094 Corsico (MI)

## MOVIMENTO DI LOTTA PER LA SALUTE



# Medicina Democratica

Sede Nazionale e Sede Amministrativa Via dei Carracci, 2 - 20149 Milano

La Rivista continua sul web:  
[www.medicinademocratica.org](http://www.medicinademocratica.org)



### 5 per 1000

E' possibile versare nella prossima dichiarazione dei redditi il 5 per mille dell'IRPEF all'Associazione "**Medicina Democratica - Movimento di Lotta per la Salute O.N.L.U.S.**", in breve "**Medicina Democratica - O.N.L.U.S.**". Come è noto, si tratta di un'associazione autogestita che opera senza fini di lucro attraverso il lavoro volontario e gratuito e le sottoscrizioni dei suoi associati e simpatizzanti, che non ha mai goduto e che non gode di finanziamenti né diretti né indiretti da parte di chicchessia. Pertanto, se ne condividete l'operato e intendete sostenere le sue iniziative per affermare la Salute, la Sicurezza e l'Ambiente salubre in fabbrica, così come in ogni dove della società, nel rigoroso rispetto dei Diritti Umani e contro ogni forma di esclusione, emarginazione, discriminazione e razzismo, Vi chiediamo di indicare il numero di **Codice Fiscale 97349700159** dell'Associazione "**Medicina Democratica - Movimento di Lotta per la Salute O.N.L.U.S.**".

N.B. Si ricorda che la scelta del 5 per mille non sostituisce quella dell'8 per mille (dedicata, per esempio, al culto): le opzioni 5 per mille e 8 per mille si possono esprimere entrambe.

Ci scusiamo con i lettori per il ritardo accumulato nella produzione della Rivista, da ultimo a causa della emergenza COVID-19

### COMITATO DI REDAZIONE:

Fulvio AURORA (*direttore responsabile*), Angelo BARACCA, Roberto BIANCHI, Sergio BOLOGNA, Marco CALDIROLI, Roberto CARRARA, Germano CASSINA, Carla CAVAGNA, Maria Luisa CLEMENTI, Elisabeth COSANDEY, Angelo COVA, Fernando D'ANGELO, Piergiorgio DUCA, Rino ERMINI, Enzo FERRARA (*direttore*), Giorgio FORTI, Pietro e Sara GALLI (*grafici*), Maurizio LOSCHI, Dario MIEDICO, Roberto MONFREDINI, Antonio MUSCOLINO, Marcello PALAGI, Barbara PERRONE, Maurizio PORTALURI, Vito TOTIRE, Laura VALSECCHI, Bruno VITALE. **INOLTRE COLLABORANO E HANNO COLLABORATO A QUESTA RIVISTA:** Vittorio AGNOLETTI, Carlo ALBERGANTI, Giorgio ALBERTINALE, Riccardo

ANTONINI, Beppe BANCHI, Maurizio BARDI, Mario BRAGA, Gino CARPENTIERO, Antonino CIMINO, Antonella DE PASQUALE, Paolo FIERRO, Walter FOSSATI, Gian Luca GARETTI, Valerio GENNARO, Patrizia GENTILINI, Claudio GIORNO, Giulia MALAVASI, Giuseppe MARAZZINI, Maurizio MARCHI, Gilberto MARI, Bruno MEDICI, Claudio MEZZANZANICA, Mario MURGIA, Celestino PANIZZA, Maurizio PORTALURI, Aris REBELLATO, Giuseppe REZZA, Franco RIGOSI, Alessandro ROMBOLA, Marino RUZZENENTI, Paola SABATINI, Aldo SACHERO, Marco SPEZIA, Gianni TAMINO, Bruno THIEME, Luca TRENTINI, IMPAGINAZIONE: Giulia e Stefano DEBBIA, Andrea PRAVETTONI.

# Lezioni tardive, segnali precoci

di Enzo FERRARA

Le *innovazioni* tecnologiche, i *nuovi* materiali, i *nuovi* metodi produttivi hanno frequentemente portato con sé anche *nuovi* pericoli per la salute di operai e cittadini (o effetti *collaterali* indesiderabili per le partorienti e i neonati causati da *nuovi* farmaci come il Talidomide e lo Stilbestrolo) che, direttamente, ne sperimentavano l'impatto – “*l'onere della prova*” di nocività – nei luoghi di vita e di lavoro. Non solo per l'amianto, l'industria del mercurio, la combustione di risorse fossili, anche per le radiazioni ionizzanti, gli alogenuri di carbonio depletori dell'ozono, i pesticidi e gli anti-detonanti delle benzine – per dirne alcuni – la rapidissima diffusione, la distribuzione e l'uso ubiquitario dei *nuovi* ritrovati hanno sistematicamente ostacolato le capacità collettive di comprendere, riconoscere e rispondere ai pericoli che questi rappresentavano, sovente in modo tutt'altro che inatteso, in tempi sufficientemente rapidi per evitare danni permanenti all'ambiente e alla salute.

Le agenzie di controllo europee e mondiali raccomandano l'applicazione del principio di precauzione per ridurre i pericoli nel caso di *nuove*, diffusissime ma largamente incontrollate tecnologie, agenti fisici o sostanze chimiche, come sono oggi gli organismi geneticamente modificati, le nano-particelle o le radiazioni elettromagnetiche a elevata frequenza delle telecomunicazioni. Gli studi sociologici a ritroso (p.es. i due rapporti *Late lessons from early warnings* dell'Agencia Europea per l'Ambiente – EEA, dedicati a *The precautionary principle 1896-2000* nel 2002, e a *Science, precaution, innovation* nel 2013, dimo-

strano che sistematicamente i segnali anche precoci di pericolo sono stati ignorati e sottostimati finché il danno per salute e ambiente è diventato innegabile e purtroppo anche irreversibile. In non pochi casi la grande industria, non solo multinazionale, ha volutamente messo il profitto davanti alla salute pubblica celando o intenzionalmente ignorando le evidenze di rischio, in sintonia con le sottovalutazioni di pericolosità del mondo della scienza posto in crisi e sotto pressione assieme all'apparato di giustizia dai conflitti di interesse e dalla capacità di condizionamento del potere economico.

Una situazione preoccupante in questo inizio di anni venti, che vede in discussione il principio di precauzione non solo per le radiazioni elettromagnetiche a elevata frequenza della telefonia 5G, ma anche per il glifosato che è il pesticida più diffuso al mondo, addirittura per l'amianto che nel trattato di Rotterdam è ancora commercializzabile dai paesi europei ed è ammesso in edilizia negli USA, o per le emissioni di gas e fumi delle automobili in città che, come a Torino all'inizio del 2020, raggiungono livelli di inquinamento atmosferico definiti *viola*, dopo l'arancione e il rosso, praticamente fuori controllo.

Cercheremo di capire con attenzione cosa cambierà con la riforma dei termini di prescrizione dei reati in vigore dall'1 gennaio 2020 (legge 9 gennaio 2019), che blocca la decorrenza della prescrizione dopo il primo grado di giudizio. Siamo consapevoli delle contraddizioni di una tale scelta – su tutti, il rischio della *giustizia infinita* richiamata dagli avvocati

penalisti – ma anche fiduciosi che con le necessarie correzioni si possa evitare anche l'ingiustizia già infinita per troppi reati contro l'ambiente e la sicurezza sul lavoro, rimasti impuniti perché prescritti; primi fra tutti quelli per le migliaia di vittime dell'amianto, che ancora si ammala-no gravemente ogni anno per misfatti compiuti e mai sanati da ir-responsabili ricchissimi, come lo svizzero Stephan Schmidheiny, il padrone dell'Eternit condannato nel giugno 2019 in primo grado a 4 anni di reclusione per omicidio colposo di due lavoratori dello stabilimento di Cavagnolo (Torino) e rinviato a giudizio a Novara per omicidio plurimo doloso di 392 lavoratori e cittadini, causato dal suo stabilimento di Casale Monferrato.

Il rischio della prescrizione è concreto anche per le vertenze che si moltiplicano in Italia per l'emergenza PFAS: le sostanze per-fluoro-alchiliche sospettate di provocare i) cancerogenicità; ii) soppressione delle funzioni immunitarie (immuno-deficienza); iii) effetti come disruttori endocrini e del sistema nervoso. A questa nuova preoccupante disfatta ambientale, dovuta a sostanze come il *teflon* e alle pellicole impermeabilizzanti e ignifughe usate dall'industria, è dedicato questo fascicolo di Medicina Democratica.

Mentre si chiariscono correlazioni allarmanti fra esposizione a PFAS e immunodeficienze nei bambini – la dislipidemia come principale sospettata – le evidenze di cancerogenicità si limitano a esposizioni lavorative a dosi estremamente alte. Non ci sono dati utili per valutare i potenziali danni neurologici, le evidenze raccolte sono comunque sufficienti per non sottovalutare il pericolo e non rimandare azioni di mitigazione, protezione e sostituzione di tutti gli PFAS. Intanto in numerose regioni del mondo si continuano a scoprire nuove aree e territori contaminati da queste sostanze, soprattutto vicino ad aeroporti e basi militari dove sono abbondantemente usati per le proprietà ignifughe.

Aprono il numero Marco Caldiroli e Domenico Scanu con *Il fluoro inorganico e i fenicotteri rosa di Santa Gilla, il caso*

*Fluorsid di Assemini (CA) e i siti (inquinanti) di interesse nazionale in Sardegna*, un testo che fa anche il punto sui siti di interesse nazionale per la bonifica (SIN) del territorio sardo martoriato da 18 aree a forte impatto ambientale. Caldiroli offre poi preziose informazioni ripercorrendo i cicli di trasformazione e lavorazione delle sostanze fluorurate in *Dal fluoro inorganico al fluoro organico: i "freon" e l'ozono troposferico*, la storia industriale e i problemi di inquinamento dei cicli produttivi assieme ai procedimenti giudiziari in *Dalla Fluorsid di Porto Marghera alla Solvay di Spinetta Marengo* e in *Fluoropolimeri, PFAS e contaminazione nella regione Veneto (e non solo)*. *Il ruolo dei processi di sintesi e produttivi*. A queste informazioni sull'uso delle sostanze fluorurati, Angelo Baracca aggiunge una nota sul ruolo cruciale dell'esafluoruro di Uranio nello sviluppo delle armi nucleari: *Un impiego "particolare" del fluoro: l'esafluoruro di Uranio*.

È passato più di un decennio da quando negli Stati Uniti le sostanze poli- e per-fluoro-alchiliche a lunga catena sono state messe al bando, portando nondimeno all'uso di sostanze alternative sempre della famiglia dei perfluorati ma a catena meno lunga. L'esposizione alle sostanze PFAS disperse nell'ambiente colpisce le popolazioni principalmente attraverso la catena alimentare, con la fauna ittica e l'uso di acque *ex potabili* contaminate come maggiori agenti di accumulo nella dieta umana, ed è in crescita. Lo spiegano Vincenzo Cordiano e Francesco Bertola in una rassegna di caratteristiche chimiche, effetti tossici e studi epidemiologici sugli PFAS ricordando che, "(...) sono state identificate oltre 4.730 [sostanze] PFAS, 3.000 delle quali sintetizzate ad hoc dall'uomo, il resto si può formare per degradazione, trasformazione ambientale o come sottoprodotti dei processi produttivi e di utilizzo di queste molecole". Nonostante le scelte restrittive per l'uso di PFAS, le preoccupazioni non sono diminuite per la persistenza dell'inquinamento loro associato, per l'estensione dell'impatto di questo sulla

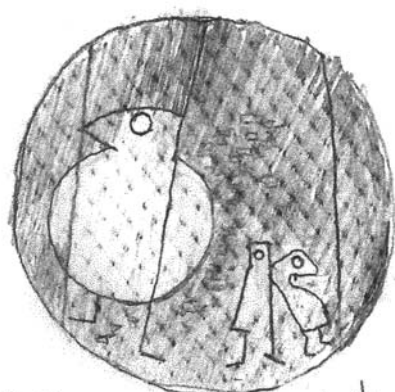
salute di popolazioni e territori e per i dubbi sollevati anche sull'innocuità delle sostanze alternative, che crescono di numero e complessità. Integra queste informazioni Edoardo Bai in *Una nuova minaccia per l'uomo e per l'ambiente, più pericolosa della stessa diossina: gli endocrini*, offrendo una panoramica sulla presenza e gli effetti sull'uomo e sugli animali dei disruptori ormonali.

Riassumono la situazione in Italia ripercorrendo le produzioni della società River Spa di Podenzano, Marco Caldiroli, con la collaborazione di Angela Bonanno, Lauretta Alberti e Rosarita Mannina, rappresentante e legali del Comitato abitanti località Colombaia – Podenzano (PC) in *Dalla "brace" della produzione di composti fluorurati organici alle padelle in teflon*, un saggio che discute le produzioni destinate a venire a contatto con gli alimenti con il rischio di rilascio di composti chimici usati nei processi di polimerizzazione, fissaggio e stampa con solventi organici, oltre alle lacune degli iter procedurali di autorizzazione alla produzione e all'atteggiamento ambiguo degli enti pubblici davanti agli impatti industriali e alle emissioni inquinanti.

Mentre si osserva che il declino dei livelli di PFAS ritrovati nei tessuti umani è lega-

to non a una loro minore concentrazione nell'ambiente ma soprattutto al loro abbandono per i contenitori di alimenti, il lavoro da fare ora è determinare le conseguenze della loro presenza in una lunga lista di organi umani, compresi la tiroide, i reni e il fegato come potenziali causa di patologie cardiovascolari e autoimmuni, fra i tanti malanni loro attribuiti. Come sempre, tocca alle comunità colpite e alle associazioni di cittadini il carico di azioni per valutare la reale estensione del problema e di rivendicazioni per la sorveglianza sanitaria e la bonifica dei territori.

Lo raccontano Mariangela Pachin delle Mamme No PFAS in *La lotta contro la contaminazione da Perfluoroalchili in Veneto*, e Maria Grazia Rodeghiero in *Disastro ambientale per contaminazione da PFAS e PFOA, il ruolo e le proposte di Medicina Democratica*. Lo hanno ribadito i firmatari dell'*Appello di Madrid sui poli-e per-fluorurati alchilici (PFAS)* del 1 maggio 2015, in cerca di risposte da produttori, amministratori e scienziati per stimarne gli effetti nocivi, definire percorsi di smaltimento fisiologico dagli organismi viventi e recuperare le aree inquinate, assieme ad azioni di prevenzione e protezione per evitare il reiterarsi di situazioni come quelle descritte in queste pagine.



da Max Ernst - Qualche animale  
tra i quali un analfabeta  
1973

# Sommario

# Sommario

# Sommario

# Sommario

## EDITORIALE

di Enzo FERRARA

1 La lotta contro la contaminazione da Perfluoroalchili in Veneto delle Mamme No PFAS di Mariangela PACHIN 89

## DOSSIER

Il fluoro inorganico e i fenicotteri rosa di Santa Gilla, il caso Fluorsid di Assemmini (CA) e i siti (inquinati) di interesse nazionale in Sardegna di Marco CALDIROLI e Domenico SCANU

5 Disastro ambientale per contaminazione da PFAS e PFOA, il ruolo e le proposte di Medicina Democratica di Maria Chiara RODEGHIERO 93

Dal fluoro inorganico al fluoro organico: i “freon” e l’ozono stratosferico di Marco CALDIROLI

25 Fluoropolimeri, PFAS e contaminazione nella Regione Veneto (e non solo). Il ruolo dei processi di sintesi e produttivi di Marco CALDIROLI 100

Dalla Fluorsid di Porto Marghera alla Solvay di Spinetta Marengo di Marco CALDIROLI

37 Dalla “brace” della produzione di composti fluorurati organici alle padelle in teflon di Marco CALDIROLI 117

Una nuova minaccia per l’uomo e per l’ambiente, più pericolosa della stessa diossina: gli interferenti endocrini di Edoardo BAI

57 Un impiego particolare del Fluoro: l’Esafluoruro di Uranio di Angelo BARACCA 130

I PFAS, le sostanze perfluoro alchiliche, una contaminazione globale di Edoardo BAI

66 Produzione dei fluoropolimeri: ruolo dei PFAS, alternative di Marco CALDIROLI 132

Sostanze perfluoroalchilate (PFAS): cenni (generalità, breve rassegna) sulle caratteristiche chimiche, sui principali effetti tossici e sugli studi epidemiologici di Vincenzo CORDIANO e Francesco BERTOLA

78

# Il fluoro inorganico e i fenicotteri rosa di Santa Gilla, il caso Fluorsid di Assemini (CA) e i siti (inquinati) di interesse nazionale in Sardegna

di Marco CALDIROLI\* e Domenico SCANU\*\*

I fenicotteri rosa dello stagno di Santa Gilla (CA), “zona umida di importanza internazionale” tutelata da numerose normative ambientali, non avrebbero mai immaginato, dopo aver trovato per anni un habitat così adatto per la loro esistenza anche se vicino a zone urbanizzate, si nascondesse un pericolo invisibile ma significativo nell’acqua in cui trovano abbondante cibo filtrando il fondale con i loro becchi dotati di lamelle che la natura ha conformato per tale scopo.

Gli stagni, tra l’altro, recentemente sono stati proposti come possibile sito di allevamento di ostriche.

Ben peggio è capitato alle pecore del Sig. C. colpite da fluorosi, malattia che determina la crescita abnorme dei denti, delle ossa fino a determinare fratture spontanee.

Parliamo della contaminazione da fluoro e sostanze acide a base di zolfo dovuta a sversamenti di reflui non depurati e allo smaltimento scorretto di rifiuti speciali da parte della società Fluorsid di Assemini come emerso dalle indagini del (ex) Corpo Forestale su incarico della Procura presso il Tribunale di Cagliari, attivate da numerosi esposti di cittadini (inclusi i pastori interessati).

## CENNI SUL FLUORO INORGANICO E LA RELATIVA FILIERA INDUSTRIALE. IL CASO DELLA FLUORSID DI ASSEMINI (CA)

Il fluoro è presente in natura sotto forma di minerali, principalmente fluorite o fluoruri

( $\text{CaF}_2$ ) e criolite ( $\text{Na}_2\text{AlF}_6$ ), nella crosta terrestre è presente nella misura dello 0,066 %.

Una miniera di fluorite è rimasta tristemente nelle cronache italiane per il crimine ambientale della Val di Stava (TN): il 19.07.1985 il cedimento della diga di contenimento dei fanghi di risulta (180.000 mc) provocò una alluvione e la morte di 268 persone.

La miniera era in sfruttamento dal 1934 prima da parte di Montedison e poi di altre società che via via innalzarono il sistema di contenimento delle acque di risulta arrivando a realizzare una diga (suddivisa in due bacini) in terra battuta alta complessivamente ben 50 metri e con una pendenza troppo elevata posta a sua volta su un declivio con pendenza del 25%. Un insieme di fattori per responsabilità sia dei gestori della miniera che degli enti (distretto minerario della Provincia di Trento) che non svolsero i controlli stabiliti dalle norme.

Un’altra miniera tristemente famosa è quella di Biancavilla (CT), Sito di interesse nazionale (SIN), anche se in quel caso il minerale è diverso: la fluoro-edenite ( $\text{NaCa}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}\text{F}_2$ ).

Si tratta di un minerale che si presenta come fibra asbestiforme ma non riconosciuta, ai fini normativi, come “Amianto” anche se gli studi epidemiologici hanno evidenziato eccessi di mortalità sia per patologie croniche dell’apparato respiratorio come per mesotelioma pleurico e tumo-

\*Medicina  
Democratica  
Onlus, Sezione di  
Castellanza,  
Altomilanese,  
Varese  
\*\*ISDE  
(International  
Society of Doctors  
for Environment) -  
Sezione Sardegna.

re maligno della pleura “tipici” dell’esposizione (in questo caso ambientale e non professionale) all’amianto nelle sue diverse forme riconosciute (si veda da ultimo *Epidemiologia & Prevenzione*, supplemento 1 al n. 2, marzo-aprile 2014).

La fluorite è anche utilizzata come minerale in cristalloterapia, secondo i cultori di questa pratica curativa “*Promuove la libertà di pensiero di chi vuole vivere autonomamente la propria vita, rendendo consapevoli delle eventuali interferenze esterne che potrebbero impedire il raggiungimento di tale obiettivo ed aiutando a neutralizzarle*”.

Il minerale, ove sottoposto a trattamenti solo per aumentarne il titolo (concentrazione), possiede in sé degli utilizzi diretti in campo metallurgico (come fondente), in campo ceramico, della produzione del vetro e degli smalti.

Uno dei principali giacimenti italiani è in Sardegna ed è (era) costituito dalla miniera di Silius la cui storia è emblematica sia per gli aspetti ambientali legati al fluoro sia della colonizzazione economica della regione.

La miniera è a circa 50 km da Cagliari ed è stata sfruttata industrialmente dal 1954 (oltre alla fluorite la miniera produceva galena ovvero piombo nonché minerali di zinco, argento e rame). Il suo maggior sviluppo si pone tra gli anni '70 e '80 (600 dipendenti, 450.000 tonnellate di minerale estratto). Il bando dei clorofluorocarburi (Accordo di Montreal – 1987) determinò una forte crisi dell’industria del fluoro “risolta” nel 1995, momento di ripresa della produzione: la fluorite divenne un minerale strategico per l’Europa (la fluorite è nell’elenco delle materie prime essenziali definito dalla Commissione della Unione Europea - comunicazione 13.09.2017 - in cui viene evidenziato che la provenienza di fluorite utilizzata in Europa è per il 70 % di importazione).

Le vicissitudini del mercato portarono prima ad una “nazionalizzazione” della miniera (nel 1992 l’80% della proprietà era della regione Sardegna) e ad una separazione della fase di estrazione da quella di

trasformazione del minerale, quest’ultima affidata alla Fluorsid con impianti ad Assemini (CA) (la proprietà – famiglia Giulini – era prima proprietaria anche della miniera).

Ciò determinò uno spostamento degli introiti sulla Fluorsid che acquistava il 70% della fluorite estratta a costi mediamente inferiori del 50 % di quelli di mercato; situazione che, alla fine, causò prima la riduzione del personale a 100 addetti poi la liquidazione della miniera (2006) anche a causa di mancati investimenti sulla meccanizzazione della estrazione, a loro volta oggetto di una procedura di infrazione UE per aiuti di stato considerati impropri.

La situazione della miniera sarda è ancora bloccata con 50 lavoratori attivi per mantenerla in sicurezza e su cui aleggia la denuncia di 25 milioni “buttati” dalla regione dal 2009 ad oggi (le quantità estraibili residue sono stimate in 660.000 tonnellate). Attualmente l’impianto sardo utilizza fluorite proveniente dalla Gran Bretagna.

In questo contesto piomba la notizia dell’intervento della Magistratura per i gravi inquinamenti del suolo, dell’aria e degli allevamenti (ma anche dello stagno di Santa Gilla) da parte della Fluorsid di Assemini (Macchiareddu) con ordinanza del Tribunale di Cagliari del 9 maggio 2017.

Ma andiamo con ordine.

L’impianto Fluorsid, esiste dal 1969 proprio per “sviluppare la produzione di derivati chimici del fluoro utilizzando le materie prime disponibili in Sardegna”, è stato autorizzato con Autorizzazione Integrata Ambientale dal Ministero dell’Ambiente nel 2011 cui sono seguiti procedimenti di modifica con l’aggiunta di nuove linee a quelle esistenti (l’ultima nel 2016). In precedenza, nel 2007, l’impianto era anche stato sottoposto a valutazione di impatto ambientale per il raddoppio della capacità produttiva di acido solforico.

Il processo di trattamento del minerale per la produzione di composti inorganici del fluoro (acido fluoridrico, fluoruro di allu-



minio e criolite, principalmente) si basa sull'attacco acido (con acido solforico) della fluorite. L'acido solforico viene, a sua volta, prodotto partendo dallo zolfo residuo delle produzioni petrolifere della Raffineria Saras di Sarroch.

Questo determina che, come prodotto "correlato" vi è anche il solfato di calcio (gesso) anch'esso al centro delle contestazioni del Tribunale.

I principali passaggi produttivi possono essere così schematizzati.

La fluorite viene essiccata e poi sottoposta a reazione con acido solforico (ottenuto dalla combustione di zolfo) questo produce **acido fluoridrico** (e un sottoprodotto, il gesso o solfato di calcio) che viene utilizzato, reagendo con l'idrato di alluminio, per la produzione di fluoruro di alluminio, le code di questa reazione sono fatte reagire con idrato di alluminio e cloruro di sodio e permettono la produzione di **criolite sintetica** (esafluoroalluminato di trisodio - sodio fluoalluminato). La produzione di questa sostanza è principalmente indirizzata alla ICIB di Treviglio (sempre

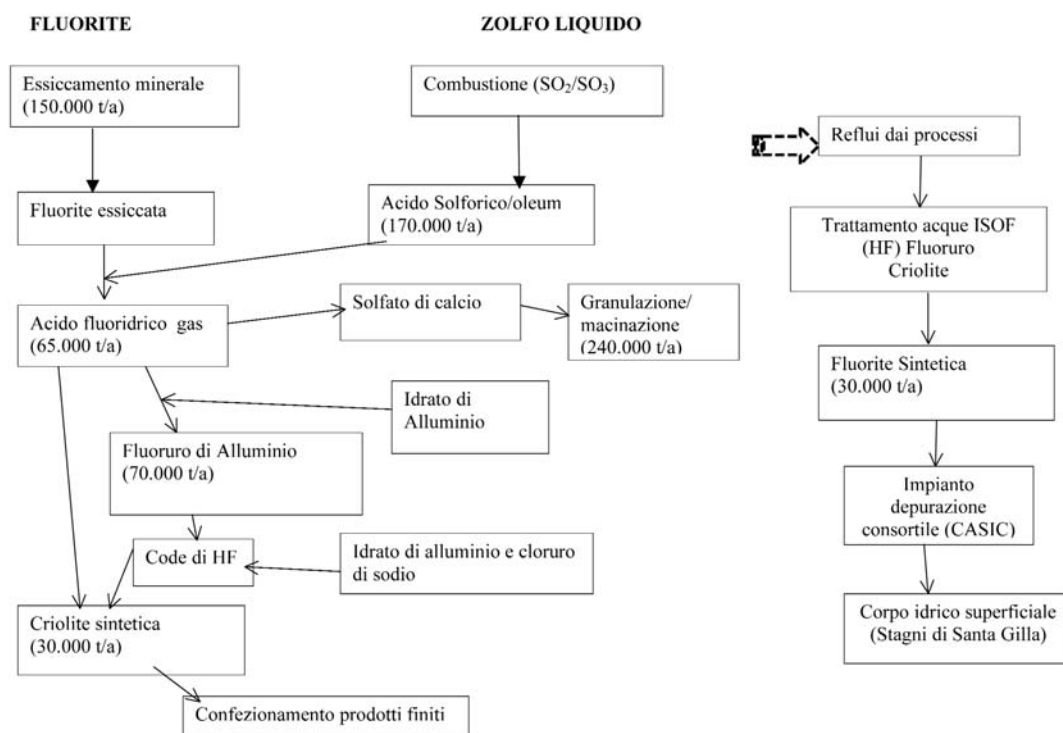
Gruppo Fluorsid) che, a sua volta, produce principalmente acido fluoridrico in soluzione (10.000 t/a, il 90 % del "fabbisogno nazionale") oltre a criolite, fluorite essiccata (giacimenti di fluorite erano presenti anche in Val Trompia (Brescia) utilizzate dalla Falck; nel Trentino: uno a Zaccon ancora in coltivazione, e nel Veneto, non attivi).

Il trattamento delle acque di reazione contenenti concentrazioni diverse di acido fluoridrico e altri derivati del fluoro permette il recupero di un ulteriore prodotto a base di fluoro inorganico: la **fluorite sintetica** (cosiddetti "biscotti fluoritici") (1).

Dopo quest'ultimo trattamento i reflui vengono avviati al depuratore consortile e, da qui, negli stagni di Santa Gilla. Le diverse fasi produttive generano numerose emissioni caratterizzate, a seconda della fase produttiva, dalla presenza di fluoro, ossidi di zolfo e polveri (in particolare di gesso).

L'impianto possiede una centrale di cogenerazione per produrre energia elettrica e vapore utilizzando quale combustibile olio BTZ.

Figura 1. - Schema di flusso semplificato dei processi produttivi della Fluorsid



Quindi i principali prodotti finiti ed intermedi sono:

- Prodotti finiti: **Criolite** ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) e **fluoruro di alluminio** ( $\text{AlF}_3$ ) che trovano impiego come componenti del bagno elettrolitico nella produzione di alluminio (ed utilizzati negli impianti ex Alcoa di Portovesme).

- Intermedi: **acido solforico** e **acido fluoridrico** con ampi impieghi nell'industria chimica e delle materie plastiche.

- Sottoprodotti: **solfo di calcio** (gesso) e **fluorite sintetica** venduti alle cementerie e nel settore edile.

La Fluorsid appare all'esterno come una azienda rispettosa delle norme, con le usuali certificazioni di qualità e ambientali a carattere volontario e attiva anche "socialmente" (squadra calcistica del Cagliari). Quello che non riuscì agli enti di controllo (Regione, Provincia, Ministero dell'Ambiente, Commissione Grandi Rischi) cioè far emergere il "dietro le quinte" è riuscito, con una indagine durata due anni, alla Guardia Forestale verificando gli esposti di titolari di aziende agricole vicine agli impianti per lo smaltimento (discariche in zona) e a partire anche da una notizia stampa nella quale si segnalava l'accertamento di pecore affette da fluorosi. Seguivano altri esposti di altri residenti per la ricaduta di polveri nelle proprie abitazioni e proprietà connesse ad attività di movimentazione anche notturne di materiali (gessi) scaricati in una area di proprietà della Fluorsid. Le polveri "bruciano" la vegetazione oltre alle prime vie respiratorie dei residenti.

La "ciligina" è un esposto più recente in cui un lavoratore "non riuscendo nell'intento di ottenere la riassunzione della figlia .... aveva messo a segno la sua minaccia presentando in data 22.03.2016 una denuncia querela nei confronti dei responsabili legali della Fluorsid e della Bollani (azienda incaricata dello smaltimento dei rifiuti, ndr) nella quale riferiva appunto dell'utilizzo del suo terreno per illeciti interrimenti di rifiuti". (2)

In sintesi le indagini rilevarono :

- Lo stoccaggio all'aperto e la movimentazione di materie prime, sottoprodotti e rifiuti, nello stabilimento e in un deposito di proprietà Fluorsid (a Terrasili) tale da determi-

nare emissioni diffuse dovute al trasporto del vento delle polveri.

- L'interramento nel tempo di rifiuti in terreni privati in diverse aree nella zona industriale di Cagliari (Macchiareddu).

- Sversamento di fanghi contaminati direttamente nella laguna di Santa Gilla per "mal funzionamento" del depuratore aziendale.

- La contaminazione delle acque di falda (piezometri aziendali) da fluoruri (fino a 200 mg/l a fronte del limite di 1,5 mg/l), solfati (1.500 mg/l contro un limite di 250 mg/l) alluminio (110 mg/l contro un limite di 0,2 mg/l).

La fluorosi riscontrata nelle pecore era altresì dovuta a smaltimenti illegali di fanghi acidi e altri rifiuti "interrandoli e tombandoli in buche, voragini e pozzi, nonché all'interno di sbancamenti anche appositamente creati, ovvero sversandoli sui terreni o nell'alveo di bacini naturali." (3) Si trattava di più aree sparse nella zona per oltre 15 ettari (probabilmente non tutte ancora individuate).

Quella principale è il sito di Terrasili, adibito a discarica dal 1973 in particolare per depositarvi il gesso granulare che, ai tempi, non aveva interesse commerciale, mischiato con altri rifiuti (amianto incluso).

L'attività, negli ultimi anni, di "scavo" della discarica era finalizzata a ricavare gesso da vendere ai cementifici e aveva determinato l'emissione di polveri composte principalmente da solfati, calcio e fluoruri, che avevano letteralmente invaso le abitazioni nell'arco di 500 metri dal sito, per non dire dell'esposizione massiccia dei lavoratori durante le operazioni.

La Fluorsid era infatti riuscita a farsi autorizzare (2004) l'attività virtuosa di recupero di solfato di calcio e fluoruro di calcio che la normativa sui rifiuti ha inserito tra le "materie prime seconde" (DM 5.02.1998 e seguenti) permettendone l'utilizzo presso cementerie in luogo di materie prime corrispondenti. Il sito era stato sottoposto a sequestro nei primi anni duemila e dissequestrato nel 2004 anche per quel motivo. In realtà il sito di Terrasini era stato utilizzato per smaltirvi di tutto e quindi i gessi a suo tempo depositati risultavano contaminati da altri rifiuti in una vera e propria attività di miscelazione

che non consentiva operazioni di recupero. Ma di questo gli enti che autorizzarono questa nuova attività di “recupero” non si erano resi conto. Non solo, l’azienda riusciva a vendere i rifiuti miscelati facendoli passare per gesso “puro” a “ignari acquirenti anche extraeuropei (del Niger, in particolare, ma anche per la Lafarge che gestiva cementifici anche in Italia, ndr) ai quali, all’atto dell’acquisto veniva mostrato del materiale – gesso – “buono” appena prodotto nel corso della normale produzione Fluorsid, ma poi in sede di caricamento del prodotto sulla nave, veniva in realtà consegnato materiale estratto da Terrasili, miscelato a materiale “buono”” (4).

Nelle intenzioni della Fluorsid, due piccioni con una fava : liberarsi dei cumuli di solfato accatastati, come da prescrizione autorizzativa, e ricavarne un profitto nonostante la qualità non idonea esportando rifiuti “anziani”. Numerose negli anni (2011-2014) le segnalazioni connesse alle polveri e il riscontro di livelli elevati, con superamento nella zona delle soglie annuali di PM10 dovute evidentemente al sollevamento di polveri dalla zona industriale ed in particolare, alla fine, dalla Fluorsid e dal sito di Terrasili.

Arpas, in una relazione sulla qualità dell’aria della zona, risalente al 2014, aveva sì rilevato la criticità per elevate concentrazioni di PM10 e ossidi di zolfo ma riconducendo “l’anomalia” “al contributo di fonti naturali dovute a trasporto di polveri Sahariane” omettendo qualunque possibile contributo locale. Anche il controllo ispettivo di ISPRA condotto nel 2015 non aveva evidenziato alcuna criticità .... ma si trattava, come di prassi, di un controllo ordinario, programmato e preventivamente comunicato al gestore.

La ricostruzione degli illeciti, aiutati dalle intercettazioni telefoniche in particolare dopo le prime ispezioni del Corpo Forestale che avevano gettato nel panico i dirigenti aziendali, confermarono i tentativi di occultare le evidenze e di mostrarsi ligi alle prescrizioni normative e autorizzative, ma ormai non era possibile nascondersi.

L’ordinanza del GIP, in conclusione, ha rinviato a giudizio undici amministratori (tra cui il presidente della Cagliari Calcio) e diri-

genti aziendali sia per disastro (innominato), che per inquinamento ambientale “con più azioni esecutive del medesimo disegno criminoso .... Così determinando il deterioramento, significativo e misurabile, dell’aria, del suolo e delle acque, integrante il disastro ambientale, con pericolo per l’incolumità pubblica”. Il procedimento si è concluso a fine luglio 2019 con un patteggiamento per complessivi 23 mesi di reclusione (pena sospesa) e 7.000 euro di sanzione ma anche con un piano di disinquinamento da 22 milioni di euro (5)

Da ultimi merita ricordare che il sito



Fluorsid ricade nell’area del sito di interesse nazionale (ai fini della bonifica di aree contaminate) del Sulcis Iglesiente Guspinese. Una recente relazione acquisita dal Tribunale “sembra mettere un punto fermo sulla situazione ambientale di Macchiareddu e sulle sue origini. Scrivono le consulenti a conclusione di uno studio illustrato in 78 pagine: «E’ dimostrata la contaminazione delle matrici ambientali indagate, il metodo deduttivo e l’analisi statistica chemiometrica riconducono tale contaminazione ai cicli produttivi della Fluorsid Spa». Nella relazione delle due consulenti risulta la conferma dello stato di inquinamento da metalli pesanti nella gran parte dell’area industriale e le perplessità per alcune presunte omissioni da parte dell’Arpas, l’agenzia regionale deputata a controllare l’ambiente.”(6)

## **TOSSICITA’ DEL FLUORO INORGANICO E DELLA SUA FILIERA DI PRODUZIONE**

Il Fluoro elementare e i suoi derivati inorganici hanno alcune proprietà peculiari che ne hanno definito le applicazioni unitamente a caratteristiche di pericolo che ne definiscono i rischi nelle fasi produttive e in quelle di consumo.

Il fluoro elementare (gas) reagisce violentemente all'acqua ed ha un carattere ossidante che lo rende generalmente molto reattivo.

Viene prodotto per elettrolisi e il gas di fluoro viene raccolto in bombole di acciaio, in questa forma è alla base dei prodotti organici fluorurati, in particolare per la produzione di polimeri di largo impiego su cui si tornerà in un altro articolo in questo numero.

Il principale derivato inorganico (l'acido fluoridrico – HF) è un gas tossico utilizzato sia per la produzione dei derivati (come nel caso della Fluorsid) sia come tale (in soluzione) per attività di trattamento delle superfici dei metalli (passivazione) e del vetro (è l'unico in grado di “*attaccare*” il vetro) ed è, ovviamente, estremamente corrosivo per i tessuti umani. Questo acido determina l'inclusione degli impianti che lo utilizzano tra quelli soggetti alla normativa sui rischi da incidenti rilevanti (direttiva Seveso).

Tende a polimerizzare cioè a formare delle molecole costituite da più atomi di idrogeno e di fluoro e questa proprietà rende più agevole il suo utilizzo nel campo della chimica organica (produzione di polimeri).

Il principale effetto sulla salute della ingestione cronica di fluoruri è l'osteosclerosi caratterizzata dall'incremento della densità dell'apparato osseo con elevata attività osteoblastica : “*Si determinano depositi abnormi di fluoruri nei tessuti, specie quello osseo, e variazione della concentrazione del calcio solubile con conseguente alterazione delle funzionalità nervosa e muscolare. L'ipocalcemia produce un'azione cardiossica che si manifesta con depressione miocardica e aritmia fino a giungere alla fibrillazione articolare*” (v. Hazardous Substances Data Bank, U.S. National Library of Medicine). Una dose cronica a oltre 5-6 mg di fluoruri per giorno determina fluorosi nell'uomo.

L'incremento di rischi riguarda in particolare individui affetti da diabete o altre patologie renali per l'effetto inibitore su diversi enzimi determinato dal quasi totale assorbimento lungo il tratto gastrointestinale.

La fluorosi cronica generalmente si sviluppa su un arco di tempo di esposizione prolungata (10 -20 anni) quindi tipicamente per motivi professionali (esposizione a polveri industriali, produzione di insetticidi, di alluminio, acciaio o vetro) o per ingestione di acqua per lunghi periodi con fluoruri oltre i 3 o 4 mg/l.

La tossicità dei fluoruri inorganici e dei composti derivati è varia, come descrittore si utilizza la solubilità in acqua, il fluoruro di sodio e il fluosilicato di sodio sono più tossici del fluoruro di calcio per le diffe-

**Tabella 1 - Limiti ambientali applicabili al fluoro inorganico (Dlgs 152/06)**

Matrice	Concentrazioni (come fluoruri eccetto dove specificato diversamente)
Valore soglia ai fini del buono stato chimico delle acque sotterranee	1,5 mg/l
Limite per l'utilizzo potabile di acque superficiali	1,6 mg/l
Limiti allo scarico – fognatura	12 mg/l
Limiti allo scarico – in corpo idrico ricevente	6 mg/l
Limiti allo scarico – recapito sul suolo	1 mg/l
Limiti contaminazione del suolo – destinazione verde residenziale	100 mg/kg
Limiti contaminazione del suolo – destinazione industriale	2.000 mg/kg
Limiti emissione in atmosfera	5 mg/Nmc (come acido fluoridrico) (*)

(\*) questo limite è quello previsto nella AIA Fluorsid per le emissioni E2, E3 e E27 corrispondenti alle linee di produzione di acido fluoridrico, E10 e E28 (produzione fluoruro di alluminio) nonché E7 (produzione criolite).

renze di solubilità. I limiti espositivi per lavoratori sono i seguenti : ACGIH (e VLPE) 2,5 mg/mc su 8 ore (come fluoruri) (7).

Le norme applicative del testo unico sulle malattie professionali riconoscono le seguenti malattie:

- *Fluoro e composti inorganici – tracheo-bronchite, congiuntivite, dermatite reattiva da contatto, osteofluorosi, anemia.*

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha evidenziato quanto segue: *“Il più importante effetto negativo a lungo termine dei fluoruri sulle popolazioni umane è la fluorosi scheletrica endemica. L'effetto benefico è la prevenzione della carie, per effetto dell'incorporazione del fluoruro nello sviluppo dei denti e dell'esposizione post-eruttiva dello smalto a livelli adeguati di fluoruro. È quindi di cruciale importanza raccogliere informazioni sulle fonti di fluoruro nella dieta, in particolare l'acqua; (...) I primi rapporti di fluorosi scheletrica sono emersi nelle industrie in cui l'esposizione degli operai a 100-500 g/m<sup>3</sup> per giorno (8 ore) per più di 4 anni ha condotto a cambiamenti scheletrici severi. La fluorosi scheletrica è stata diagnosticata anche nelle persone che vivono in zone con fluoruro eccessivo nel suolo, acqua, polvere o vegetali. In uno studio, la iperreattività bronchiale costituiva l'effetto principale sulla salute ad una concentrazione media di fluoruro nel particolato tra 0,56 mg/m<sup>3</sup> e 0,15 mg/m<sup>3</sup>. In uno studio longitudinale effettuato su 523 lavoratori addetti alla produzione di alluminio, il fluoruro totale è stato il fattore di rischio più importante tra le variabili di esposizione. In questo studio, il rischio di sviluppare i sintomi asmatici quali dispnea era 3,4 e 5,2 volte maggiore nei gruppi di alta-esposizione e di media esposizione, rispettivamente che nel gruppo di basso-esposizione. (...)*

*I dati provenienti da varie fonti indicano che l'esposizione prolungata di esseri umani (lavoratori e bambini) a concentrazioni di fluoruro tra 0,1 – 0,5 mg/m<sup>3</sup> comportano una compromissione della funzione polmonare e l'emergere di fluorosi scheletrica. Non sono stati riscontrati effetti a livelli fino a 16 µg/m<sup>3</sup> di fluoruro gassoso. Tuttavia, le informazioni disponibili non*

*consentono la derivazione di un valore di riferimento per la qualità dell'aria per i fluoruri.*

*La fluorosi scheletrica è associata ad un assorbimento sistemico superiore a 5 mg/die in una parte relativamente sensibile della popolazione generale.*

*L'assorbimento sistematico dal cibo e dall'acqua fluoro è di circa 3 mg/die. È altamente improbabile che le concentrazioni di aria ambiente di fluoruri possano rappresentare un rischio materiale di fluorosi.*

*È stato riconosciuto che i livelli di fluoruro nell'aria ambiente dovrebbero essere inferiori a 1 µg/m<sup>3</sup> per prevenire effetti sul bestiame e sulle piante. Queste concentrazioni sono da considerarsi anche sufficientemente basse per proteggere la salute umana” (8) (nostra traduzione).*

A tale proposito, dalla lettura dell'ordinanza del Tribunale, emerge l'assenza di qualunque monitoraggio ambientale, da parte degli enti, specificatamente riferito alle possibili immissioni di fluoro all'esterno dello stabilimento Fluorsid pur essendo *“il primo produttore mondiale di derivati del fluoro per usi industriali, già condannato, seppur civilmente, per problematiche legate all'inquinamento da fluoro”*. Un altro *“particolare”* nel processo autorizzativo e successivo che conferma, nella migliore delle ipotesi, la *“disattenzione”* e l'approssimazione da parte degli enti nonostante i numerosi impianti ad elevato impatto sia nella area industriale vicino a Cagliari e nelle vicinanze.

Da ultimo è necessario ricordare che alcuni derivati (come il fluoruro di alluminio, la fluorite sintetica) non possiedono una classificazione di pericolosità normalizzata (riconosciuta dalla UE) anche in quanto si tratta di prodotti solidi inerti, ma l'esposizione alle polveri determina sicuramente irritazione agli occhi e alle prime vie respiratorie oltre ad effetti, in caso di ingestione, *“tipici”* del fluoro come già ricordato.

Di conseguenza non vanno assolutamente sottovalutati.

La vicenda giudiziaria ha avuto un primo compimento a dicembre 2018 con il rinvio a giudizio di 15 indagati : dirigenti Fluorsid, un dirigente della Ecotecnica Srl,

gestore della discarica, il dirigente del settore rifiuti e bonifiche di ARPAS (stralciata la posizione di Tommaso Giulini, stralciata anche la posizione di altri due dirigenti ARPAS inizialmente coinvolti).

Come vedremo in un altro articolo questi “incidenti” non hanno impedito al Gruppo Fluorsid di divenire uno dei principali produttori di composti inorganici del Fluoro in Europa.

Ora passiamo a dare informazioni sul contesto ambientale e sanitario ove questa vicenda si inserisce.

### QUADRO AMBIENTALE E SANITARIO IN SARDEGNA E NEL SIN DEL SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE

Il caso Fluorsid è all'interno di uno scenario a forte impatto ambientale che caratterizza da decenni l'area industriale di Macchiarèdu dove sono ubicate le seguenti fonti di inquinamento (vedi mappa):

- Fluorsid Spa
- Sanac
- Ecoteam Srl
- Centrale Turbogas ENEL
- Syndial (ex Rumianca)
- Tecnocasic (inceneritore rifiuti urbani)
- Ecotec (piattaforma trattamento rifiuti pericolosi)
- West Recycling Srl
- Ecotravel (inceneritore rifiuti speciali, pericolosi e non)
- Ex Centrale ENEL Santa Gilla
- Miniera e laveria Fluorite di Silius
- Terrasili – ex Laveria – area stoccaggio e

discarica Fluorsid.

In particolare si sottolinea che il Comune di Assemini si trova inserito nel SIN (Sito di Interesse Nazionale) del Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Si rammenta che il concetto di *sito inquinato* viene introdotto con la definizione di “*aree ad elevato rischio ambientale*” (Legge 349/86). Successivamente, con il DM 471/99, un sito viene considerato inquinato quando, in una delle matrici (suolo o sottosuolo, acque superficiali o sotterranee), viene riscontrato anche un solo superamento nella concentrazione degli inquinanti, indice di rischio rispetto alla concentrazione limite prevista dalla normativa. Più recentemente la caratterizzazione di un sito inquinato viene svolta sulla base di criteri di ordine sanitario, ambientale e sociale (“*Un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR) determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1, alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati*” – Dlgs 152/06) e vengono individuate le aree da inserire tra i “*siti di bonifica di interesse nazionale*” in acronimo SIN (9). La Sardegna e la Campania sono le regioni dove si registrano le aree contaminate più vaste (in totale 445.000 ettari in Sardegna e 345.000 ettari in Campania) (9,10). Circa un sesto dell' Isola è incluso nei due SIN di Porto Torres-Sassari e Sulcis- Iglesiente-Guspinese ; in questi due siti sono compresi 41 comuni e circa 404.910 abitanti. Poco

### Mappa

- punti inquinanti
1. Fluorsid Spa
  2. Sanac
  3. Ecoteam S.r.l.
  4. Centrale turbogas ENEL
  5. Syndial (ex SIR Rumianca)
  6. Tecnocasic
  7. Ecotec - Piattaforma trattamento rifiuti pericolosi
  8. West Recycling Srl
  9. Ecotravel - Inceneritore rifiuti speciali (pericolosi e non)
  10. Ex Centrale Enel Santa Gilla
  11. Laveria Fluorite di Silius
  12. Terrasili - Ex Laveria - Area stoccaggio Fluorsid



più di un sardo su 3 vive in un sito contaminato (in Italia sono complessivamente oltre 300 comuni con circa 9 milioni di abitanti: circa un cittadino su 6 compresi anche i residenti in Sardegna). Nello Stato italiano su 44 SIN si sono riscontrati 10mila decessi per tutte le cause e 4 mila per tutti i tumori in eccesso rispetto ai riferimenti regionali. È una prima conferma del fatto che questi 44 SIN realmente rispondono a un rischio sanitario esistente.

Nello studio SENTIERI (*Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento*) portato avanti dall'Istituto Superiore di Sanità in 44 siti (compreso quello di *Porto Torres-Sassari e Sulcis-Iglesiente-Guspinese*) è stata calcolata la mortalità nel periodo 1995-2002, utilizzando i seguenti indicatori: tasso grezzo, tasso standardizzato, rapporto standardizzato di mortalità (SMR) e rapporto standardizzato di mortalità corretto per un indice di deprivazione socioeconomica ad hoc. Gli indicatori di mortalità sono stati calcolati per 63 cause singole o gruppi di cause. Per ogni sito sono disponibili i risultati per tutte le cause e per grandi gruppi di cause, a fini descrittivi per la conoscenza del profilo di salute delle popolazioni residenti. Inoltre, per ciascun sito sono presentati i risultati per le cause definite come di maggiore interesse a priori, sulla base delle evidenze relative all'associazione con le sorgenti locali di contaminazione ambientale (11). Per la stima degli SMR sono state utilizzate come riferimento le popolazioni regionali in conside-

razione dell'eterogeneità dei tassi di mortalità per diverse cause sul territorio nazionale (12). L'indice di deprivazione (ID)-SENTIERI, le cui basi teorico-pratiche sono descritte da Grisotto nel 2007, è calibrato su base regionale calcolando il valore dell'ID per ciascun Comune, avendo come riferimento i valori degli indicatori dei Comuni della Regione di appartenenza. Nei siti nei quali gli incrementi di mortalità riguardano patologie con eziologia multifattoriale (in presenza di siti industriali con molteplici ed eterogenee sorgenti emissive talvolta anche adiacenti ad aree urbane a forte antropizzazione), il profilo di mortalità a specifici scenari di esposizione a fattori di rischio ambientali può risultare complesso.

Tuttavia, in SENTIERI è stato possibile, in alcuni casi, attribuire un ruolo eziologico all'esposizione ambientale associata alle emissioni di impianti specifici (raffinerie, poli petrolchimici e industrie metallurgiche). Tale attribuzione viene rafforzata dalla presenza di eccessi di rischio in entrambi i generi e in diverse classi di età, fattori che consentono di escludere ragionevolmente un ruolo centrale delle esposizioni professionali. Per esempio, per gli incrementi di mortalità per tumore polmonare e malattie respiratorie non tumorali, a Gela e Porto Torres è stato suggerito un ruolo nelle emissioni di raffinerie e poli petrolchimici (13).

#### **SIN SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE**

L'immagine (Figura 2) che segue individua la perimetrazione del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese (DM 12.03.2003) e la

**Figura 2. Perimetrazione del SIN Sulcis Iglesias Guspinese (14)**



Tabella 2 ne sintetizza le caratteristiche. Le conclusioni dello studio SENTIERI per questa area sono le seguenti, sintetizzate nella Tabella 3 che segue *“Per uomini e donne è presente un eccesso di mortalità per le malattie dell'apparato respiratorio. Il tumore della pleura è in eccesso in entrambi i generi. Si rileva infine un eccesso della mortalità per le condizioni morbose perinatali”*.

Va rilevato come in questo sito sono com-

presi numerosi comuni e un notevole numero di abitanti con situazione ambientali e socio sanitarie non sempre omogenee. In particolare i comuni di Portoscuso e Sarroch presentano delle criticità legate alla presenza di industrie metallurgiche, di raffinazione, di produzione energetica da combustibili fossili (carbone e derivati pesanti dalla raffinazione del petrolio come il TAR), oltre alla presenza di attività minerarie pregresse e mai bonificate.

**Tabella 2.- Caratteristiche del SIN Sulcis Iglesiente Guspinese**

Superficie terrestre	61.918 ha
Superficie marina	89.121 ha
Tipologia impianti	chimico, miniera, discarica
Tipo Discariche	fanghi rossi
Discariche Abusive	cumuli di scarti di lavorazione
Comparto	Contaminanti
Suolo	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)
Acque superficiali	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)
Acque di falda	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)
Sedimenti fluviali	composti organici e metalli pesanti (piombo, zinco, cadmio, arsenico, ferro, rame)

Fonte: ([www.epiprev.it/Sentieri2011\\_Allegati](http://www.epiprev.it/Sentieri2011_Allegati)).

**Tabella 3 - Mortalità per le principali cause di morte. Numeri di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR-ID); IC 90 % : intervalli di confidenza al 90 %; riferimento regionale (1995-2002). Uomini e donne.**

Causa	Uomini			Donne		
	Osservati	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90 %)	Osservati	SMR (IC 90 %)	SMR ID (IC 90 %)
Tutte le cause	9.164	100 (98-102)	102 (100-104)	7.226	99 (97-101)	101 (99-103)
Tutti i tumori	2.797	100 (97-103)	103 (100-107)	1.716	97 (93-101)	101 (98-105)
Malattie del sistema circolatorio	2.932	90 (88-93)	92 (89-95)	3.134	98 (95-101)	99 (96-102)
Malattie dell'apparato respiratorio	1.251	161 (154-169)	157 (150-164)	490	114 (106-123)	117 (108-126)
Malattie dell'apparato digerente	495	93 (86-100)	93 (87-101)	377	106 (97-115)	107 (98-116)
Malattie dell'apparato genitourinario	116	99 (84-116)	102 (86-119)	122	111 (95-129)	111 (95.129)

Fonte: Progetto SENTIERI; Epidemiol Prev 2011; 35 (5-6) Suppl. 4: pag 131



In definitiva, in S.E.N.T.I.E.R.I. , lo Studio Epidemiologico dell'Istituto Superiore di Sanità, emerge chiaramente il vero stato di salute della popolazione residente a Porto-Torres Sassari e nel Sulcis-Iglesiente e Guspinese ed è stato possibile, in alcuni casi, attribuire un ruolo eziologico all'esposizione ambientale associata alle emissioni di impianti specifici (raffinerie, poli petrolchimici e industrie metallurgiche). Tale attribuzione viene rafforzata dalla presenza di eccessi di rischio in entrambi i generi e in diverse classi di età, fattori che consentono di escludere ragionevolmente un ruolo centrale delle esposizioni professionali.

Già nel 2011 lo studio S.E.N.T.I.E.R.I. afferma: "non è difficile ricondurre alle raffinerie di Porto Torres e Gela, alle acciaierie di Taranto, alle miniere del Sulcis-Iglesiente e alla chimica di Porto Marghera l'aumento di mortalità per tumore al polmone e malattie respiratorie non tumorali (13). Da un punto di vista epidemiologico, nonostante una sottostima del danno sanitario perché si sommano i dati di morbilità e mortalità di gruppi di persone molto esposte e di quelle meno esposte, il dato aggregato per tutti i SIN conferma l'esistenza del rischio sanitario anche in Sardegna : nelle aree dei SIN sardi la mortalità e l'incidenza di patologie tumorali, cardio-e cerebro-vascolari, degenerative e malformative è superiore alla media regionale.

I nuovi dati sullo stato della salute dei residenti nel SIN di Porto Torres – Sassari e del Sulcis-Iglesiente e Guspinese debbono essere visti alla luce di ciò che è stato ripetutamente descritto nel passato e anche in quello più recente, ovvero un eccesso di mortalità e morbilità per varie patologie potenzialmente riconducibili all'esposizione cronica all'inquinamento ambientale. Nel SIN della Sardegna, come negli altri SIN Italiani lo Studio S.E.N.T.I.E.R.I dell'Istituto Superiore di Sanità, ha semplicemente contato i malati ed i morti ed ha detto, già nella prima stesura dei risultati (2011), che chi vive in quelle zone inquinate si ammala e muore di più rispetto al resto della popolazione Italiana. Nell'aggiornamento del 2014 e nel Quinto Rapporto pubblicato su E&P di Marzo-Giugno 2019 (ultimo aggiornamento riguardante i dati con finestra temporale stu-

diata per mortalità e ricoveri dal 2006 al 2013 di cui si allegano i commenti delle tabelle e bibliografia), gli aggiornamenti del Progetto S.E.N.T.I.E.R.I. parlano ancora una volta di un eccesso di morti, ricoveri e tumori in tutti i SIN considerati, compresi i SIN Sardi, di un rischio di salute per la popolazione , compresi bambini e giovani e della necessità di procedere quanto prima con le bonifiche. In S.E.N.T.I.E.R.I. Kids, nell'aggiornamento pubblicato nel 2019, i risultati sui bambini e i giovani che vivono in queste aree inquinate, fanno vedere ciò che accade agli adulti, cioè una aumentata morbilità ed una aumentata mortalità soprattutto per certi tipi di tumore che sono le leucemia e i tumori del sistema nervoso centrale.

Ma in questi SIN, come nella maggior parte dei territori inquinati in Italia, le attività di prevenzione, ossia le bonifiche, non sono mai iniziate ma sono state spessosolo promesse.

#### **DICIOTTO AREE A FORTE IMPATTO AMBIENTALE DELLA SARDEGNA**

Lo studio condotto da *Biggeri e altri* (15), può aiutare a focalizzare la situazione sanitaria singolarmente nei comuni di Portoscuso e Sarroch; gli autori esaminano diciotto aree (per un totale di 73 comuni) considerate a forte impatto ambientale con una popolazione complessiva al censimento 2001 di 917.977 su 1.631.880 abitanti dell'intera isola. Per ciascuna area sono state prodotte le seguenti stime basate sulle statistiche di mortalità e di ospedalizzazione (schede di dimissione ospedaliera, SDO) e esaminate con:

##### *Analisi descrittive*

- Tassi grezzi e standardizzati per età (popolazione di riferimento Italia 1991), specifici per genere, per 36 cause di mortalità e 49 diagnosi di dimissione ospedaliera. Le morti nel periodo di 5 anni (1997-2001) sono state 35.870 e i ricoveri per le diagnosi selezionate sono stati 356.207 nel 2001- 2003.

- Per le stesse cause di morte, rapporti standardizzati di mortalità (SMR, riferimento popolazione 1997-2001 della Sardegna). Inoltre, sono stati prodotti SMR standardizzati per un indice di deprivazione basa-

to sulla scolarità (% analfabeti o con sola scuola elementare), condizione lavorativa (% disoccupati nella popolazione attiva) e affollamento nell'abitazione (numero di persone per stanza). Corrispondenti rapporti per le dimissioni ospedaliere, usando come riferimento la popolazione regionale al 2001-2003 e aggiustando anche per deprivazione materiale.

- SMR specifici per genere e per età (0-59 e 60+).
- Rapporti proporzionali standardizzati di mortalità e ricovero (SPMR) per la popolazione stabile (residenti alla morte o al ricovero in un comune della provincia di nascita o in provincia adiacente). Si è ricorso agli SPMR per la mancanza di una popolazione di riferimento stratificata per luogo di nascita.
- Mortalità evitabile in età 5-64 anni: complessiva e separatamente per cause evitabili con interventi di prevenzione primaria, diagnosi precoce e terapia adeguata.
- Mortalità nel primo anno di vita.

#### *Analisi geografiche*

- Per ciascuna delle 18 aree un'analisi geografica comprendente un test di eterogeneità e una rappresentazione cartografica.
- Sono state prodotte mappe che mostrano gli SMR e le stime Bayesiane per ciascun comune compreso nella mappa, la probabilità a posteriori di essere in eccesso rispetto alla media regionale (5 periodi: 1981-83, 1984-88, 1989-93, 1994-98, 1999-2001).
- Tassi per causa standardizzati per età (standard Italia 1991).
- SMR (riferimento: popolazione Sardegna nello stesso periodo di calendario).
- Analisi per coorte di nascita (1904-48) mediante stime di rischio cumulativo e SMR cumulativo in età 30-74.

#### **AREA INDUSTRIALE DI PORTOSCUSO**

L'area di Portoscuso comprende i comuni di Carbonia, Gonnese, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Sant'Antioco. Complessivamente si tratta di una popolazione di 58.854 abitanti al censimento 2001. Si considerano la mortalità ISTAT 1997-2001 e le schede di ricovero ospedaliero 2001-2003. Nell'area si registrano eccessi

sulla media regionale (sempre aggiustando per deprivazione materiale) per le malattie respiratorie e il tumore del polmone in entrambi i sessi. In particolare tra gli uomini le malattie respiratorie sono in eccesso del 64% sulla mortalità e intorno al 30% sui ricoveri e ricoverati; per il tumore del polmone del 24% sulla mortalità e dal 44 al 62% sui ricoveri e ricoverati. Tra le donne gli eccessi sono intorno al 18% sulla mortalità e al 23% sui ricoveri e ricoverati per le malattie respiratorie, mentre per il tumore del polmone si attestano al 16% sulla mortalità e dal 30 al 54% su ricoveri e ricoverati. È degno di nota, inoltre, l'eccesso significativo in entrambi i sessi dei ricoveri e ricoverati per asma infantile (che oscillano da +104% a +131% nei maschi e dal 50% al 92% nelle femmine, sempre aggiustando per deprivazione).

Nel Comune di Portoscuso si sono osservati 3 casi (1,5 attesi, SMR 200, IC 90% 54;517) di tumore del pancreas negli uomini (1997-2001), in coerenza con la documentazione di rischi occupazionali nell'industria dell'alluminio. Anche il forte rischio per pneumoconiosi, in diminuzione tra i più giovani, probabile retaggio dell'attività mineraria ora dismessa, segnala il ruolo di esposizioni lavorative. È possibile che l'eccesso di pneumoconiosi esprima codifiche opportunistiche, ma è poco plausibile che queste lo spieghino integralmente. Per il tumore della pleura, a prevalente eziologia occupazionale, è necessario avviare la sorveglianza epidemiologica e l'analisi delle modalità di esposizione per i casi incidenti di mesotelioma maligno sull'intero territorio regionale. Per quanto riguarda l'esposizione a piombo nella zona di Portoscuso, il metallo è stato riscontrato nella catena alimentare con livelli superiori ai limiti e un'indagine ha misurato nei ragazzi concentrazioni ematiche superiori al livello di attenzione in vigore negli Stati Uniti (10 µg/dl), livello che alla luce delle attuali conoscenze, probabilmente non garantisce la tutela della salute dei più piccoli (16). Sempre in relazione all'inquinamento da metalli, tra cui piombo, resta da approfondire l'aumento di rischio per le malattie dell'apparato urinario e per il tumore della vescica.

L'aggiornamento del 2014 dello Studio

SENTIERI non ha riguardato il SIN Sulcis-Iglesiente – Guspinese in quanto sprovvisto di un registro tumori e quindi nell'impossibilità di calcolare i SIR (i rapporti standardizzati di incidenza).

### **AREA INDUSTRIALE DI SARROCH**

L'area di Sarroch comprende i Comuni di Assemini (ove è insediata la Fluorsid), Sarroch, Capoterra e Villa San Pietro per una popolazione di 52.385 abitanti (censimento 2001). Si considerano le mortalità ISTAT 1997-2001 e le schede di ricovero ospedaliero 2001- 2003. La mortalità generale è leggermente e non significativamente al di sotto della media regionale negli uomini, mentre è dell'8% superiore per le donne. Si hanno eccessi tra gli uomini che oscillano dal 6 al 12 % nei ricoveri e ricoverati per malattie respiratorie che hanno invece una mortalità in linea con la media regionale, e dal 13 al 24% per il tumore polmonare, in eccesso anche nella mortalità del 24%. Gli eccessi tra le donne variano dal 10 al 16 % per ricoveri e ricoverati per malattie respiratorie, con una mortalità in eccesso del 12% (sempre aggiustando per deprivazione) e dal 3 al 40% per i ricoveri e ricoverati per tumore polmonare. In dettaglio, sono in eccesso nella mortalità i tumori totali (+13%), i tumori del fegato (+48%), del polmone (+24%) e della pleura (4 decessi, +244%) tra gli uomini, le malattie dell'apparato digerente (+46%), i tumori del fegato (+48%) e il melanoma (+198%) tra le donne.(15)

Nei ricoveri o ricoverati sono in eccesso tra gli uomini il diabete, le malattie respiratorie nel loro insieme e le respiratorie croniche, le sindromi asmatiche, l'asma in età infantile, le pneumoconiosi, le malattie dell'apparato digerente, i tumori totali, il tumore del polmone. Tra le donne, oltre a quelle menzionate, anche malattie infettive, della tiroide, le malattie del sistema nervoso, il tumore della cervice uterina, il melanoma e il tumore della tiroide .

### **BAMBINI, ESPOSIZIONE E DANNI GENETICI**

Recentemente sono stati pubblicati i dati relativi ai danni epigenetici/genetici nei bambini di Sarroch (17). In tale studio viene

ricercata la prevalenza di un biomarker (malondialdeide- deossiguanosina) nell'epitelio nasale di un campione composto da 75 bambini di età compresa tra i sei e quattordici anni frequentanti le scuole elementari e medie di Sarroch, mettendoli a confronto con un campione di 73 bambini di una zona rurale (Burcei). Inoltre, sono stati analizzati i livelli di alterazioni consistenti del Dna in uno studio composto da un sottocampione di 62 bambini. Contemporaneamente, sono state misurate le concentrazioni di benzene e di etil-benzene nell'aria dei giardini delle scuole e in altri siti di Sarroch più o meno prossimi all'area industriale, oltre che nell'aria di Burcei. Il livelli di concentrazione aerea di questi inquinanti in prossimità dei giardini delle scuola di Sarroch sono risultati significativi rispetto alle concentrazioni nell'area di Burcei; livelli di concentrazione più elevati sono stati riscontrati in altri siti di Sarroch e in particolare nelle vicinanze dell'impianto industriale. I livelli medi di malondialdeide-deossiguanosina per 10 di nucleotidi normali erano  $74,6 \pm 9,1$  e  $34,1 \pm 4,4$  nei bambini di Sarroch rispetto a Burcei, con un rapporto medio di 2,53 e con un intervallo di confidenza al 95% di 1,71-2,89, quindi statisticamente altamente significativo  $P < 0,001$  rispetto al controllo di Burcei. Allo stesso modo alterazioni consistenti del DNA per 10 di nucleotidi normali erano di  $2,9 \pm 0,4$  e  $1,6 \pm 0,2$  rispettivamente a Sarroch e a Burcei, con un rapporto medio di 1,90, con intervallo di confidenza al 95% di 1,25- 2,89, quindi statisticamente significativo ( $P < 0,003$ ). Da tali dati, si può presumere che il nesso tra i danni genetici e la vicinanza all' impianto industriale della Saras non è casuale.

### **PATOLOGIE EMOLINFOPOIETICHE NEL GOLFO DEGLI ANGELI**

L'incidenza del linfoma non-Hodgkin (NHL) mostra un costante incremento, pari a circa il 4% all'anno, con un raddoppio dell'incidenza ogni 20 anni nella maggior parte dei Paesi Industrializzati (18). Anche Sardegna nel periodo 1974-1993 è stato descritto lo stesso fenomeno; l'incidenza di NHL ha mostrato un netto incremento, da  $4,1 \times 10^{-5}$  nel 1974 a  $9,1 \times 10^{-5}$  nel 1993 (19). Le variazioni geografiche del rischio di NHL

rafforza l'ipotesi di un ruolo importante da parte di fattori ambientali e/o occupazionali (11); a tale proposito si riportano alcuni dati ricavati da una rilevazione retrospettiva dei casi di emolinfopatie maligne (leucemie acute e croniche, linfomi non Hodgkin, linfomi di Hodgkin e mieloma multiplo) diagnosticate nel territorio della Azienda Sanitaria ASL 8 della Sardegna nel 1994-2003, nonché la verifica della distribuzione territoriale del rischio per tali patologie. In particolare, riveste interesse sociale oltre che sanitario, l'accertamento di tale rischio nelle aree interessate da installazioni industriali o militari all'interno del territorio di competenza dell'ASL 8.

Nel corso del periodo 1994-2003, in tutto il territorio dell'Azienda sanitaria ASL 8 della Sardegna, sono stati identificati in tutto 1640 casi incidenti di emolinfopatie, con una leggera prevalenza di soggetti di sesso maschile (879 verso 761 di sesso femminile; rapporto M/F = 1.15:1).

Considerando i raggruppamenti patologici il più frequentemente rappresentato è costituito dai linfomi non Hodgkin, con un totale di 686 casi incidenti, di cui 363 di sesso maschile e 323 di sesso femminile (rapporto M/F = 1.12:1).

Il secondo raggruppamento in ordine di frequenza è rappresentato dalle leucemie, che comprende sia le forme linfatiche che quelle mieloidi e per entrambe sia le forme acute

che quelle croniche. I casi incidenti di leucemie nel decennio considerato sono stati 572, di cui 326 di sesso maschile e 246 di sesso femminile (rapporto M/F = 1.33:1).

Il tasso d'incidenza di emolinfopatie maligne nella popolazione totale, standardizzato sulla base della composizione per età e sesso della popolazione della Regione Sarda al censimento del 1991, nel decennio oggetto dello studio, è stato pari a  $46.9 \times 10^{-5}$  anno<sup>-1</sup>, e non ha dimostrato una tendenza ad aumentare nel periodo 1994-2003. Queste patologie compaiono con maggiore frequenza nel territorio della ASL 8 rispetto a quello nazionale (RR = 1,13, 95% CI 1,08 - 1,19).

La parte centro-meridionale del territorio della Azienda ASL 8 e particolarmente l'area metropolitana di Cagliari ed il distretto di Cagliari Ovest sono risultate a rischio significativamente elevato. Si segnalava, peraltro, che la popolazione maschile, ma non quella femminile, residente nel distretto sanitario di Cagliari ovest, escludendo la città di Cagliari, presentava un rischio elevato di emolinfopatie maligne, e in particolare di leucemie (tutte le leucemie: osservati 59, attesi 35,27; OR = 1,7; IC 95% 1,30 - 2,15). I rischi più elevati di leucemie si manifestavano nel comune di Pula (osservati 8, attesi 2,32; OR = 3,4; IC 95% 1,80 - 6,60), Sarroch (osservati 5, attesi 1,92; OR = 2,6; IC 95% 1,12 - 6,05) e Assemini (osservati 17, attesi 6,72; OR = 2,5; IC 95% 1,60 - 4,00) (12).

Agglomerati e zone per la protezione della salute umana e degli ecosistemi e zone aggiuntive da monitorare



	Zona di mantenimento
	Agglomerato di Cagliari
	Zona di Sassari
	Zona di Porto Torres
	Zona di Sarroch
	Zona di Portoscuso
	Zone aggiuntive da monitorare

## EMISSIONI E QUALITÀ DELL'ARIA

Va osservato infine che il “*Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell’Aria Ambiente*” della Regione Sardegna, approvato con D.G.R. n. 55/6 del 29 Novembre 2005 appare ancora non realizzato e tanto meno attualizzato. Le criticità relative all’analisi delle emissioni presenti nel quadro progettuale si accompagna all’inadeguatezza dei sistemi di controllo delle qualità dell’aria presente in Sardegna.

L’ARPA Sardegna è il soggetto competente a gestire la rete di monitoraggio della qualità dell’aria. La rete è costituita da 44 centraline automatiche di misura, di cui 4 non attive o di recente sostituzione, dislocate nel territorio regionale; la rete di controllo dell’Isola è oltremodo carente anche in relazione all’adeguamento al Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n. 155 (recepimento della direttiva europea 2008/50 /CE) che prevede la riduzione del 20% dell’esposizione al PM<sub>2,5</sub> entro il 2020 rispetto ai valori del 2010 e l’obbligo di riduzione al di sotto di 25 µg/m<sup>3</sup> sempre entro il 2020. Per quanto riguarda la salute umana, alcune criticità relative al biossido di zolfo e ai PM<sub>10</sub> e all’ozono sono alla base della zonizzazione che vede i comuni di Cagliari, Quartu S. Quartucciu, Selargius, Monserrato, la zona di Sarroch, la zona di Portoscuso, la zona di Porto Torres e la zona di Sassari inserite nelle aree da bonificare nel senso che esse sono interessate dall’emissione di vapori inquinanti che si condensano e cadono su acque e nei suoli di superficie. I ritardi in questa operazione di bonifica sono ben noti come anche le ricadute sanitarie ben evidenziate dagli studi dell’Istituto Superiore di Sanità attraverso gli Studi SENTIERI.

Tutto il resto del territorio regionale è invece compreso nella “*Zona di Mantenimento*” dove ogni intervento antropico non deve portare a un peggioramento dell’attuale qualità dell’aria ambiente (vedi mappa sotto riportata).

## IL REFERTO EPIDEMIOLOGICO COMUNALE (REC)

(Pubblicato nel sito del Comune di Assemini come I Aggiornamento il 30 Maggio 2018) (18).

In data 24 Novembre 2017 il Comune di Assemini, SMIRG Foundation e ISDE (International Society of Doctors for Environment) Medici per l’Ambiente, dopo una serie di incontri sostenuti dalla percezione dei rischi ambientali esistenti e delle ricadute sanitarie in una cittadina come Assemini (già inserita all’interno del SIN del Sulcis-Iglesiente-Guspinese), raggiungono l’accordo per l’elaborazione del referto epidemiologico comunale. Il **referto epidemiologico** nasce dall’esperienza dell’epidemiologo genovese Dr Valerio Gennaro e dalla necessità di conoscere lo stato complessivo di salute della popolazione di un territorio, in tempo reale e a costo zero. Il referto epidemiologico si basa sul conteggio di tutti i deceduti e dei residenti in particolari aree in un ben definito periodo di tempo. I dati “*osservati*” per tutte le cause patologiche (non solo per i tumori) suddivisi sulla base dell’età, del genere, dell’area geografica, del periodo e di altre caratteristiche saranno confrontati con i dati “*attesi*” (per tutte le cause patologiche), con il risultato di conoscere quale fenomeno è più frequente del previsto. Se tenuto aggiornato, **il referto epidemiologico consente di individuare in tempo criticità di origine ambientale, lavorativa o socio-sanitaria ed intervenire su di esse**. Molto importante la considerazione che l’indagine epidemiologica non è la semplice statistica degli eventi sanitari, ma che la stessa richiede l’identificazione preliminare delle popolazioni più esposte a forme di inquinamento, sia in ambiente di vita che in ambiente lavorativo: in tali condizioni spesso si analizzano solo i tumori che, tuttavia, costituiscono il 30% delle cause di morte di possibile origine ambientale, e si trascura così il restante 70% delle cause, quali per esempio le malattie respiratorie e cardiovascolari che rappresentano una quota assolutamente non trascurabile di malattie associate all’inquinamento. **Pertanto, il referto epidemiologico offre ai sindaci l’opportunità di avere dati relativi al proprio territorio e di non aspettare costosi e saltuari studi epidemiologici.**

E’ la prima opportunità, indispensabile per fare prevenzione primaria e usare l’epidemiologia per rendere consapevole la popolazione, in particolare quando una popola-

zione è esposta non ad un solo agente nocivo, e invece è nota la moltitudine di sostanze dannose che rendono insalubri gli ambienti di vita e di lavoro. Ricordiamo che **in Italia si destinano poche risorse all'epidemiologia ed alla prevenzione**. Ciò si traduce in ritardi nell'acquisire utili informazioni sullo stato di salute delle popolazioni. Se si destinassero le risorse necessarie, i dati di un registro tumori potrebbero essere aggiornati ad anni recentissimi. Esiste, poi, una mole di dati sanitari nelle nostre ASL: i dati correnti sui ricoveri, le esenzioni ticket, la mortalità, i certificati di assistenza al parto, le invalidità, l'abortività, gli accessi ai pronto soccorso, che se opportunamente integrati darebbero in tempi molto rapidi risposte sullo stato di salute della popolazione. Come gli individui vengono esaminati dal proprio medico che rilascia un referto individuale, così le popolazioni hanno diritto ad essere indagate dall'epidemiologo che rilascerà il suo "referto epidemiologico", aggiornabile periodicamente.

#### **IL REFERTO EPIDEMIOLOGICO COMUNALE DI ASSEMINI**

**Analisi della mortalità nel Comune di Assemini** - Si ipotizza che l'inquinamento ambientale presente ad Assemini abbia potuto causare un danno alla salute nelle persone esposte. Il comune di Assemini, rispetto al riferimento regionale, presenta per il periodo 2012-2016 un Rapporto Standardizzato di Mortalità per l'intera popolazione (maschi+femmine) che evidenzia un difetto di mortalità non statisticamente significativo.

**Obiettivo** - Analizzare l'andamento spaziale della mortalità della popolazione residente all'interno del Comune di Assemini. L'analisi è standardizzata per età ed è specifica per genere e per Sezioni di Censimento. Il Periodo in studio va dal 2001 al 2016.

**Materiali** - Fonte dati: Anagrafe del Comune di Assemini; Dati: statistiche grezze sulla mortalità generale della popolazione residente per sezioni di censimento (SC): numero assoluto di deceduti e numero di residenti nel comune di Assemini per genere, classi d'età, SC al 1° gennaio di ogni anno (dal 2001 al 2017).

**Metodi** - La standardizzazione per età, a

livello in prima battuta di singole sezioni di censimento e quindi di loro possibili aggregazioni, è stata effettuata mediante l'utilizzo del metodo indiretto (Standardized Mortality Ratio, SMR) con classi d'età quinquennali (0-4; 5-9; ...; 95+). L'ipotesi di aggregazione delle sezioni di censimento in microaree è stata effettuata suddividendo il territorio comunale in aree sub comunali.

**Risultati** - L'analisi per sezione di censimento evidenzia **eccessi di mortalità per l'intero periodo rispetto al riferimento comunale in 11 sezioni per i maschi** (sezioni numero: 31-70-74-92-115-125-146-190-259-281-999) **e per le femmine** (sezioni numero: 6-109-130-140-145-154-184-195-199-999-9999) **ed in 12 sezioni per maschi+femmine** (sezioni numero: 6-45-92-109-146-161-184-190-195-234-999-9999). L'analisi per micro aree sub comunali evidenzia nel periodo 2001-16 un eccesso di mortalità rispetto al riferimento comunale (con esclusione delle sezioni 999 e 9999), per i maschi residenti nell'area denominata nel presente studio come zona urbana estensione sud, che risulta in trend calante ove osservata per quadrienni. Per le femmine si rileva un eccesso di mortalità invece nell'area denominata urbana nord/ovest. Sia per i maschi che per le femmine non si rilevano aree sub comunali in difetto statisticamente significativo di mortalità. *L'analisi per l'intera popolazione (maschi+femmine) non rileva eccessi o difetti statisticamente significativi di mortalità nel periodo 2001-2016 rispetto al riferimento comunale elaborato con esclusione delle sezioni 999 e 9999. Queste presentano invece, sia per maschi che per femmine, eccessi significativi di mortalità rispetto al riferimento comunale.*

L'utilizzo di questi dati, nel contesto asseminese, se adeguatamente aggiornati ed approfonditi per cause, potrebbe permettere di identificare eventuali criticità, di origine ambientale, lavorativa o sociosanitaria e intervenire su di esse. Ciò aiuterebbe a individuare tempestivamente le soluzioni, migliorando la qualità di vita dei cittadini, salvando molte vite, mantenendo sano il tessuto sociale e risparmiando risorse economiche utilizzabili altrove, magari proprio per attivare una efficace prevenzione prima-

ria, rimuovere le cause di queste malattie ed evitare analoghe epidemie.

## CONCLUSIONI

In conclusione a quanto fin qui illustrato, una buona parte degli abitanti della Sardegna non vive più in una terra incontaminata e sana; l'economia lineare dell'estrazione e del consumo delle risorse dell'Isola da diversi decenni è diventata dominante. Alla mancanza di controlli e di politiche di prevenzione primaria i decisori politici sostengono progetti, come nuove centrali a carbone, centrali a biomasse, l'ampliamento del bacino dei "fanghi rossi" a Portovesme o l'inceneritore a Tossilo o, in ultimo, il progetto di metanizzazione della Sardegna, tutti figli dell'ormai insostenibile concetto di economia lineare, che avranno pesanti ricadute negative sul piano della salute collettiva. Si sopravvive in un contesto di macerie ambientali e sanitarie soprattutto nei SIN, caratterizzati da 445.500 ettari circa nell'estensione dei territori comunali; in tali ambiti territoriali si segnalano aree fortemente inquinate per la presenza di sostanze tossico-nocive con elevate concentrazioni di soglia di rischio (CSR) che vanno ad impattare anche sui territori circostanti e sulle popolazioni esposte per inalazione o ingestione e mediante la biomagnificazione, per cui entrano nelle catene biologiche e alimentari, con effetti in un'area ben più vasta rispetto all'estensione del locus di maggiore inquinamento. Va da sé che, da un punto di vista epidemiologico, ciò determina una sottostima del danno sanitario perché si sommano i dati di morbilità e mortalità di gruppi di persone molto esposte e di quelle meno esposte. Nonostante tutto, come espresso in precedenza il dato aggregato per i SIN sardi conferma l'esistenza del rischio sanitario. Le contraddizioni nascono, comunque per lo più dai comportamenti ambigui delle istituzioni tese, giustificando sé stesse, a non destare allarme nella popolazione per non mettere in discussione l'insostenibilità di questo modello industrialista ormai alla deriva. Le ordinanze stesse assumono una fisionomia ambigua addirittura diventano ridicoli consigli per gli acquisti. Dopo le indagini dell'Istituto Superiore di Sanità sulla contaminazione

della catena alimentare, l'ASL locale nel 2014 (19) consiglia "di differenziare la provenienza dei prodotti ortofrutticoli da consumare per la fascia di età dei bambini da 0 a 3 anni. Occorre perciò fare in modo che in questa fascia di età non siano consumati esclusivamente prodotti ortofrutticoli provenienti dai terreni ubicati nel comune di Portoscuso". La possibilità di alimentarsi con i molluschi, le carni, il latte e formaggi locali era già inibito con altre ordinanze precedenti (17). Quello che più sconcerta è l'atteggiamento delle istituzioni per inibire le attività agricole e di allevamento locali mentre si dimostra una certa tolleranza, se non una sostanziale accondiscendenza verso le attività che producono da anni inquinamento delle matrici ambientali. In altre parole il principio "chi inquina paga" si trasforma in *che sia l'inquinato a pagare*. È il caso del ritrovamento di alcuni congeneri di policlorobifenili, vale a dire gruppi di inquinanti analoghi alle diossine, in quantità superiori ai livelli soglia prescritti dall'Unione Europea nel latte ovino di alcuni allevamenti che si trovano in prossimità dell'area industriale del cagliaritano come Macchiareddu e che ospitano, tra l'altro, il più grande inceneritore dell'isola. Questo riscontro è stato reso pubblico su uno studio condotto da ricercatori delle università di Bari e Sassari in lavoro scientifico sulla rivista *Food and Chemical Toxicology* nel 2012. (20) Lo stesso studio rimane nei cassetti dell'assessorato della Sanità che lo aveva finanziato fino ai nostri giorni. In altre situazioni l'atteggiamento delle istituzioni è di mascheramento della realtà e non promuove gli ulteriori approfondimenti necessari; il caso Fluorsid di Assemini, è rappresentativo di tale approccio istituzionale come può evincersi dalle seguenti dichiarazioni dei vertici ARPAS. "I risultati sono più che confortanti, secondo il direttore generale dell'Arpas Alessandro Sanna: "ai controlli ordinari - ha detto - abbiamo aggiunto monitoraggi straordinari sui trenta piezometri di acque secondarie a Santa Gilla e nell'area di Macchiareddu. I risultati ci dicono che **non c'è un peggioramento rispetto ai dati cosiddetti storici e tenuto conto che si tratta di un sito inquinato di interesse nazionale**" (21).. O come si evin-

ce dalle dichiarazioni sulle acque di transizione e relativi sedimenti della Laguna di Santa Gilla :...ad eccezione di un lieve superamento per il **mercurio** (con concentrazione di 0,019 microgrammi/litro rispetto al valore obiettivo di 0,010 microgrammi/litro). Per contro, nelle campionature del 2015 erano state registrate concentrazioni superiori agli Standard di Qualità Ambientale per il **cadmio** (3 campioni sui 24 prelevati nelle 6 stazioni) e per il **mercurio** (7 campioni sui 24 prelevati nelle 6 stazioni). La campionatura 2017 dei sedimenti rileva nelle 24 stazioni campionate, superamenti della soglia di contaminazione (D.Lgs. 152/2006 tabella 1A) esclusivamente per **piombo** (7 stazioni), **zinco** (9 stazioni) e **mercurio** (1 stazione); o sulle acque sotterranee di Macchiareddu che mostrano in generale presenza di contaminanti in concentrazioni superiori alle Concentrazioni della Soglia di Contaminazione (D.Lgs. 152/2006 Tab. 2) per numerosi parametri, in particolare **Fluoruri, Solfati, Metalli e Composti Organici**" (22).

Pertanto, per le Istituzioni risulterebbe confortante il mancato peggioramento.

Si può invece affermare che l'adozione del **principio di precauzione** e quello di responsabilità significhi anche il dovere di informare, di impedire l'occultamento di informazioni o l'uso inappropriato o parziale di informazioni su possibili rischi e tutto ciò appare fuorviante rispetto ad interventi di controllo, individuazione e bonifica delle realtà – in primis industriali - ad elevato impatto ambientale e sanitario. Non vorremmo che si perdesse un'altra buona occasione, tra le tante in Sardegna, di fare Prevenzione Primaria e si lasciasse di fatto alla sola Magistratura il compito di tutelare il diritto alla salute ... a posteriori. L'estensione di 445.500 ettari in Sardegna, come nel resto della penisola, corrisponde all'estensione dei territori comunali compresi nel SIN , di cui Assemini fa parte e nei quali si segnala la presenza di aree fortemente inquinate per la presenza di sostanze tossico-nocive con elevate concentrazioni di soglia di rischio (CSR) che vanno ad impattare anche sui territori cir-

costanti; le popolazioni comprese nei siti sono esposte a queste sostanze per inalazione o ingestione. Attraverso la biomagnificazione, queste sostanze tossico-nocive entrano nelle catene biologiche e alimentari, con effetti in un'area ben più vasta rispetto all'estensione del locus di maggiore inquinamento. Va da sé che, da un punto di vista epidemiologico, ciò determina una sottostima del danno sanitario perché si sommano i dati di morbilità e mortalità di gruppi di persone molto esposte e di quelle meno esposte.

Nonostante tutto, il dato aggregato per tutti i SIN conferma l'esistenza del rischio sanitario; anche in Sardegna questa regola viene confermata; questo dato dà conto degli effetti che gli impatti sulle varie matrici ambientali determinano sulla salute umana; la scarsa conoscenza di tali tematiche è sconcertante da parte della politica.

Un aspetto importante da sottolineare è il problema (e la tesi) del rischio accettabile, sia per gli adulti su cui i limiti di legge sono sempre calcolati, ma soprattutto sui bambini e gli organismi in accrescimento che possono avere una suscettibilità totalmente diversa e sui quali, possiamo constatare, la totale inadeguatezza delle normative per definire la sicurezza sanitaria ed ambientale.

E infine, sottolineiamo lo scarso interesse da parte dei medici per la tematica ambiente e salute che è frutto di una condizione di profonda ignoranza della materia: ignoranza dovuta *in parte* al fatto che nella nostra cultura medica l'argomento ha scarso rilievo e valore, *in parte* ad alcuni errori di fondo che hanno profonde radici nel modello bio-medico e scientifico imperante. L'impegno dei medici nell'ambito della medicina ambientale non può ridursi ad un'opera di contenimento e riparazione dei danni diretti e immediati dei contaminanti ambientali, ma deve tradursi in un'azione a più ampio raggio affinché la società nella quale viviamo modifichi le sue priorità a favore della salvaguardia della salute dei bambini di oggi e delle generazioni future.



## NOTE & BIBLIOGRAFIA

1. I “biscotti fluoridrici” sono una miscela di fluoruro di calcio (45-50 %) , solfato (10-30 %) e carbonato di calcio (1,5 -2 0%) e trova impiego come fondente per la produzione del cemento.
2. Dall’ordinanza del Tribunale di Cagliari del 9 maggio 2017.
3. Ibidem
4. Ibidem
5. “Undici imputati, su cui gravavano le accuse di associazione a delinquere in inquinamento, disastro ambientale e smaltimento illecito di rifiuti, hanno concordato con il pm Marco Cocco la pena di ventitrè mesi di reclusione e settemila euro di multa: sparisce in base all’accordo il reato associativo, nessuno tornerà o andrà in carcere perché la pena è sospesa. Nel patto con la magistratura requirente c’è però anche un’altra condizione fondamentale, che ha garantito agli imputati la concessione dell’attenuante speciale per il ravvedimento: il piano di disinquinamento e di ripristino ambientale già programmato dalla Fluorsid con un investimento di 22 milioni sarà realizzato sino in fondo sotto gli occhi vigili del Corpo Forestale, l’area avvelenata di Macchiareddu verrà bonificata quanto può esserlo un’area industriale, le lavorazioni del fluoro seguiranno percorsi di attenzione che - come l’indagine aperta nel 2015 e sfociata in otto misure cautelari il 16 maggio 2017 ha dimostrato - sono stati a lungo aggirati. La sentenza di patteggiamento, così come l’impostazione finale dell’accusa, confermano che sul piano processuale l’azienda e la società di riferimento, proprietà di Tommaso Giulini, sono estranee alle condotte sanzionate. In altre parole le scelte tecniche che hanno provocato il disastro non sono state assunte dai piani alti di Fluorsid ma dalle gerarchie intermedie con la complicità dell’Ineco, la società che curava lo smaltimento dei rifiuti di lavorazione, insieme a qualche personaggio marginale. Questo ormai scontato finale del procedimento tiene l’azienda del patron del Cagliari calcio al riparo da un dibattito pubblico che s’annunciava lungo e dai contenuti imprevedibili.” (La Nuova Sardegna, 29 luglio 2019)
6. La Nuova Sardegna, 5.01.2018.
7. ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (istituto privato che propone limiti professionali utilizzati come riferimento a livello internazionale); VLPE – Valore Limite di Esposizione Professionale, si tratta di valori stabiliti dalla Unione Europea (v. allegato XXXVIII del Dlgs 81/2008 il “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”).
8. World Health Organization “Air quality guidelines for Europe”, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, 2000.
9. Musmeci L, Bellino M, Falleni F, Piccardi A, Caratterizzazione ambientale dei Siti di Interesse Nazionale per le bonifiche (SIN) nel progetto SENTIERI Epidemiol Prev; 35 (5-6) Suppl. 4: 20-23; 2011.
10. [http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/normativa/Allegato\\_1\\_Elenco\\_Aree\\_SIN.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/normativa/Allegato_1_Elenco_Aree_SIN.pdf)  
<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/siti-di-interesse-nazionale-sin>.
11. Pirastu R, Zona A, Ancona C, Bruno C,2 Fano V, Fazzo L, Iavarone I, Minichilli F, Mitis F,Pasetto R, Comba P Risultati dell’analisi della mortalità nel Progetto SENTIERI; Epidemiol Prev; 35 (5-6) Suppl. 4: 29-152; 2011.
12. De Santis M, Pasetto R, Minelli G, Conti S Materiali e metodi dell’analisi della mortalità nel Progetto SENTIERI Epidemiol Prev; 35 (5-6) Suppl. 4: 24-28;2011.
13. Pirastu R, Zona A, Ancona C, Bruno C,2 Fano V, Fazzo L, Iavarone I, Minichilli F, Mitis F,Pasetto R, Comba P Risultati dell’analisi della mortalità nel Progetto SENTIERI; Epidemiol Prev; 35 (5-6) Suppl. 4: 29-152;2011.
14. Il SIN è costituito da 39 Comuni (Arbus, Assemini, Buggerru, Calasetta, Capoterra, Carbonia, Carloforte, Domus de Maria, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Gonnosfanadiga, Guspini, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Pabillonis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, Pula, San Gavino Monreale, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant’Anna Arresi, Sant’Antioco, Sarroch, Siliqua, Teulada, Tratalias, Uta, Vallermosa, Villa San Pietro, Villacidro, Villamassargia Villaperuccio) con una popolazione complessiva di 263.117 abitanti al Censimento 2001.
15. Annibale Biggeri, Corrado Lagazio, Dolores Catelan, Roberta Pirastu, Felice Casson, Benedetto Terracini. Rapporto sullo stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree interessate da poli industriali, minerari e militari della Regione Sardegna. Epidemiologia e Prevenzione anno 30supplemento gennaio-febbraio; 2006.
16. Rogan WJ, Ware JH. Exposure to lead in children:how low is low enough? N Engl J Med; 348:1515-16. 2003.
17. <https://gruppodinterventogiuridicoweb.files.wordpress.com/2014/06/nota-prot-pg-2014-16911-del-11-06-2014-1.pdf>.
18. Referto Epidemiologico del Comune di Assemini - Antonello Russo (\*), Valerio

Gennaro (\*\*), Domenico Scanu (\*\*\*) (\*)  
Dottore in Economia aziendale, Laurea  
Università L. Bocconi (Milano); (\*\*) Medico  
epidemiologo, Medici per l'Ambiente (ISDE),  
IRCCS Policlinico San Martino  
(Genova); (\*\*\*) Medico e Presidente Medici  
per l'Ambiente ISDE Sardegna , 30 Maggio  
2018.

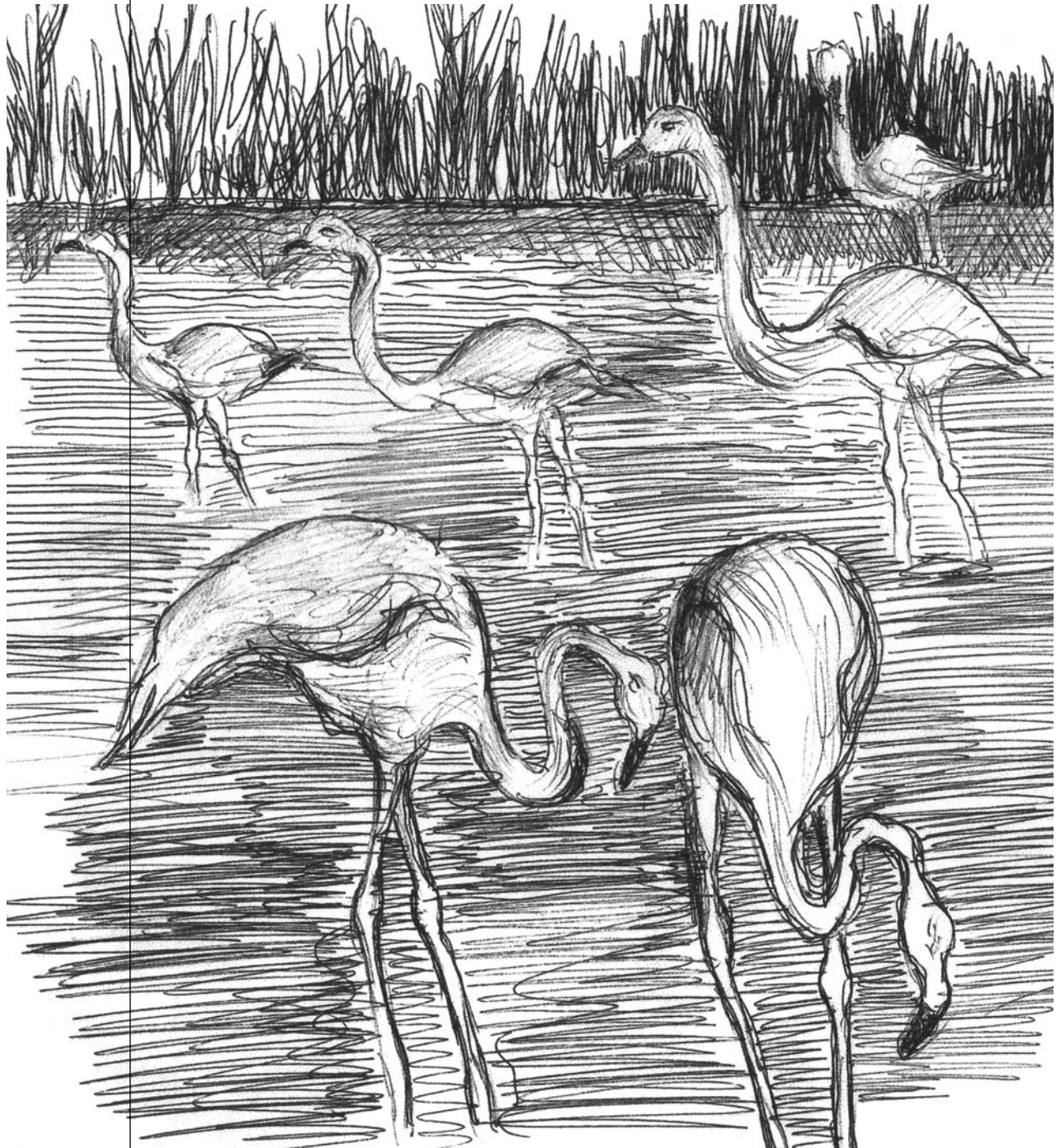
19. [http://www.aslcarbonia.it/documenti/7\\_189\\_20120123144449.pdf](http://www.aslcarbonia.it/documenti/7_189_20120123144449.pdf).

20. Storelli MM1, Scarano C, Spanu C, De

Santis EP, Busco VP, Storelli A, Marcotrigiano  
GO. *Levels and congener profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in sheep milk from an industrialised area of Sardinia, Italy.* Food Chem Toxicol. 2012 May;50(5):1413-7. doi: 10.1016/j.fct.2012.01.008. Epub 2012 Jan 26.

21. Fonte: [www.regionesardegna.it](http://www.regionesardegna.it)-Cagliari, 20 Luglio 2017.

22. Fonte:[www.regionesardegna.it](http://www.regionesardegna.it)



# Dal fluoro inorganico al fluoro organico: i “freon” e l’ozono stratosferico

di Marco CALDIROLI\*

Abbiamo trattato il caso della Fluorsid per mostrare le implicazioni ambientali e sanitarie della trasformazione del fluoro da minerale a sostanze chimiche inorganiche (Acido Fluoridrico e Sali).

L’Acido Fluoridrico è, a sua volta, alla base della produzione di sostanze organiche “*alogenoderivate*” da cui è possibile sintetizzare una ampia gamma di materiali per molteplici usi.

Parliamo sia di molecole relativamente semplici (come il gruppo dei Clorofluorocarburi, es Freon) sia di monomeri e polimeri (resine sintetiche, più genericamente denominate “*materie plastiche*”) in cui le caratteristiche chimiche del fluoro vengono “*enfattizzate*” per dare ai prodotti delle caratteristiche specifiche e ottimali per alcuni impieghi, dai fluidi frigoriferi per i Freon alle superfici antiaderenti delle padelle di uso comune (Teflon).

Oltre agli impieghi già ricordati relativi al fluoro inorganico e prima della sintesi di sostanze organiche (es polimeri) a base di fluoro un importante gruppo di molecole a base di alogeni (non solo fluoro ma anche cloro e bromo) è stato sintetizzato a partire dagli anni '30 : i clorofluorocarburi.

Si tratta di molecole relativamente semplici costituite da due o tre atomi di carbonio e da un numero variabile di atomi di cloro e fluoro (o di altri alogeni).

Inizialmente sono stati prodotti i *fluorocarburi* (o perfluoroalcani - PFC) mediante l’inserimento (“*sostituzione*”) in sostanze idrocarburiche (derivati dal petrolio, per intenderci) di uno o più atomi di fluoro in luogo degli atomi di idrogeno legati con il carbonio dell’idrocarburo di parten-

za (es metano, etano, propano ecc). Si tratta di sostanze ad elevata inerzia chimica (reagiscono difficilmente con altre sostanze), non sono infiammabili e sono altamente stabili anche a temperature elevate. Non sono tossici in quanto tali ma lo sono i prodotti di degradazione come pure alcuni sottoprodotti e intermedi della loro sintesi.

Le loro caratteristiche chimiche le hanno portate ad essere utilizzate come lubrificanti, impregnanti, oli isolanti per usi elettrici (in sostituzione dei PCB).

Un altro gruppo di interesse industriale sono gli *idrofluorocarburi* (HCF) e gli *idroclorofluorocarburi* (HCFC), chimicamente simili ai fluorocarburi se ne differenziano per il mantenimento di uno o più atomi di idrogeno. La inerzia chimica (1) unita ad una estrema volatilità li hanno resi adatti come fluidi per macchine frigorifere e solventi in sostituzione dei clorofluorocarburi (CFC).

Alcuni CFC, come vedremo in un altro articolo parlando della Solvay di Spinetta Marengo (AL) trovano impiego come intermedi nella preparazione di derivati organici fluorurati (fluoroalchili) : i clorofluoroderivati olefinici (idrocarburici) costituiscono la materia prima dei polimeri.

Ed è in questa estensione di impieghi e di applicazioni dei derivati del fluoro che emergono, sia per gli aspetti industriali che ambientali e sanitari, il gruppo dei PFAS (fluoroalchili) al centro dell’emergenza che stanno vivendo molti residenti e una estesa area del Veneto.

Quest’ultima vicenda è oggetto di altri articoli del presente dossier, qui vorremmo porre l’attenzione sui clorofluorocarburi (CFC).

\**Medicina  
Democratica Onlus  
- Castellanza, (VA)*

## IL PRIMO ALLARME : LE SOSTANZE CHE RIDUCONO L'OZONO, IL FREON E I SUOI FRATELLI

I CFC non sono altro che i fluorocarburi (PFC) cui abbiamo accennato "arricchiti" da un altro alogeno (cloro), è questo gruppo di molecole che ha avuto una "esplosione" in alcuni campi (come la refrigerazione) in sostituzione di sostanze pericolose utilizzate in precedenza (come l'ammoniaca, l'ossido di zolfo e il propano) anche per impianti domestici (frigoriferi), quindi in situazioni non controllate, in cui perdite per guasti o rotture potevano dar luogo a gravi effetti per gli utilizzatori non professionali.

La Tabella 1 mostra la composizione delle molecole più semplici (derivate dal metano) di ogni gruppo dei carburi fluorurati di interesse.

La loro sintesi può avvenire in diversi modi, di norma a partire da altri composti organici come il percloroetilene a sua volta producibile dalla reazione (fluorurazione catalitica) di composti olefinici (composti organici di base) con l'acido fluoridrico di cui abbiamo parlato in un altro articolo.

In sostanza si "scambia" un atomo di cloro del composto clorurato di partenza con un atomo di fluoro.

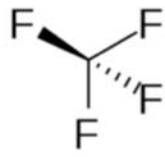
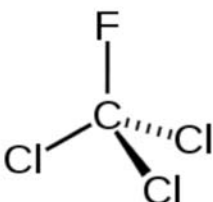
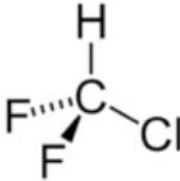
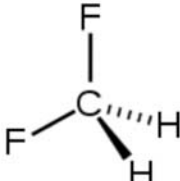
Va ricordato che in tutte le produzioni chimiche vi è una "attitudine": da una sostanza si ottengono "a cascata" altre sostanze in una sorta di albero genealogico estremamente ramificato e volutamente, via via,

fatto "crescere" dalla ricerca. E' una caratteristica intrinseca della chimica moderna: nei laboratori ci si spinge in ogni direzione per trovare nuove molecole cui attribuire nuovi utilizzi o utilizzi sostitutivi di altre sostanze per motivi più diversi ma principalmente con fini industriali/produttivi ovvero per profitto, non considerando preventivamente gli aspetti ambientali e sanitari.

In alcuni casi un sottoprodotto indesiderato è stato, a sua volta, uno snodo della ricerca per trovare impieghi a sostanze di cui non si sapeva che farsene (rifiuti). Un esempio noto: l'eccesso di cloro derivante da altre produzioni (es. bicarbonato) ha indirizzato la ricerca verso altri usi fino alla produzione delle prime armi chimiche ampiamente utilizzate dalla prima guerra mondiale (come l'iprite), finita la guerra gli eccessi sono finiti nella produzione di fitofarmaci come nelle materie plastiche (PVC).

Il passaggio dal carbone al petrolio ha aperto alla produzione di massa di nuovi materiali (con i relativi disastrosi impatti ambientali) sostituendo quelli in uso in precedenza, con costi inferiori e prestazioni apparentemente migliori, ma soprattutto incrementando esponenzialmente produzioni e consumi. Il petrolio è costituito da miscele di idrocarburi facilmente "lavorabili", condizione che ha moltiplicato

**Tabella 1. Denominazioni, formule brute e di struttura dei carburi più semplici (derivati dal metano quindi composti da un unico atomo di carbonio e da corrispondenti quattro legami con altri elementi)**

fluorocarburi (CF o PCF)	clorofluorocarburi (CFC).	idrocolorofluorocarburi (HCFC)	idrofluorocarburi (HFC)
Halon 14 (CF <sub>4</sub> ) Tetrafluorometano	CFC 11 (CFCl <sub>3</sub> ) Triclorofluorometano (Algofrene)	HCFC-22 (CHClF <sub>2</sub> ) monoclorodifluorometano	HFC-32 (CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) Difluorometano
			

esponenzialmente le possibilità di espansione della ricerca (moltiplicazione di *individui chimici* sintetizzabili agevolmente).

L'incrocio tra il cloro e queste nuove produzioni di origine petrolifera ha fatto crescere le produzioni di alcune plastiche (PVC) come di solventi e si potrebbe continuare quasi all'infinito anche perché questo processo è tuttora in corso anche se la maggior parte delle centinaia di migliaia di sostanze chimiche sintetizzate non ha trovato (per ora) impieghi "utili".

Il caso dei CFC è un caso esemplare non solo dell'impiego di elementi nati come scarti di altre produzioni (come il cloro) ma di produzioni avviate senza considerare preventivamente gli impatti ambientali. La ricerca esclusiva dell'obiettivo produttivo (in particolare produrre delle sostanze refrigeranti in sostituzione di altre più pericolose nel nostro caso) rende ciechi sugli impatti ambientali.

Si considera solo parte del ciclo di vita di una sostanza, quello della produzione e del consumo e il singolo produttore – in quanto non responsabile del destino finale – lo immette sul mercato e al consumo fino a "prova contraria" (di tossicità); prova che si costruisce nel tempo sulla pelle dell'ambiente, dei cittadini e dei lavoratori. Solo negli ultimi anni (in Europa con il regolamento REACH sulle sostanze chimiche) assistiamo ad una (parziale) inversione di tendenza di questo meccanismo infermale e distruttivo del pianeta (ben prima e con pari se non maggiore efficacia delle sostanze ad effetto serra).

Tornando alle nostre molecole: nei CFC il rapporto numerico (stechiometrico, per usare il termine chimico) delle diverse componenti (Cloro, Fluoro, Idrogeno) rispetto alla base carboniosa modifica in modo significativo le proprietà chimiche e quindi gli ambiti applicativi ma anche la nocività (grosso modo, maggiore è la presenza di fluoro in sostituzione del cloro meno la molecola è, nell'immediato, tossica).

Fino alla prima metà degli anni '90 i CFC sono stati massicciamente impiegati nel settore della refrigerazione (frigoriferi, condizionatori d'aria sia degli edifici che delle vetture), in quello delle schiume poliuretane

niche come agenti espandenti (pannelli isolanti, schiume spray, etc.) e come propellenti per qualsiasi prodotto spray (bombolette, inalatori per asmatici, etc.) nonché come solventi (settore aeronautico, spaziale, informatico, etc.), infine per la produzione di lubrificanti.

Una denominazione commerciale che li accomuna è Freon.

La "versione" che include una o più molecole di idrogeno e comprende anche il Bromo (clorobromofluorocarburi) e commercialmente indicata come Halon è principalmente utilizzata come agente estinguente (antincendio) (2).

La produzione e il mercato di queste sostanze si è estesa in passato fino all'emergere dell'evidenza dei danni ambientali che queste molecole producevano (3). Un danno determinato a ritroso una volta verificata la riduzione dello spessore dello strato di ozono stratosferico (ad elevate altezze) (4) che ha la funzione di proteggere il pianeta dai raggi ultravioletti provenienti dal Sole che altrimenti ci "friggerebbero".

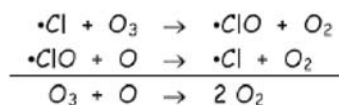
Il meccanismo di riduzione dell'ozono avviene tramite la "liberazione" di un atomo di cloro reattivo (un "radicale libero") dalla molecola di CFC (o altre con proprietà analoghe), la rottura dei legami della molecola avviene grazie all'energia trasferita alla molecola dai raggi ultravioletti. L'ozono (composti da tre atomi di ossigeno) diventa una "normale" molecola di ossigeno (composta da due atomi) perdendo le sue capacità protettive dagli UV.

Da O<sub>3</sub> (ozono) a "semplice" ossigeno (O<sub>2</sub>) come sintetizzato nella figura 1 che segue

### Figura 1. Reazioni di deossigenazione dell'ozono dovute ad alogeni come il cloro contenuto nei CFC

In natura la concentrazione di ozono stra-

#### Ciclo ClO<sub>x</sub>



(un ciclo del tutto analogo si ha anche con il bromo al posto del cloro)

tosferico è un equilibrio tra le reazioni chimiche che portano alla sua formazione (ossigeno ed energia fornita dai raggi solari) e la presenza di radicali “naturali” (come l'idrogeno) o indotti (come l'ossidrilico dovuto ai rilasci di metano in atmosfera, gli ossidi di azoto e i CFCs) (5) che invece spostano l'equilibrio verso la rottura della molecola, disattivando la funzione protettiva dell'ozono.

La particolare attenzione dedicata ai CFCs è dovuta alla loro lunga permanenza nell'atmosfera.

La loro semivita (tempo di dimezzamento della concentrazione iniziale per effetto della degradazione ambientale) dei CFCs in atmosfera è infatti tra i 50 (CFC11) e i 300 anni (CFC114), questi sono anche gli ordini di grandezza stimabili, una volta definite le misure di riduzione, per un ritorno alla situazione prima della massiccia emissione di questi gas in atmosfera per perdite o rilasci volontari a “fine vita”.

Anche se il diretto responsabile della “mutilazione” dell'ozono stratosferico è il cloro, la presenza nella molecola di fluoro è fondamentale, in quanto fa in modo che la molecola stessa sia poco reattiva e possa arrivare, una volta rilasciata nell'atmosfera, anche dopo molto tempo in aree ad elevata altezza (stratosfera), solo qui l'energia “solare” è tale da riuscire a degradarla.

L'entità di tali reazioni è stata riscontrata come talmente estesa da evidenziare l'assottigliamento dello strato di ozono stratosferico ai poli terrestri (ovviamente l'effetto riguarda tutto il pianeta ma è più evidente e agevolmente rilevabile ai poli per peculiari condizioni meteorologiche stagionali). Una estensione al resto dell'atmosfera di tale assottigliamento avrebbe determinato gravissimi danni ambientali fino alla estinzione della vita sul nostro pianeta.

#### **IL PROTOCOLLO DI MONTREAL DEL 1987 E LA SUCCESSIVA REGOLAMENTAZIONE**

Giunti ad individuare i principali colpevoli antropici si è riusciti ad attivare una reazione globale al problema.

Sinteticamente, la convenzione di Montreal del 1987 e i provvedimenti seguenti (da ultimo il cosiddetto emenda-

mento di Kigali del 15.10.2016) hanno stabilito una “exit strategy” dalla produzione e uso di sostanze ozono-lesive che non riguarda solo i CFCs ma i seguenti gruppi di sostanze

1. Clorofluorocarburi (CFC)
2. Altri clorofluorocarburi
3. Halon
4. Tetracloruro di carbonio (CTC)
5. Tricloroetano (TCA)
6. Bromuro di metile (MB)
7. Idrobromofluorocarburi (HBFC)
8. Idroclorofluorocarburi (HCFC)
9. Bromoclorometano (BCM)

Come per i gas ad effetto serra è stata individuata una “scala” di reattività (potenziale di riduzione dell'ozono) in cui le singole molecole dei diversi gruppi chimici sono “misurate” rispetto a una sostanza di riferimento (pari a 1) che nel nostro caso è il “capostipite” ovvero il CFC11.

La Tabella 2 che segue (costituita dalla riunione di due allegati della versione vigente del Protocollo di Montreal) riassume l'elenco delle sostanze, il gruppo di appartenenza (cui sono correlati divieti e restrizioni) e il loro potenziale lesivo nei confronti dell'ozono.

Le sigle indicate nella tabella sono anche quelle che devono comparire nella etichettatura degli apparecchi che li contengono, quindi su condizionatori anche “casalinghi”, estintori portatili e non, proprio per permettere operazioni di manutenzione e di smaltimento a fine vita corrette.

Nell'ultima colonna a destra viene anche indicato il potenziale “effetto serra” (GWP) sui venti anni (come abbiamo detto diversi CFCs hanno semivite elevate e quindi un effetto negativo perdurante, in molti casi non esaurito neppure dopo 100 anni).

I principi di base del Protocollo e degli atti successivi sono i seguenti:

- a) È vietata la produzione di sostanze controllate (con alcune deroghe).
- b) Sono vietati l'immissione sul mercato e l'uso di sostanze controllate (con alcune deroghe).
- c) Può essere autorizzata la fabbricazione

di sostanze controllate come “agenti di fabbricazione”, ne riparleremo, per esempio, per specifici polimeri fluorurati (perfluoropolietteri).

d) Le sostanze controllate possono essere immesse sul mercato solo se presenti in prodotti e apparecchiature che le contengono (ad eccezione di alcune deroghe che

riguardano utilizzo in laboratorio), i contenitori devono portare etichette che indicano la presenza di gas controllati.

e) Con poche eccezioni, sono vietati ed eliminati i sistemi di protezione antincendio e gli estintori contenenti Halon (gruppo III – v. tabella 2).

f) Per gli idrofluorocarburi (6) (gruppo VIII v.

**Tabella 2 Gruppi di sostanze soggette al Protocollo di Montreal, denominazioni e potenziale di riduzione dell’ozono**

Sostanza					Potenziale di riduzione dell’ozono (ODP) (*)	Potenziale effetto serra (GWP) su 20 anni (*)
Gruppo	Formula bruta	Sigla	Denominazione IUPAC	Denominazioni commerciali		
Gruppo I	CFCl <sub>3</sub>	CFC-11	Triclorofluorometano	Algofrene 11, F11	1,0	7.090
	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	CFC-12	Diclorodifluorometano	Halon 122, Algofrene 1	1,0	10.800
	C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	CFC-113	Triclorotrifluoroetano	Arklonev P, Genetron 113	0,8	6.560
	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	CFC-114	Diclorotetrafluoroetano	Arcton 114, Cryofluoran	1,0	7.710
	C <sub>2</sub> F <sub>5</sub> Cl	CFC-115	Cloropentafluoroetano	Genetron 115	0,6	5.780
Gruppo II	CF <sub>3</sub> Cl	CFC-13	Clorotrifluorometano	Arcton 13, Genetron 13	1,0	10.900
	C <sub>2</sub> FCl <sub>5</sub>	CFC-111	Pentaclorofluoroetano		1,0	n.d
	C <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	CFC-112	Tetraclorodifluoroetano	Halocarbon	1,0	5.500
	C <sub>3</sub> FCl <sub>7</sub>	CFC-211	Eptaclorofluoropropano		1,0	n.d
	C <sub>3</sub> F <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	CFC-212	Esaclorodifluoropropano		1,0	n.d
	C <sub>3</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>5</sub>	CFC-213	Pentaclorotrifluoropropano		1,0	n.d
	C <sub>3</sub> F <sub>4</sub> Cl <sub>4</sub>	CFC-214	Tetraclorotetrafluoropropano		1,0	n.d
	C <sub>3</sub> F <sub>5</sub> Cl <sub>3</sub>	CFC-215	Tricloropentafluoropropano		1,0	n.d
	C <sub>3</sub> F <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub>	CFC-216	Dicloroesafluoropropano		1,0	n.d
	C <sub>3</sub> F <sub>7</sub> Cl	CFC-217	Cloroepptafluoropropano		1,0	n.d
Gruppo III	CF <sub>2</sub> BrCl	Halon-1211	Bromoclorodifluorometano	Freon 12B1, BCF	3,0	n.d
	CF <sub>3</sub> Br	Halon-1301	Bromotrifluorometano	Freon 13B1; bromofluoroform	10,0	n.d
	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>	Halon-2402	Dibromotetrafluoroetano	Freon 114B2; Fluobrene	6,0	n.d
Gruppo IV	CCl <sub>4</sub>	CTC	Tetraclorometano (tetracloruro di carbonio)	Halon 104; Freon10	1,1	3.790
Gruppo V	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	1,1,1-TCA	1,1,1-tricloroetano (metilcloroformio)	Clorotene, Trielene	0,1	555
Gruppo VI	CH <sub>3</sub> Br	Bromuro di metile	Bromometano	Halon 1001	0,6	7,6
Gruppo VII	vari	vari	Idrobromofluorometani, -etani o -propani (HBrFC)		da 0,4 a 2,2	17
Gruppo VIII	vari	vari	idroclorefluorometani, -etani o -propani (HCFC)	Vari (anche con denominazione Freon)	da 0,02 a 0,11	10 - 6.780
Gruppo IX	CH <sub>2</sub> BrCl	BCM	Bromoclorometano	Halon 1011	0,12	17
Miscugli	Miscugli contenenti clorofluorocarburi (CFC), anche con idroclorefluorocarburi (HCFC), perfluorocarburi (PFC) o idrofluorocarburi (HFC)				HFC 0,0 HCFC da 0,004 a 0,056 PFC 0,0	HFC da 20 a 11.085 HCFC da 17 a 2.260 PFC da 1 a 8.210
	Miscugli contenenti bromoclorodifluorometano, bromotrifluorometano o dibromotetrafluoroetani					
	Miscugli contenenti idrobromofluorocarburi (HBFC)					
	Miscugli contenenti idroclorefluorocarburi (HCFC), anche con perfluorocarburi (PFC) o idrofluorocarburi (HFC), ma senza clorofluorocarburi (CFC)					
	Miscugli contenenti tetracloruro di carbonio					
	Miscugli contenenti 1,1,1-tricloroetano (metilcloroformio)					
	Miscugli contenenti bromometano (bromuro di metile) o bromoclorometano					

(\*) Fonte : World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 58- SCIENTIFIC ASSESSMENT OF OZONE DEPLETION: 2018.

n.d. dato non disponibile

Tabella 2) i quantitativi immessi sul non devono superare dei valori prefissati (in percentuale rispetto al 1997 e con quantità decrescenti fino alla cessazione della loro produzione entro il 31.12.2019).

g) Le sostanze controllate, una volta cessato l'impiego (es. in apparecchi per la refrigerazione) e prima dello smaltimento del loro contenitore vanno estratte e quindi distrutte con i metodi previsti (7), riciclate o rigenerate (8).

Si evidenzia, come indicato nella nota alla Tabella 3, che per "produzione" si intende l'immissione sul mercato delle sostanze oggetto del protocollo per gli usi come "materie vergini" e non la loro sintesi per la produzione di altre sostanze (come nel caso dei CFC per la produzione di PFAS).

Il Protocollo si occupa dei CFC e delle altre sostanze analoghe per evitare che dalla loro immissione sul mercato (per lo più all'interno di prodotti, dai condizionatori agli estintori) si determini un rilascio incontrollato in atmosfera, in tempi più o meno lunghi. Non si occupa direttamente dei CFC prodotti come intermedi nei processi chimici ovvero che vengono sintetizzati esclusivamente per poter poi essere trasformati in ulteriori e diverse sostanze chimiche.

### RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DEL PROTOCOLLO DI MONTREAL

Il monitoraggio sugli effetti delle iniziative adottate dai paesi firmatari del Protocollo di Montreal ha mostrato un andamento della produzione come visibile nella Tabella 3.

**Tabella 3. Andamento mondiale del consumo di sostanze lesive per l'ozono, dati annuali per il 1986, 1990, 2000, 2010 e 2017. Dati in tonnellate ODP (le quantità prodotte per singola sostanza soggetta al Protocollo sono state moltiplicate per il potenziale di riduzione dell'ozono)**

Sostanze o gruppi di sostanze controllate	1986 o primo anno di riferimento	1990	2000	2010	2017
Clorofluorocarburi (CFC)	1.072.295,8	764.284	133.028,5	- 322,6	- 1.051,3
Halon	197.458	172.854	20.345,2	-162,8	- 1,5
Altri clorofluorocarburi)	3.318 (1989)	332	54,1	- 3,1	- 66,3
Tetracloruro di carbonio (CTC)	70.709,4 (1989)	80.017,3	53.013,2	-1.581,3	-1.728,4
Tricloroetano (TCA) (metilcloroformio)	70.709 (1989)	1.837	1.405,8	- 87,2	- 46,8
Bromuro di metile (MB)	39.857 (1991)		27.569,2	4.496,2	- 6,8
Idrobromofluorocarburi (HBFC) (*)	0,5 (1989)	0	0	- 0,3	- 0,4
Idroclorofluorocarburi (HCFC)	14.511,5 (1989)	2.477,6	37.753,7	38.157,6	1.495,4
Bromoclorometano (BCM) (**)	0	0	0	0	0

Fonte : interrogazione del database del Segretariato UNEP per l'Ozono ( <http://ozone.unep.org> ); v. anche UNEP "Production and Consumption of Ozone Depleting Substance under the Montreal Protocol. 1986-2004".

Nota: Per "produzione" il Protocollo di Montreal considera la quantità di sostanze controllate prodotte, meno la quantità distrutte con le tecnologie autorizzate e meno la parte interamente utilizzata come materia prima nella fabbricazione di altre sostanze chimiche (la quantità riciclata e riutilizzata non è considerata come "produzione").

Per motivi di spazio sono stati riportati i dati del 1986 (anno base di riferimento del Protocollo di Montreal per quasi tutte le sostanze) nonché i valori di anni significativi (1990 primo anno di piena applicazione del Protocollo, i valori a 10 (2000) e a 20 anni (2010) e l'anno più recente.

(\*) Il Protocollo è attivo per questa sostanza dal 1996.

(\*\*) Il Protocollo è attivo per questa sostanza dal 2002 (per quell'anno sono stimate 50,3 t di produzione).



La Tabella 4 invece riporta la stima delle sostanze lesive dell'ozono utilizzate come materia prima ovvero, propriamente, come intermedi per altre produzioni (in particolare polimeri) quindi al di fuori della regolamentazione, dei divieti e delle restrizioni del Protocollo e la "base line" (le quantità di

riferimento nel 1986 o negli anni successivi per le sostanze che sono state aggiunte successivamente nel Protocollo di Montreal). Il confronto tra i due valori può dare una idea del percorso fatto.

In sintesi, dai dati della Tabella 4, si può dire che vi è stata una drastica riduzione nei

**Tabella 4. - Totale (in ODP – potenziale di riduzione dell'ozono) di sostanze lesive dell'ozono prodotte come materie prime (2016) a livello mondiale, principali utilizzi e confronto con la "base line" del consumo rispetto al Protocollo di Montreal**

Sostanza	Utilizzi principali	Potenziale di riduzione dell'ozono (ODP)	Tonnellate 2016	Tonnellate in ODP 2016	Tonnellate ODP "base line" (anno di riferimento) (**)
CFC-113	Polimeri a base di cloro-trifluoroetilene; Acido trifluoroacetico e pesticidi derivati; refrigeranti	0,8	104,122	83,297	1.102.996,5 (1986)
CFC-114	HFC, refrigeranti	1	51,755	51,755	
CFC-12	In fase di eliminazione	1	20	20	
Halon-1301	Farmaci e agrofarmaci	10	753	7.535	219.153,8 (1986)
Altri cloro-fluorocarburi		1	0	0	3.414,8 (1989)
Tetracloruro di Carbonio	Percloroetilene, HFO; intermedi pesticidi piretroidi	1,1	221.554	243.709	325.767,6 (1989)
Metil cloroformio (Tricloroetano)	HCFC	0,1	93.036	9.304	62.436,9 (1989)
Bromuro di Metile	Fumigante per disinfezzazione (proibito dal 2010); farmaci e biocidi	0,6	4.248	2.549	43.098,0 (1991)
HCFC-22	Tetrafluoroetilene (PTFE)	0,055	539.473	29.671	36.845,4 (1989)
HCFC-124	Altri HCFC	0,022	24.017	528	
HCFC-141b	Altri HFC	0,11	13.010	1.431	
HCFC-123	Farmaci e agrofarmaci, HFC	0,02	4.822	96	
HCFC-142b	Vinilidene fluoruro (elastomeri e polimeri fluorurati)	0,065	129.692	8.431	
HCFC-133a	Altri HFC	0,06	943	57	
HBFC-22B1	Altri HFC	0,74	124	91	0,6 (***)
HBFC-31B1	Altri HFC	0,73	3	2	
Bromoclorometano	Fluido antincendio; solvente	0,12	1.965	236	50,3 (****)
<b>Totali</b>			<b>1.189.536</b>	<b>438.712</b>	<b>1.871.627</b>

Fonti :

(\*) United Nations Environment Programme Ozono Secretariat "Montreal Protocol on Substance that Deplete the Ozono Layer. 2018 Report of the medical and chemical technical options Committee". Giugno 2018.

(\*\*) UNEP - Production and consumption of Ozone Depleting Substance under the Montreal Protocol, 1986-2004; giugno 2005 . L'anno di riferimento è il livello produttivo della sostanza preso a riferimento per la verifica del raggiungimento degli obiettivi del Protocollo, gli anni sono diversi in quanto nel tempo si sono aggiunte ulteriori sostanze rispetto a quelle originarie (CFCs).

(\*\*\*) Anno di riferimento non previsto, il Protocollo prevedeva l'azzeramento della produzione entro il 1996 ad eccezione degli usi "essenziali" esplicitamente assentiti e autorizzati.

(\*\*\*\*) Anno di riferimento non previsto, il Protocollo prevedeva l'azzeramento della produzione entro il 2002 ad eccezione degli usi "essenziali" esplicitamente assentiti e autorizzati.

CFC, negli Halon; importanti riduzioni nel metilcloroformio e nel bromuro di metile; ridotte riduzione nel tetracloruro di carbonio ed invece un incremento (rispetto al “*dato di partenza*”) per gli HCFC e i HBFC, introdotti, appunto come sostituti meno “*pericolosi*” dei CFC e solo negli ultimi anni oggetto di politiche di riduzione.

La principale difficoltà per la sostituzione dei HCFC è connessa all’impiego nelle “*schiume*” (foam) ovvero a poliuretani, polistirene e altri polimeri plastici simili la cui produzione continua a incrementarsi e di cui è previsto un ulteriore incremento (+ 3,87 % tra 2017 a 2023 con una produzione mondiale stimata in quasi 29 milioni di tonnellate). I consumi di questi polimeri si concentrano nell’isolamento in edilizia e nell’imballaggio.

La situazione può essere così sintetizzata:

- Vi sono segnali positivi di ripristino dello strato di ozono stratosferico ai poli (v. <http://ozone.unep.org/news/nasa-provides-first-direct-evidence-ozone-hole-recovery>) si stima però che un ritorno alle condizioni pre-1980 non potrà avvenire prima del 2050.
- Vi è la necessità di ulteriori provvedimenti su queste sostanze in quanto molte hanno anche un elevato potenziale di riscaldamento globale (ancorchè inizialmente non considerate nella Convenzione Quadro sui cambiamenti climatici).
- L’incremento, in particolare nei paesi “*emergenti*” (es. Cina) nel consumo di idroclorofluorocarburi ha determinato la necessità di estendere anche a queste sostanze restrizioni d’uso pena una regressione dei risultati raggiunti sui CFC.
- Andamenti variabili nel tempo (incremento negli ultimi anni nella produzione di CFC11) evidenziano che non si può abbassare la guardia (v. esito della riunione delle parti firmatarie del 18.06.2018. <http://ozone.unep.org/node/100367>).
- Gli HFC (idrofluorocarburi – gruppo VIII del protocollo di Montreal, vedi figura 1, denominati anche F-GAS (9) sono stati inizialmente individuati come sostituti dei CFC (nella molecola non c’è il cloro) ma, pur non essendo ozono-lesivi, si sono dimo-

strati potenti gas-serra (10). L’emendamento di Kigali al Protocollo di Montreal del 2016 ha introdotto obblighi per la riduzione dell’80 % di tali sostanze entro 30 anni (2050).

• L’Europa con il regolamento UE 517/2014 (11) ha anticipato gli obblighi di riduzione per gli HFC introducendo sia sistemi di divieto e restrizioni d’uso su nuovi prodotti sia di gestione (recupero) dei gas contenuti in apparecchiature in uso (soprattutto di refrigerazione e antincendio). I divieti di immissione in commercio di apparecchiature contenenti HFC e PFC (perfluorocarburi) sono stati introdotti in modo graduale. Per fare un esempio, mentre dal 1.01.2015 è vietato vendere frigoriferi e congelatori domestici con HFC con un potenziale di riscaldamento globale (GWP) superiore a 150 per alcune tipologie di sistemi di condizionamento d’aria monosplit occorre attendere il 1.02.2025 (per non dire delle deroghe in campo militare – sic ! – e medico).

## **SOSTANZE OZONO LESIVE E CON EFFETTO SERRA**

La vicenda degli HFC ha il sapore di un paradosso frequente nella storia industriale: per mettere una pezza a un problema se ne crea (o se ne aggrava) un altro. Per ridurre la riduzione dello strato di ozono i CFC vengono sostituiti dagli HFC ma questi contribuiscono in modo significativo ai gas climalteranti.

A titolo d’esempio nella tabella 5 si riporta il bilancio (stima) dei gas ad effetto serra rilasciati dall’Italia tra il 1990 e il 2005, ove è visibile l’apporto dei CFC e affini. Non è un apporto preponderante ma è comunque significativo.

In altri termini.

- Per la riduzione delle emissioni di CFC sottoposti al Protocollo di Montreal sono entrati in campo gli HCFC con potenziale lesivo per l’ozono inferiore ma successivamente sottoposti a restrizioni e oggi in via di dismissione.

- Per sostituire i due gruppi (CFC e HCFC) sono entrati in campo gli HFC (idrofluorocarburi o F Gas) ma molte sostanze di questo gruppo hanno elevati effetti sull’effetto serra pertanto le più recenti regolamenta-

zioni europee (517/2014) porteranno alla riduzione del loro utilizzo nei prossimi anni.

- Ora si affacciano, in particolare nel campo della refrigerazione, gli HFO che non sono infiammabili (come alcuni HCF), non hanno effetto lesivo per l'ozono e un potenziale di riscaldamento globale estremamente ridotto.

Il HFO (la molecola base è CHF=CF<sub>2</sub> un derivato fluorurato dell'etilene) non ha effetto lesivo sull'ozono e un effetto serra pari a 0,0019 (sempre fatto 1 il potenziale della anidride carbonica) e una semivita di soli 1,4 giorni.

Siamo finalmente alla quadra ?

Non siamo certamente alla fuoriuscita dai processi produttivi e di consumo dell'esteso gruppo dei composti fluorurati, organici e inorganici, neppure per quelli con evidenti effetti ambientali a breve, medio o lungo termine.

#### **E' ANCORA DA AFFRONTARE PIENAMENTE IL TEMA DELLE PRODUZIONI E DEGLI IMPATTI AMBIENTALI**

Se l'obiettivo del Protocollo di Montreal è quello di ridurre (e azzerare) il rilascio di sostanze lesive dell'ozono nell'ambito del ciclo di vita delle apparecchiature che lo

contengono (come refrigerante, estinguenti ecc) e la loro eliminazione per quanto riguarda l'uso "tal quale" (solventi e propellenti come già ricordato) non vi è alcun divieto nella produzione di CFC e altri fluorurati quali "intermedi" per la produzione di altre sostanze ed in particolare fluoropolimeri (come i PFAS di cui si parla in altri articoli di questo dossier).

Si veda a tale proposito la seconda colonna della Tabella 4.

La sintesi di CFC o altre sostanze lesive dell'ozono quali intermedi o "agenti di fabbricazione" (12) determinano rilasci di fluoro o di altre sostanze cui si applicano le norme relative alle emissioni industriali (direttiva 75/2010) che non tengono conto direttamente del Protocollo di Montreal. Quest'ultimo rimanda ad obblighi generali: " *Le imprese adottano tutte le misure precauzionali praticabili per evitare e ridurre al minimo fughe ed emissioni di sostanze controllate usate come materia prima o agente di fabbricazione*" come per produrre "altri prodotti chimici."

Va detto che la Commissione (Segretariato UNEP sull'Ozono) si è occupata di monitorare anche la "transizione" (riduzione/sostituzione) dei fluorurati (in primis il CFC-11) in particolare dagli usi nelle schiume espanse (13) e nelle materie plastiche (polistirene e poliuretano principal-

**Tabella 5. Emissioni di gas serra, per gas, Italia anni 1990, 2000, 2010 e 2015 (migliaia di tonnellate di anidride carbonica equivalente)**

Sostanze o gruppi di sostanze controllate	1990	2000	2010	2015
Kt CO2 equivalente				
Anidride carbonica	434.968	466.241	425.304	357.199
Metano	54.242	53.067	43.694	43.212
Protossido di azoto	27.761	30.018	20.171	18.759
HCFs	444	2.105	9.581	12.264
PFCs	2.907	1.488	1.520	1.638
Esaffluoruro di zolfo	408	603	391	430
Trifluoruro di azoto	-	13	20	28
<b>Totali</b>	<b>519.917</b>	<b>552.864</b>	<b>505.047</b>	<b>433.025</b>

Fonte : elaborazione da : *Annuario dati ambientali 2018* ISPRA (dati senza compensazioni da cambio uso dei suoli e assorbimenti da foreste).

mente) utilizzate nella coibentazione/isolamento. Anche in questo campo la “fuoriuscita” (emendamento di Kigali) dall’utilizzo di HCFC quali sostituti dei CFC determinerà importanti cambiamenti nella produzione di tali materiali.

La comunità europea, inoltre, con il Regolamento 1005/2009 (14) si è preoccupata anche di stabilire dei principi per ridurre gli impatti connessi con la produzione (autorizzata) di composti ozono lesivi utilizzate come materia prima o agente di fabbricazione ovvero intermedi (15).

L’art. 23 del regolamento dedicato alle “fughe delle emissioni controllate” prescrive, tra l’altro, che:

“5. Le imprese adottano tutte le misure precauzionali praticabili per evitare e ridurre al minimo fughe ed emissioni di sostanze controllate usate come materia prima o agente di fabbricazione.

6. Le imprese adottano tutte le misure precauzionali praticabili per evitare e ridurre al minimo fughe ed emissioni di sostanze controllate prodotte involontariamente durante la fabbricazione di altri prodotti chimici.

7. La Commissione può stabilire un elenco delle tecnologie o delle pratiche che le imprese sono tenute ad adottare per ridurre al minimo fughe ed emissioni di sostanze controllate.”

La “perdita” (emissioni “fuggitive”) di gas fluorurati compresi negli elenchi del Protocollo di Montreal lungo il processo di produzione di altre sostanze può avvenire in diversi punti : oltre alla produzione (sintesi), la movimentazione in sito, lo stoccaggio, il carico/scarico, il trasporto e negli “usi finali”. L’entità di tali emissioni è funzione del livello tecnologico e della correttezza gestionale degli impianti ed è estremamente difficile da stimare (se non siete i produttori ....).

Ad esempio l’Agenzia Europea per l’Ambiente (EEA) ha stimato che dalle produzioni come intermedi di sostanze lesive per l’ozono (pari a 164.922 tonnellate nel 2016 in Europa) la quota “fuggita” in atmosfera è stata pari allo 0,06 % (82 tonnellate) (16). Ma si tratta di valori forniti dalle aziende, le stesse aziende che, dovendo dichiara-

re le emissioni (registro E-PRTR) nello stesso anno hanno dichiarato emissioni di tali sostanze per una quantità maggiore, pari a 180 tonnellate.

Altre stime ritengono plausibile una “perdita” in atmosfera pari al 5 % delle sostanze prodotte, ove tale livello fosse estensibile a tutte le produzioni, nel caso europeo (2016), sarebbero ben 8.246 tonnellate ma occorre distinguere processo per processo, azienda per azienda.

L’Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC) “raccomanda” una soglia da non superare per i rilasci di HFCs durante la produzione non superiore allo 0,5 %.

Sulla base di questo valore di riferimento è stato individuato un valore “plausibile” di emissioni fuggitive per le produzioni in Europa tra 2.194 e 5.948 tonnellate (espresse in ODP). Comunque troppe e da ridurre. Per questi motivi le indicazioni del regolamento 1005/2009 sulle emissioni fuggitive non specificano obiettivi o soglie ma, nell’ambito di un minimizzazione dei livelli di rilascio, rimandano ad un esame caso per caso e alla individuazione di “prassi e migliori tecnologie” applicabili sulla falsariga della direttiva generale sulle emissioni industriali e sulla riduzione e prevenzione integrata dell’inquinamento. In altri termini contando sulla attenzione e sul rigore, in fase autorizzativa e di sorveglianza, da parte degli enti nazionali e locali.

Si stima che l’applicazione di misure rigorose (come condizioni strettamente controllate nelle produzioni che includono idonee apparecchiature di controllo puntuale di processo, reazioni in ciclo chiuso, riciclo interno degli intermedi, post combustione delle emissioni) potranno ridurre allo 0,1 % le emissioni fuggitive durante le produzioni.

Analoghe considerazioni possono essere svolte quando le sostanze interessate dal Protocollo di Montreal sono utilizzate come “agenti di fabbricazione” (o di processo) ovvero quando vengono utilizzati in altri processi chimici per produrre altre sostanze senza che vi sia reazione (per lo più utilizzo come solventi nelle reazioni).

In questo caso vi sono comunque rilasci come emissioni in traccia in relazione alle modalità dei processi. Tali emissioni sono

state prese in considerazione dalla Commissione (TEAP) che ha cercato alternative per 40 applicazioni prese in considerazione. Parliamo di usi per una quantità che nel 2016, a livello mondiale, è stata pari a 542.700 tonnellate (con un picco nel 2010 pari a 1.340.466 tonnellate) principalmente in Europa (17) cui sono state associate emissioni (esprese in ODP) pari a 108.860 t (2016). Il tema e le relative criticità sono aperte.

Il sostanziale successo del Protocollo di Montreal non ha potuto (non era neppure tra gli obiettivi) vietare in assoluto anche solo parte delle sostanze fluorurate (e similari) con effetti lesivi sullo strato di ozono. Diversi CFC sono praticamente usciti dalla produzione per sostituzione con altri deri-

vati meno problematici ma le produzioni, in particolare di polimeri fluorurati, non dà alcun segno di riduzione.

E' su questa partita considerata dagli estensori del Protocollo ma sostanzialmente rimandata alle competenze nazionali di tutela ambientale e di controllo sulle industrie che è possibile individuare l'origine di eventi quali quelli della ampia contaminazione da PFAS o, in scala minore, di contaminazione del territorio intorno a siti produttivi. Forse meno eclatanti rispetto alla vicenda Fluorsid ma non meno pesanti in termini di effetti ambientali e sulla salute. Cercheremo di entrare nel merito di alcuni aspetti relativi ai diversi casi degli impianti Solvay di Spinetta Marengo e della River di Piacenza, passando per la Miteni di Trissino (VI).

#### NOTE

1. Il termine "inerte" non va considerato come sinonimo di non pericoloso biologicamente, significa esclusivamente che non reagisce o per reagire occorre aggiungere una quantità elevata di energia al sistema. L'amianto è una sostanza inerte ma, se respirato, la sua inerzia (che significa in questo caso capacità di resistere agli attacchi organici) ne garantisce, purtroppo, la persistenza, l'accumulabilità e la induzione di effetti infiammatori fino al mesotelioma. Analoghe considerazioni possono essere fatte per molti composti fluorurati organici mentre composti inorganici del fluoro, come l'acido fluoridrico di cui si è parlato nell'articolo precedente, hanno il problema opposto, di essere particolarmente reattivi e quindi estremamente pericolosi nell'immediato.

2. Attualmente i principali sostituti dei CFC nel campo della protezione antincendio sono i gas Argon e Azoto (che non sono tossici, non hanno effetto gas serra né riducono l'ozono) nonché l'anidride carbonica (o miscele tra questi gas). La non tossicità non significa assenza di pericolo in quanto un agente estinguente (gas inerte) ha lo scopo di ridurre l'ossigeno nel luogo interessato dall'incendio fino a livelli tali da eliminare il fattore comburente della combustione ma si determina un rischio per l'uomo proprio per il basso livello di ossigeno nel locale. I lavoratori deceduti alla Lamina di Milano o quelli presso l'Archivio di Stato di Arezzo hanno purtroppo subito le conseguenze di tali qualità chimico-fisiche.

3. Non mancarono, in modo analogo per la que-

stione delle sostanze antropiche ad effetto serra, i negazionisti delle responsabilità umane di tale compromissione ambientale.

4. Da non confondersi con l'ozono troposferico (denominato anche come smog fotochimico) che si produce a causa di attività umane (emissioni di sostanze organiche volatili che reagiscono con le altre sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera in presenza di temperature elevate, quindi principalmente in estate) e si forma a basse altezze dove vive l'uomo (di norma lontano dalle fonti primarie). Questo ozono non svolge alcuna funzione ambientale, anzi è dannoso per le vie respiratorie.

5. Altre sostanze clorate ozono lesive emesse in quantità significative sono il cloruro di metilene, il metilcloroformio, il cloruro di metile, il cloroformio e il tetracloruro di carbonio.

6. Tra questi: Clorodifluorometano (HCFC-22) Diclorotrifluoroetani (HCFC-123) Diclorofluoroetani (HCFC-141 e HCFC141b) Clorodifluoroetani (HCFC-142 e HCFC 142b) Dicloropentafluoropropani (HCFC-225 e HCFC-225ca e HCFC-225cb).

7. Tra i metodi di distruzione considerati adeguati, a seconda del tipo di sostanza : forni per cemento, incenerimento, cracking in reattore, plasma, dealogenazione catalitica, reattori a vapore ad altissima temperatura, reazioni chimiche con anidride carbonica.

8. Si rammenta che vietato smaltire in discarica (Dlgs 36/2003) : "rifiuti che contengono fluidi refrigeranti costituiti da CFC e HCFC, o rifiuti contaminati da CFC e HCFC in quantità superiore al 0,5% in peso riferito al materiale

di supporto”.

9. Sono compresi gli HFC (19 molecole), i perfluorocarburi (PCF – 7 molecole) e l’esafluoruro di zolfo.

10. Per esempio l’HFC-23 trifluorometano ha un GWP (potenziale di riscaldamento globale – l’anidride carbonica ha un GWP = 1) pari a ben 14.800, l’esafluoruro di zolfo (usato nella produzione di leghe di magnesio) pari a 22.800. Nel complesso si stima che le emissioni di sostanze ozono-lesive siano anche responsabili di un incremento di 0,5 °C in termini di effetto serra.

11. Recepito in Italia con il d.p.r. n. 146 del 16.11.2018 che ha abrogato e sostituito il precedente d.p.r. n. 43 del 27.01.2012.

12. Vi sono diverse “strate”, quella principale è facendo reagire derivati clorurati con acido fluoridrico (le tecnologie sono diverse, quella più utilizzata è il letto fluido), altri sistemi meno utilizzati sono quello della fluorurazione diretta (reazione tra fluoro elementare e sostanze clorate) e la fluorurazione elettrochimica con acido fluoridrico.

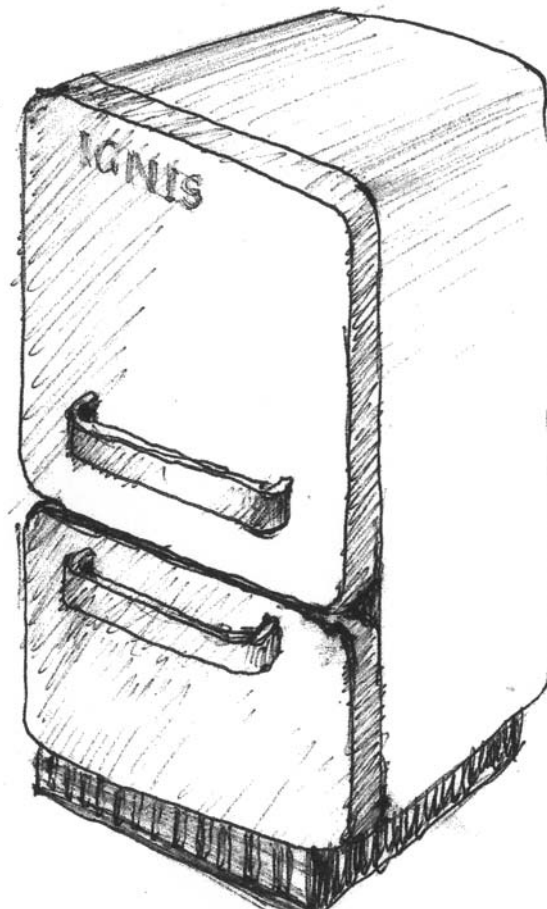
13. Nel 1989 il 71,3 % del CFC-11 era utilizzato nel comparto delle schiume espanse, tale utilizzo è drasticamente sceso negli anni duemila.

14. REGOLAMENTO (CE) N. 1005/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 settembre 2009 sulle sostanze che riducono lo strato di ozono

15. La definizione di «*materia prima*» contenuta nel regolamento è la seguente “*ogni sostanza controllata o sostanza nuova sottoposta a trasformazione chimica mediante un processo a seguito del quale la sua composizione d’origine è totalmente modificata e le cui emissioni sono trascurabili*” quasi identica alla definizione di intermedio contenuto nel regolamento REACH sulle sostanze chimiche “*una sostanza fabbricata, consumata o utilizzata per essere trasformata, mediante un processo chimico, in un’altra sostanza*”.

16. EEA Report 12/2017 “*Aggregated data reported by companies on the import, export, production, destruction and feedstock and process agent use of ozone depleting substances in the European Union*”, 2017.

17. Tra gli usi principali: assorbimento del cloro nelle produzioni di cloroalcali, produzione di gomme clorate, polimeri aramidici, perfluoropolietteri, ciclodina, bromurazione dello stirene, particolari fibre in polietilene.



# Dalla Fluorsid di Porto Marghera alla Solvay di Spinetta Marengo

di Marco CALDIROLI\*

Malgrado il procedimento giudiziario il gruppo Fluorsid non ha arrestato la sua espansione e prosegue in una “conquista” del settore del fluoro “di base” (inorganico) come pure cerca di estendersi al mercato dei prodotti di alluminio nonostante le difficoltà (chiusura di Alcoa a Portovesme tra i principali clienti e la chiusura della miniera sarda di Silius).

Risale all'aprile 2018 l'acquisizione, tramite la propria controllata Alkeemia,(1) dello stabilimento Solvay Fluor Italia Spa (Solvay Specialty Polimers Italy Spa) di Porto Marghera (già Ausimont poi Solvay Solexis Spa). L'azione di Fluorsid appare speculare a quella di Solvay, nel piano industriale presentato da Alkeemia (marzo 2018) per l'impianto veneziano si afferma infatti che Solvay (2) intende concentrarsi sui polimeri fluorurati presso gli impianti di Spinetta Marengo e che la fornitura di acido fluoridrico, alla base di tali produzioni, può essere garantita da altri soggetti cui si candida, appunto, la Fluorsid mediante un accordo con Solvay della durata di 18 anni (condizione che salvaguarderebbe i 70 lavoratori) (3).

Le condizioni contrattuali riguardano anche le “passività ambientali (che) saranno regolate da un accordo tra le parti che è parte integrante dell'Asset Purchase Agreement”. Quali sono queste “passività ambientali”? Principalmente quelle derivanti dalla posizione del sito aziendale all'interno del Sito di interesse nazionale (contaminato) SIN “Porto Marghera”. Le imprese insediate, a partire dall'Accordo 9.03.1998 (4) si sono impegnate (ricordiamo che il processo presso l'aula bunker del Tribunale di Venezia è iniziato 3.03.1997 con l'udienza preliminare e il 13.03.1998 in fase dibattimentale) in

un percorso per interventi di messa in sicurezza, bonifica e rilancio economico tuttora in corso il cui risultato più noto sono le grandi navi da crociera nella Laguna ... battute a parte, questa rivista tornerà anche sulla vicenda del SIN di Venezia-Mestre.

Ulteriori aspetti ambientali possiamo intravederli nelle autorizzazioni pregresse ma anche dalle dichiarazioni PRTR (5) (ultimo anno disponibile): nel 2004 la Solvay Fluor dichiarava una emissione nelle acque di scarico di 5.620 kg di fluoruri mentre l'impianto Fluorsid di Assemini ne dichiarava 9.030 kg (nel 2014). L'assenza di dichiarazioni negli anni successivi fa supporre che i livelli di rilascio nelle acque siano stati inferiori a 2.000 kg/anno almeno ufficialmente: le indagini giudiziarie di cui abbiamo parlato per la Fluorsid fanno pensare che la reale entità del rilascio negli scarichi negli ultimi anni sia ben superiore.

Le produzioni veneziane passate di mano consistono in un impianto di acido fluoridrico (FO), uno per idrofluorocarburi (HFC) e un altro per idroclorofluorocarburi (HCFC) (Meforex e FRI-M) ovvero di “sostituti” dei CFC di cui si è parlato nell'articolo precedente, nonché alcuni derivati (come l'alluminio policloruro). Le produzioni di HFC e HCFC risultano sospese da diversi anni prima della cessione alla Fluorsid. Ausimont, nell'accordo del 1998, aveva previsto interventi di riduzione delle emissioni di fluoro e derivati (termoossidazione degli HCF e HCFC) come dei reflui contenenti acido cloridrico.

Nel piano industriale di acquisizione si parla di produzioni diverse (ulteriori) rispetto all'acido fluoridrico : “ la possibilità di sviluppare nuove produzioni di chimica del fluoro, per le quali sono già allo studio

\*Medicina  
Democratica Onlus  
- Castellanza, e  
Provincia di  
Varese

*alcune interessanti iniziative.*” Qualcosa con cui sostituire HFC e HCFC (nell’industria petrolchimica è agevole “riciclare” in toto o in parte impianti non più attivi ove non lasciati arrugginire e collassare su sé stessi).

E’ attiva anche una discarica (in località Fusina) per rifiuti non pericolosi (gesso granulare dal trattamento della fluorite per la produzione di acido fluoridrico come abbiamo già visto per l’impianto di Assemini). Come a Cagliari la Fluorsid intende valorizzare i sottoprodotti (gesso, fluorite sintetica e anidrite) anche se ci permettiamo di far notare, almeno per la parte gesso, che le premesse sarde, oggetto delle indagini della Procura, non sono promettenti per la tutela dell’ambiente.

E’ anche vero che tra le intenzioni di Arkeemia vi è quello “di implementare un organico Modello di Organizzazione, Gestione e Controllo (MOGC 231) previsto dal D.Lgs. 231/2001 al fine della prevenzione di innumerevoli famiglie di reati presupposto della responsabilità amministrativa, in un’ottica di miglioramento continuo.”

Sempre nel piano industriale emerge anche un altro soggetto : quando si parla di mercato dell’acido fluoridrico, si richiama la società Miteni di Trissino (VI): “Come già detto, componente essenziale del deal, per entrambe le parti, è il contratto di fornitura di acido fluoridrico anidro da Alkeemia a Solvay (a Spinetta Marengo e Tavaux) per una durata di circa 18 anni e per volumi sostanzialmente analoghi agli attuali, sufficiente da solo a garantire la sostenibilità del progetto industriale e la continuità produttiva nel lungo periodo.

*È ferma intenzione di Alkeemia aggiungere, a tali volumi garantiti, le quantità di acido fluoridrico anidro disponibili quantomeno sul mercato italiano, ormai da anni lasciate in mano ai concorrenti esteri. Si tratta di circa 3-4.000 T/anno, suddivise tra Finchimica, Miteni e alcune raffinerie e impianti petrolchimici che impiegano l’acido fluoridrico come catalizzatore di alchilazione (Esso e Sasol ad Augusta, Saras in Sardegna, Eni a Sannazzaro).”*

E’ opportuno rammentare che gli usi dell’acido fluoridrico sono, per il 90 %, quale intermedio in altre produzioni (60 % circa

composti organici – polimeri - del fluoro e il 30 % a composti inorganici), il 5 % viene utilizzato come agente di decapaggio di superfici metalliche (attività galvaniche), il 3% per incisione di superfici vetrose, l’1 % come catalizzatore di reazioni chimiche nell’industria petrolchimica, le rimanenti quantità sono distribuite nelle costruzioni, nel lavaggio industriale e nella produzione di celle solari (6).

#### **GLI IMPIANTI E LE ATTUALI PRODUZIONI SOLVAY A SPINETTA MARENGO**

Attualmente le attività degli impianti di Spinetta Marengo sono (ancora) regolate dalla Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata dalla provincia di Alessandria n. 206 del 24.06.2010 alla Solvay Solexis Spa ora Solvay Specialty Polymers (per gentile concessione della Provincia questa autorizzazione – che avrebbe dovuto scadere il 24.06.2016 scadrà il 24.06.2022) (7).

Non è intenzione, né pretesa, di queste note ripercorrere la storia di questi impianti, meriterebbe ben altro spazio e approfondimento, ma solo far emergere il ruolo degli stessi nel campo del fluoro organico. (8) Gli impatti ambientali di questi impianti sono stati oggetto di numerosi articoli nella storia di questa rivista, redatti in particolare da Lino Balza e da Luigi Mara.

Le produzioni coprono quelle del fluoro dalla sua “base” inorganica (acido fluoridrico), passano per i CFCs e gli altri fluorocarburi che abbiamo visto nell’articolo precedente fino ad una ampia gamma di polimeri organici fluorurati di esteso utilizzo tra cui il PTFE commercialmente denominato Teflon.

Gli impianti, che occupano una superficie di 1.200.000 m<sup>2</sup>, attualmente eserciti sono i seguenti :

- **Algofrene** (clorodifluorometano CHClF<sub>2</sub>) il perfluoroalcano più semplice (Freon 22);
- **Tetrafluoroetilene** monomero (C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), la base per la produzione dei polimeri PTFE (politetrafluoroetilene);
- **Algoflon** ovvero il PTFE (polimero di tetrafluoroetilene) denominato commercialmente anche Teflon, Fluon, Algoflon (perfluorocarburo);
- **Hyflon** è un PTFE (Algoflon) modificato;
- **Perfluoropropene** (C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>) utilizzato per la



produzione di elastomeri come il Tecnoflon;

- **Tecnoflon** è un PTFE nella forma di elastomero, in soldoni un polimero “*elastico*” e deformabile simile al cacciù (Solvay ha realizzato un nuovo impianto cinese a Changsu dedicato a questo prodotto per la forte richiesta di mercato);

- **Perfluorovinileteri** e telomeri iodurati;

- **Fomblin** (diverse formulazioni) un altro polimero a base di Tetrafluoroetilene monomero usato per oli e grassi lubrificanti ad alte prestazioni;

- **Acido fluoridrico** (che in questo caso è una materia prima proveniente dall'esterno e un sottoprodotto delle altre lavorazioni);

- **Cloruro ferrico**;

- **Policloruro di alluminio**.

I processi di sintesi iniziano dalla reazione tra cloroformio e acido fluoridrico ( $\text{CHCl}_3 + 2 \text{HF} = \text{CHF}_2\text{Cl} + 2 \text{HCl}$ ) per la produzione del tetrafluoroetilene. Una reazione che può avvenire sia in fase liquida che vapore, con appositi catalizzatori, per dealogenazione o per eliminazione termica di una molecola di acido cloridrico (HCl).

Cloroformio e acido fluoridrico sono le principali materie prime in entrata. Sulle proprietà tossiche dell'acido fluoridrico abbiamo detto nell'articolo dedicato alla Fluorsid

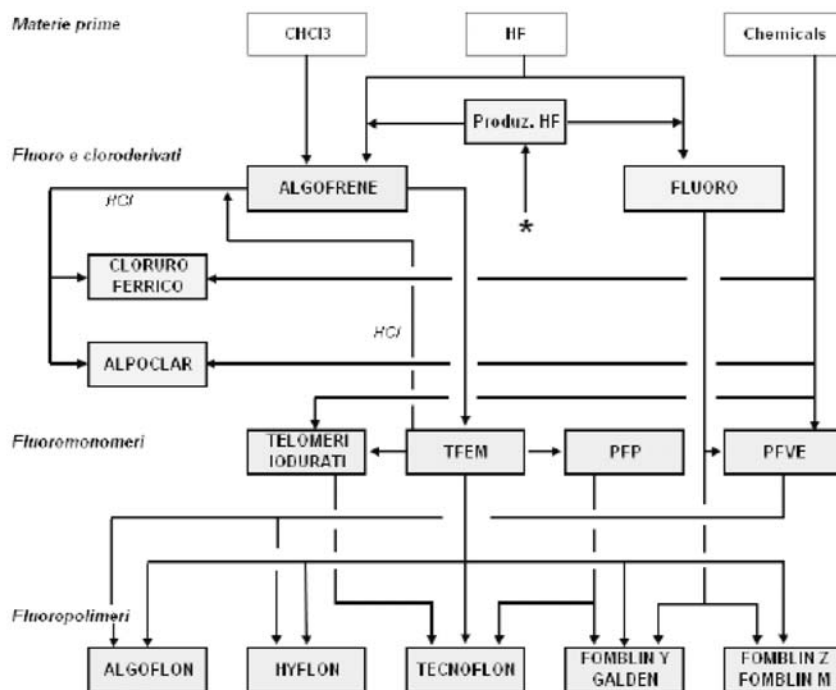
di Assemini, sul cloroformio si può sinteticamente ricordare che è un cancerogeno e un teratogeno “*sospetto*” per l'Unione Europea, un cancerogeno 2B (“*probabile*”, evidenze negli animali) per lo IARC oltre a presentare caratteristiche di tossicità (acuto tossico di categoria 4), irritante per la pelle e può provocare danni ad organi.

Dal tetrafluoroetilene (cancerogeno 2A per la IARC) si parte per ottenere gran parte dei polimeri fluorurati dal PTFE (politetrafluoroetilene o Teflon) nel quale trovano spazio, quali agenti emulsionanti, i composti perfluorurati che comprendono l'ampio gruppo dei PFAS di cui si dirà più avanti. Il loro utilizzo è principalmente volto all'“*allungamento*” della catena polimerica (polimeri ad alto peso molecolare) per ottenere PTFE con caratteristiche fisico-chimiche ottimali per gli impieghi previsti.

Il trasporto (e lo stoccaggio) con ferrocisterne dagli impianti di produzione fino a Spinetta costituisce un rischio importante (aspetto citato anche nell'accordo con Alkeemia per il sito di Porto Marghera) e non pienamente risolto e determina periodicamente incidenti anche gravi.

Uno schema semplificato delle produzioni è il seguente.

**Figura 1. Schema delle produzioni degli impianti di proprietà Solvay Specialty Polimers di Spinetta Marengo (AL)**



\* Sottoprodotti fluorurati provenienti da impianti di processo.  
Fonte : Autorizzazione Integrata Ambientale n. 206 del 24.06.2010.

## PRINCIPALI IMPATTI: SCARICHI ED EMISSIONI

Cerchiamo di fare il punto, per quanto possibile, degli impatti attuali principalmente sulle acque (scarichi) e sull'aria (emissioni). L'entità dell'impatto ambientale (e di rischio incidentale) delle attuali produzioni è caratterizzato da evidenti criticità quali la distanza (200 metri) dalle prime zone intensamente abitate, la vicinanza del tracciato ferroviario (Alessandria-Piacenza) e del fiume Bormida utilizzato da sempre quale corpo ricettore degli scarichi, la presenza di discariche all'interno del sito, la contaminazione "storica" del suolo, del sottosuolo e delle falde idriche sottostanti come le vicende

giudiziarie, attualmente arrivate al secondo grado, hanno identificato e sanzionato almeno in parte.

Le acque di processo contengono fluoro nelle diverse forme, di base (inorganico) e intermedie (organico) dei processi, come ulteriori e numerose sostanze utilizzate nei processi (acidi, basi, tensioattivi, sali di alluminio), dopo trattamento (unitamente agli scarichi delle altre imprese presenti nel sito) vengono scaricate nel fiume Bormida. Secondo la denuncia PRTR disponibile in corrispondenza del rilascio dell'AIA (2011) e quella successiva più recente disponibile (2015) queste acque contengono (o contenevano) elevate quantità di sostanze chimiche.

**Tabella 1. Componenti negli scarichi rilasciati dagli impianti Solvay di Spinetta Marengo (Registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti – anno 2011 e 2015) (\*)**

	Kg/anno dichiarati nella relazione 2011 (*)	Kg/anno dichiarati nella relazione 2015	Soglie oltre le quali vi è l'obbligo di dichiarazione (kg/anno) (**)	Limite allo scarico (***)
Composti dello Zinco	2.280	1.337,3	100	0,5 mg/l
Composti del Cromo	451	631,4	50	2 mg/l (Cr totale) 0,2 mg/l (Cr VI)
Composti del Nichel	304	222,8	20	2 mg/l
Fluoruri (inorganici)	52.500	39.150	2.000	6 mg/l
Tetraclorometano	152	173,7	1	1 mg/l (somma solventi clorurati)
Triclorometano	745	310,6	10	
Tricloroetilene	155	155,3	10	
Tetracloroetilene	37,1	18,1	10	
Fenoli	982	887,3	20	0,5 mg/l
Carbonio organico totale	197.000	225.300	50.000	
Cloruri	8.770.000	11.042.10	2.000.000	1.200 mg/l
Nitrati	487.000	486.000	50.000	20 mg/l

Note.

(\*) I dati sono presi dal *Registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti*, [www.eper.ec.europa.eu](http://www.eper.ec.europa.eu). L'AIA autorizza lo scarico di 1.033 mc/h di acque dall'impianto chimico-fisico di depurazione e ulteriori 2.513 mc/h di acque di raffreddamento.

(\*\*) La normativa (DM 23.11.2001) in recepimento a direttive europee stabilisce l'obbligo di auto-denuncia annuale per le attività industriali che superano determinate soglie, variabili in relazione alle sostanze e alla loro pericolosità. Le soglie non costituiscono un limite da non superare o il cui superamento determina di per sé una criticità ma hanno lo scopo di far emergere la consistenza dell'impatto dei singoli siti oltre la "conformità" degli stessi alle autorizzazioni e ai limiti prescritti.

(\*\*\*) come da AIA, corrispondenti ai limiti per lo scarico in acque superficiali previsti dalla tabella 3, allegato 5 parte III del dlgs 152/2006. Solo i fluoruri e il Totale del Carbonio Organico (TOC) sono sottoposti a misurazione in continuo (oltre a portata, pH, conducibilità, temperatura), gli altri parametri hanno cadenza mensile o trimestrale a seconda del pozzetto.

Come si può vedere, nonostante nel periodo intercorso dalla relazione 2011 alla relazione 2015 sia stata emanata l'AIA con le relative prescrizioni finalizzate a ridurre l'impatto ambientale delle produzioni, per diversi inquinanti negli scarichi finali si riscontra un incremento anziché una riduzione ovvero un maggiore impatto. Non possiamo neppure sapere se tale incremento è correlato, e in che misura, ad un incremento delle produzioni in quanto questo aspetto, in disprezio

delle dichiarazioni di trasparenza e disponibilità dei vertici aziendali, è risultato "secretato" e non fornito a fronte di formali richieste di accesso agli atti formulate ai sensi di legge. Per quanto riguarda la configurazione emissiva degli impianti Solvay, con al centro il fluoro, dalle informazioni disponibili dalla vigente autorizzazione integrata ambientale possiamo presentare una sintesi dei principali punti di emissione convogliate nella Tabella 2.

**Tabella 2. Sintesi delle caratteristiche dei punti di emissione convogliati, loro portate, limiti e inquinanti caratteristici**

Impianto/ sostanza prodotta	Sigla emissioni	Portata complessiva	Contaminanti e limiti	Inquinanti caratteristici
Tetrafluoroetilene (TFEM) (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> )	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B8, B9, B10, B11	284.100 Nmc/h	Principalmente aria di raffreddamento con "inquinanti trascurabili",	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> )
	D8	6.500 Nmc/h	per il punto D8 Fluorurati (come Fluoro) < 5 mg/Nmc, dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 5 mg/Nmc	
	T1 (convogliamento emissioni diffuse)	80.000 Ncm/h	T1: Fluorurati (come Fluoro): < 8 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 5 mg/Nmc	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Esafluoropropene (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> ) Octafluoroisobutilene o PFIB e derivati (i-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> ) Esafluorobutadiene (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> ) Acido Fluoridrico Acido Cloridrico Ammoniaca Clorodifluorometano
Algoflon (PTFE)	D1, D2, D3, D4, D5,	43.000 Nmc/h	Emissioni con sigla D Fluorurati (come Fluoro) < 5 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc (eccetto D3 con limiti pari a 10 mg/Nmc)	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Esafluoropropene (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> ) PFMVE PFPVE
	E1, E2, E5, E6, E7, E10	65.600 Nmc/h	Emissioni con sigla E ed F Fluorurati i (come Fluoro) < 1 mg/Nmc	Per E1 e E2: PFOA, PFMVE, PFPVE, acido fluoridrico, polveri polimeri fluorurati
	F1, F2, F3, F4/1, F4/2, F5, F6, F7, F16, F17, F18	43.650 Nmc/h	Dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) (F1, F2, F6) Polimeri fluorurati polveri
Pilota Polimerizzazione	D7	6.000 Nmc/h	Fluorurati (come Fluoro) < 5 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 5 mg/Nmc	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Esafluoropropene (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> )
Hyflon (PTFE modificato)	D6,	7.000 Nmc/h	Fluorurati (come Fluoro) < 10 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 10 mg/Nmc	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Esafluoropropene (C <sub>3</sub> F <sub>6</sub> ) PFPVE, PFMVE
	E3, E4, E11,	20.600 Nmc/h	Emissioni con sigla E Fluorurati (come Fluoro) < 10 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc	acido fluoridrico, polveri polimeri fluorurati
Fomblin (PTFE)	O2, O3, O4, O12, O13, O14	42.500 Nmc/h	Fluorurati (come Fluoro) tra 1 e 10 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Esafluoropropene (C <sub>3</sub> F <sub>6</sub> ) Per O2 anche acido fluoridrico, isopropanolo, ammoniaca, etanolo e isobutanolo

Impianto/ sostanza pro- dotta	Sigla emissioni	Portata complessiva	Contaminanti e limiti	Inquinanti caratteristici
Tecnoflon (PTFE elasto- mero)	P1, P2, P3, P4, P11, P12, P13, P14,	175.860 Nmc/h	Fluorurati (come Fluoro) < 10 mg/Nmc (P1, P2, P4; P11) < 12 mg/mc (P3) < 5 mg/Nmc (P12) dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc (P1, P2, P3, P12) < 5 mg/Nmc (P4, P11)	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Esafluoropropene (C <sub>3</sub> F <sub>6</sub> ) PFPE PFMVE
	P15 (*)	144.000 Nmc/h	Il camino P15 sostituisce P1, P2, P3 e P12) Fluorurati (come Fluoro) < 7,5 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc	Acido fluoridrico (P11) Polimeri fluorurati (P12 e P13) Ottafluoridoiobutano (P14)
PFVE (Perfluorovinil eteri)	U4	3.000 Nmc/h	Fluorurati (come Fluoro) < 10 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Tetrafluoroiodiociclobuta diene Ottafluoridoiobutano Perfluordiiodiesano
Acido Fluoridrico (recupero sot- toprodotti da altri impianti)	A4	1.800 Nmc/h	Fluorurati (come Fluoro) < 1 mg/Nmc dei quali C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (come Fluoro) < 1 mg/Nmc	Tetrafluoroetilene (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ) Esafluoropropene (C <sub>3</sub> F <sub>6</sub> ) Octafluoroisobutilene o PFIB e derivati (i-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> ) Esafluorobutadiene (C <sub>4</sub> F <sub>6</sub> ) Acido Fluoridrico Acido Cloridrico Ammoniacca

(\*) così nella autorizzazione : “P15 progetto di convogliamento ancora in fase di definizione. Camino non autorizzato. Il camino P15 sostituisce i camini esistenti P1, P2, P3 e P12. Il camino di emissione deve consentire una buona dispersione degli inquinanti. Il progetto definitivo dovrà contenere la modellizzazione della dispersione degli inquinanti”

Fonte : Autorizzazione Ambientale Integrata, Provincia di Alessandria, 206/2010 del 24.06.2010.

La tabella cerca di rappresentare la complessità e l'ampia gamma delle attuali emissioni come autorizzate, anche solo rimanendo alla “famiglia” dei fluorurati, in capo alla responsabilità del gestore Solvay.

L'autorizzazione fornisce anche degli spunti per identificare criticità e valutare alcune scelte degli enti per una rigorosa – o meno – attuazione dei principi di “riduzione e prevenzione integrata dell'inquinamento” alla base della direttiva IPPC.

Ad esempio, nel caso dei reparti Tecnoflon, è stato realizzato un nuovo punto di emissione (P15) in sostituzione di altri punti esistenti (P1, P2, P3 e P12) con l'obiettivo dichiarato di migliorare (ridurre) le emissioni. Sommando le portate dei vecchi punti abbiamo un totale di circa 144.000 Nmc/h pari alla portata nel nuovo (e sostitutivo) P15. Tenendo conto dei limiti diversificati (ed espressi come fluoro totale) per i camini

sostituiti la confluenza nel nuovo punto P15 (con un limite di 7,5 mg/Nmc) determinerebbe una riduzione del 25 % circa l'emissione autorizzata in precedenza (da 1,251 kg/h a 1,08 kg/h di sostanze fluorurate). Per l'emissione della componente più pericolosa (tetrafluoroetilene) non vi sarebbe invece alcuna riduzione tra la precedente e la nuova configurazione. L'obiettivo dichiarato dell'AIA (e a cui l'azienda è “invitata”) di riduzione delle concentrazioni emesse di fluoro a 5 mg/Nmc (9) viene immediatamente sconfessato.

L'unica “tutela” prevista è l'altezza del punto di emissione, allora ancora “da definire”, così da “vendere” alle popolazioni esposte una riduzione della ricaduta (concentrazione dei contaminanti all'altezza del suolo) con l'effetto collaterale di estendere l'area che ne sarà interessata e quindi incrementare le persone esposte.

Nel caso dell'emissione T1 possiamo vedere rappresentato un altro tipo di problema, sconosciuto nel passato, ovvero quello delle emissioni diffuse e/o fuggitive (non convogliate e quindi non trattate). Parliamo, secondo la stessa azienda e Arpa, di un numero tra 12.500 e 15.000 sorgenti di emissioni diffuse che espongono, in prima battuta, i lavoratori.

La funzione del nuovo camino T1 è infatti quella di raccogliere parte delle emissioni fino ad allora non convogliate (impianto tetrafluoroetilene) o considerate "trascurabili" per trattarle prima del rilascio in atmosfera.

Questo camino raccoglie fino a 80.000 Nmc/h di emissioni finora rilasciate in modo incontrollato e, pur sottoponendole a trattamento prima dell'emissione, può rilasciare 640 grammi/ora di sostanze fluorurate di diverso genere pari (in caso di funzionamento su tutte le ore di un anno) a più di 5.600 kg/anno di fluoro (di sostanze fluorurate di diverso genere espresse analiticamente come fluoro).

Le emissioni diffuse, secondo il piano di monitoraggio contenuto nella AIA, sono sottoposte a monitoraggio ambientale con un sistema di apparecchiature (gascromatografi) e di misurazioni nei luoghi di lavoro. Il rapporto Arpa di cui si dirà avanti nulla dice sui risultati di queste misurazioni anche perché, come si ricorderà più avanti, nega l'accesso alle analisi.(10)

Un ulteriore esempio: l'unico camino dotato di un sistema di misurazione dei contaminanti in continuo "con trasmissione dei dati in tempo reale ad ARPA, Comune di Alessandria e Provincia di Alessandria" è l'A4. E' certamente positivo che l'impianto di acido fluoridrico (v. Tabella 2) venga sottoposto a controllo in continuo ma si tratta di una emissione sicuramente secondaria per portata (1.800 Nmc/h) (11): punti di emissione ben più consistenti (per portate anche oltre i 100.000 Nmc/h e per un mix di sostanze fluorurate organiche, v. tabella 2) sono invece sottoposti ad analisi annuali o, al più, trimestrali. Ignote le motivazioni di tale "trattamento".

## ALTRI IMPATTI DEI PROCESSI PRODUTTIVI E DELLA GESTIONE DEGLI IMPIANTI NEL TEMPO

L'insediamento in questione si caratterizza anche per la presenza di quattro discariche, realizzate e gestite in parte in modo illegittimo, per i rifiuti delle precedenti produzioni e una discarica più recente (tre vasche per complessivi 325.000 mc eserciti dal 1991) di cui si conferma l'autorizzazione nella AIA del 2010 (avrebbe dovuto venir chiusa entro 4 anni ma è ancora in esercizio).

I rifiuti sono costituiti da fanghi (circa 15.000 mc/anno) provenienti dall'impianto chimico-fisico di depurazione (solo scarichi Solvay) (12), la loro composizione è solfato di calcio (gessi, come nel caso di Fluorsid) ma soprattutto fluoruro di calcio ovvero la componente principale del minerale fluorite che, come abbiamo visto, è alla base (Fluorsid) della produzione di acido fluoridrico. L'AIA infatti prevedeva "l'avviamento dell'impianto di produzione acido fluoridrico da sottoprodotti fluorurati (che) dovrebbero tuttavia ridurre nei prossimi anni i conferimenti in discarica e pertanto la durata prevista potrebbe essere maggiore". Nei successivi rapporti pubblici non vi è traccia di tale impianto ovvero di un adeguamento di quello esistente, per i sottoprodotti degli impianti, anche per il recupero dei fanghi "fluoritici".

Il sito è anche costituito da impianti sottoposti alla direttiva Seveso ("industrie a rischio di incidente rilevante") per le elevate quantità di sostanze pericolose. Al 2015 sono dichiarate 994 t di sostanze molto tossiche, 388 t di quelle tossiche, 142 t per quelle pericolose per l'ambiente e 412 t di gas liquefatti. A questi vanno aggiunti 118 t di gas liquefatti, 289 t di sostanze tossiche, 1.856 t di sostanze comburenti e 909 t di sostanze pericolose per l'ambiente della limitrofa società Arkema (13).

Oltre ai rischi per i lavoratori che si traducono, nei casi individuati di possibili incidenti rilevanti, in condizioni e aree con pericolo per la vita ("zone di sicuro impatto") vi sono quelli esterni costituiti dalla "zona di danno" (con una estensione di 1.200 metri oltre il perimetro aziendale) che comprende quasi metà dell'abitato di Spinetta Marengo

(6.500 residenti) mentre quella di “*attenzione*” include tutto l’abitato e si spinge fino alla periferia di Alessandria (a 4 km di distanza).

Si rammenta che la zona di danno è quella in cui “*sono attesi effetti gravi ed irreversibili per le persone che non adottano le misure di autoprotezione consigliate ed effetti letali per soggetti particolarmente vulnerabili, quali anziani, bambini, malati (5 kW/m<sup>2</sup> in caso di irraggiamento e IDLH2 in caso di dispersione di vapori tossici)*”.

Gli scenari incidentali predisposti dal gestore coprono quelli “*possibili*”: rilascio di sostanza tossica per l’uomo e/o l’ambiente, incendio e/o esplosione con diverse possibili estensioni degli effetti come accennato sopra. La zona di danno, nel caso in esame, include numerosi “*obiettivi sensibili*” (con possibile elevata presenza di persone anche con difficoltà di capacità di fuga, come scuole primarie, supermercati, un centro sportivo, una chiesa, diversi hotel).

Oltre al prescritto “*piano di emergenza esterno*” (definito dalla Prefettura) nulla è possibile conoscere – perlomeno dai siti istituzionali – sugli altri obblighi normativi connessi (informazione della popolazione, stato dell’istruttoria sul rapporto di sicurezza anche in relazione alle nuove norme in materia, vincoli urbanistici introdotti ecc). Questa carenza informativa è ben più ampia ed emerge anche per gli aspetti relativi alla contaminazione delle falde acquifere al di sotto delle aziende e nell’intorno.

Come riconosciuto e ricordato anche nella AIA vigente il sito Solvay (e quelli comprendenti le proprietà Cofely e Arkema) è riconosciuto come sito contaminato dal 2001: “*i risultati di tali indagini hanno evidenziato una diffusa contaminazione dei terreni all’interno dell’insediamento industriale, con presenza principalmente, di metalli pesanti, idrocarburi, DDT e relativi composti di degradazione. Per le acque sotterranee, il quadro della contaminazione è più articolato, in quanto la falda acquifera, nella zona, appare ripartita in almeno tre livelli, con rapporti di interscambio tuttora non esaustivamente chiariti.*

*Comunque, è stata riscontrata una diffusa contaminazione da cromo esavalente, da solventi clorurati e da fluoruri, con interes-*

*samento tanto della prima falda quanto, seppure parzialmente e con minori impatti, della falda profonda.”* (cfr. AIA).

Nonostante l’importanza e l’estensione della contaminazione il sito non è tra quelli nazionali (SIN), il tema è stato invece al centro del procedimento penale di cui si parlerà più avanti.

Dal 2007 (anche se definita a fine 2004) è attiva una barriera idraulica (qualcosa di simile vedremo anche nel caso della Miteni) costituita da quattro pozzi di emungimento, l’acqua estratta viene poi inviata a un impianto di trattamento prima dello scarico. L’opinione del Giudice è che “*l’efficacia di questi primi quattro pozzi sia stata pressochè nulla, ciò non abbia determinato apprezzabili riduzioni dell’inquinante a valle dello stabilimento*” .... “*l’acqua contaminata esce poi, dai confini nord dell’area industriale e si diffonde per chilometri nella pianura, fino al torrente Bormida*” oltre a contaminare le falde sottostanti, la prima fino a 70 metri di profondità (sulle modalità di diffusione verticale della contaminazione le ipotesi e controipotesi dei periti di parte si sono ampiamente sbizzarriti senza poter modificare la realtà e le responsabilità della gravissima situazione) (14).

Il processo ha fatto emergere un comportamento (a partire da quello di Ausimont ma proseguito con Solvay) identificabile come “*precise condotte di alterazione e contraffazione di dati*” comprensiva di “*correzione dei certificati*”, “*un modello idrogeologico che fa acqua da tutte le parti*”, un’azione tesa a “*dissimulare nel Piano di Caratterizzazione la consistente contaminazione dei terreni mediante sovrapposizione di una situazione più tranquillizzante*” scartando, in conclusione, “*l’ipotesi di un qualunque pericolo per l’ambiente esterno allo stabilimento e per la salute pubblica*”. Con l’effetto, anche, di allungare i tempi relativi alle procedure per la definizione del progetto di bonifica e quindi a sommare i ritardi nei concreti interventi (tutt’ora in alto mare), infatti un piano di caratterizzazione degno di questo nome (“*passabile*” per utilizzare i termini del Giudice) risale solo al gennaio 2009. (15)

Le indagini idrogeologiche hanno confermato che il fenomeno dell’alto piezometrico

(l'innalzamento della prima falda verso il piano campagna dovuto alle elevatissime perdite di acqua ma anche di intermedi chimici dalle reti industriali dello stabilimento) (16) ha accelerato e favorito la contaminazione dell'insieme delle falde sottostanti e, nel contempo, è da considerarsi precondizione per qualunque efficace intervento di bonifica del suolo, sottosuolo e della falda. Per richiamare le conclusioni della sentenza di primo grado sull'argomento : *“Da tutto quanto sopra riportato dalla documentazione citata, appare un quadro di forte compromissione ambientale relativamente ai terreni sottostanti all'insediamento industriale. I volumi di terreno inquinato sono veramente imponenti. Va inoltre ricordato che, a causa dell'alto piezometrico, anche il sottosuolo che dovrebbe essere insaturo è divenuto saturo, per tempi molto lunghi, permettendo così un diretto collegamento tra i terreni inquinati e la falda acquifera sottostante, contaminando anche quest'ultima”* come pure *“l'inversione locale del senso della falda, con diffusione a raggiera degli inquinanti ... e nella conseguente comparsa di contaminazione in zone ove la stessa non dovrebbe essere presente, data l'inesistenza di sorgenti d'inquinamento”*.

#### **L'IMPATTO QUOTIDIANO E IL RIFIUTO DI UNA INFORMAZIONE COMPLETA**

Per poter avere un'idea dell'impatto *“quotidiano”* dell'insieme di questi impianti il primo passaggio indispensabile è quello di accedere ai dati che il gestore deve produrre e inviare agli enti di controllo come definiti dal Piano di monitoraggio che è parte fondamentale di ogni AIA. Ulteriore fonte di informazioni è quella dell'autorità competente (in questo caso la Provincia di Alessandria) che, tramite Arpa, deve verificare il rispetto delle prescrizioni della AIA e valutare le prestazioni ambientali (limiti, fattori di emissione, gestione degli impianti). La normativa parla di informazioni che vanno rese disponibili al pubblico sia in quanto impianto soggetto ad AIA (art. 29 quater dlgs 152/06) sia, in linea generale, per il diritto alla disponibilità delle informazioni ambientali (dlgs 195/1995) e/o all'accesso agli atti della pubblica amministrazione (L. 241/1990). Ma ottenere la piena attuazione

di tali diritti, oltre ad essere *“faticoso”*, non è per nulla scontato.

Nel nostro caso, a fronte di una richiesta di avere una serie di informazioni a partire dalla attuazione delle prescrizioni della AIA e sullo status di azienda a rischio rilevante abbiamo ricevuto l'opposizione da parte di Solvay (e il conseguente diniego, senza alcuna obiezione, da parte della Provincia di Alessandria) (17) :

- Della copia degli atti della seduta della Commissione Territoriale Regionale (direttiva Seveso) in merito al rapporto di sicurezza degli impianti.
- Delle planimetrie allegate alla AIA con l'indicazione della posizione delle emissioni, delle reti idriche, degli stoccaggi e dei depositi di sostanze e rifiuti.
- Della relazione dei risultati del piano di monitoraggio 2017.
- Degli allegati (certificati di analisi in particolare) della relazione dell'ispezione Arpa del 8.01.2018.
- Della *“modellizzazione”* della ricaduta delle emissioni e delle modalità di gestione delle emissioni diffuse (prescrizioni 18,19 e 20 della AIA).

La relazione ispettiva di Arpa del 8.01.2018 è stata *“concessa”* con una serie di omissis relativi in particolare ai dati produttivi : *“esclusioni dovute a ragioni di tutela della proprietà intellettuale e/o di riservatezza industriale e commerciale”* (18).

E' pur vero che la normativa permette esclusioni all'accesso per tali ragioni ma nel caso di specie è palese l'eccesso di *“tutela”* a favore del gestore visto che quasi tutte le informazioni negate sono direttamente o indirettamente correlate con le prestazioni ambientali del gestore (19) (ad esempio se occorre valutare il rapporto tra la quantità di prodotto finale con le relative emissioni, scarichi o produzione di rifiuti, è palese che occorre conoscere gli uni e gli altri, l'alternativa è costituita da una *“professione di fede”* nei confronti del gestore che ovviamente dichiara di essere *“allineato”* con le BAT – migliori tecnologie disponibili).

Tale comportamento è palesemente in contrasto con le litanie dell'azienda sulla trasparenza, disponibilità all'ascolto ma soprattutto, a nostro avviso, con il dettato

normativo (20). Ciò avviene, purtroppo, nel silenzio della società civile, degli enti locali e delle associazioni ambientaliste locali.

Il paradosso è costituito dall'evidenza che parte di questi dati sono invece dichiarati dall'azienda per la dichiarazione annuale PRTR, vanno al Ministero dell'Ambiente e da qui alla Unione Europea e quest'ultima li mette a disposizione di chiunque sul proprio sito E-PRTR : che l'azienda cerchi di avvolgere nella nebbia tali informazioni è comprensibile, che gli enti in modo acritico accettino aprioristicamente ogni sua richiesta è evidenza di sudditanza e incapacità di svolgere il ruolo di autorità e di tutela cui sono chiamati. Ogni ulteriore commento sul tema appare superfluo.

Detto questo, cerchiamo di trarre qualche informazione utile da quanto “*gentilmente concesso*” da azienda e amministrazione provinciale/Arpa partendo dagli aspetti relativi alle emissioni.

Qui iniziano i problemi perché dalla relazione di Arpa – non avendo messo a disposizione gli allegati con i risultati analitici – possiamo solo sapere che i rilievi sono “*conformi*” per tutte le emissioni convogliate ad eccezione dell'emissione A4 (guarda caso l'unica con un sistema di misurazione in continuo).

Non possiamo neppure sapere se l'obiettivo (non prescrittivo, volontario) “*al quale dovrà tendere l'azienda nell'ottica di miglioramento continuo .....*” (limite del tetrafluoroetilene a 2 mg/Nmc, composti organici fluorurati totali a 5 mg/Nmc; composti fluorurati più pericolosi, a 1 mg/Nmc; sostanze cancerogene/mutagene/teratogene a 1 mg/Nmc ove già non prescritto in AIA) sia stato raggiunto. Dal silenzio sull'argomento presente nella relazione in questione dobbiamo dedurre che non sia stato raggiunto o

che non importi il suo raggiungimento, ma questo non determina alcuna non conformità da parte dell'azienda.

Alla fine non ci resta che riferirci ancora al registro emissioni europeo che, pur presentando dati sintetici e parziali, è davvero pubblico. (Cfr. Tabella 3)

Dovremmo supporre che per tutte le altre emissioni indicate nella Tabella 3 non siano raggiunte le corrispondenti soglie oltre le quali scatta l'obbligo di dichiarazione ma nulla è possibile dire per la negazione della disponibilità dei dati (dichiarati dal gestore) da parte della Provincia.

Per quanto riguarda la quantità dei rifiuti avviati a smaltimento nella discarica interna quelle dichiarate sono state pari a 23.640 t nel 2014 (dichiarazione PRTR del 2015) mentre le produzioni per lo stesso anno sono state complessivamente di 52.779 tonnellate di sostanze organiche (fluorurate) e di 87.428 tonnellate di sostanze inorganiche (dichiarazione PRTR 2015) ma oltre non è possibile andare, ad oggi.

#### **SINTESI DELLA VICENDA GIUDIZIARIA DI SPINETTA MARENCO**

La sentenza di primo grado della Corte di Assise di Alessandria (14.12.2015, le motivazioni riempiono 349 pagine) ha dato una prima sistemazione, conoscitiva e di responsabilità pur parziali, all'inquinamento ambientale derivante dalle attività dell'Ausimont prima (fino al 2002) e poi Solvay.

I capi di imputazione iniziali erano, per i diversi imputati e i corrispondenti livelli di responsabilità nelle aziende:

- art. 110 e art. 439 c.p. ovvero concorso in avvelenamento di acque destinate alla alimentazione umana (reato delittuoso) (21).

**Tabella 3. Emissione annue dichiarate (2014) per sostanze oggetto di dichiarazione ambientale (DM 23.11.2001)**

	<b>Kg/anno dichiarazione PRTR del 2015</b>	<b>Kg/anno Soglia per la dichiarazione</b>
Idrofluorocarburi (HFC)	3.298	100
Polifluorocarburi (PFC)	190.000	100
Idroclorofluorocarburi (HCFC)	13.663	1
Clorofluorocarburi (CFC)	90	1



• Art. 110 c.p. e art. 257 Dlgs 152/06 per inquinamento del suolo e del sottosuolo e mancata attuazione degli obblighi connessi ovvero mancata autodenuncia della situazione di contaminazione e attuazione dei primi interventi di messa in sicurezza, in sintesi “*omessa bonifica*” (reato contravvenzionale).

Non vi sono stati altri capi di imputazione, nessuno riguardante patologie o lesioni occorse a lavoratori e/o cittadini, nessuna imputazione diretta per la gestione di discariche non autorizzate o autorizzate e gestite in modo non corretto, nessuna imputazione per gestione non corretta degli impianti (autorizzazioni alle emissioni, agli scarichi ecc), quindi nessuna imputazione iniziale per danno ambientale (22).

Nel dibattito è emerso chiaramente che le fonti di contaminazione storiche e riconosciute sono gli impianti (ex produzioni) di pigmenti, fertilizzanti e fitofarmaci, nonché stoccaggi di “*sottoprodotti*” e le discariche (23).

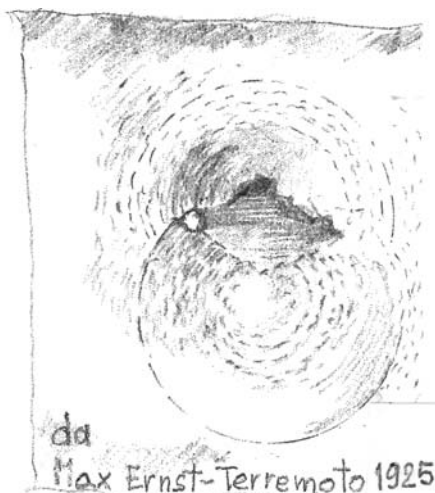
Le numerose udienze e le consulenze delle parti hanno avuto quale aspetto di maggiore discussione il reato di avvelenamento doloso di acque destinate all'alimentazione, in particolare “*le due compagini societarie si sono poste, fin dall'inizio e ben prima del procedimento, in posizione di reciproco contrasto, sostanzialmente attribuendosi l'una l'altra le responsabilità non già dell'avvelenamento, negato da entrambe, ma dell'inquinamento, inevitabilmente ammesso senza riserve, alla luce dei precisi riscontri analitici forniti dal Pubblico Ministero*” (questi ultimi riscontri partono dal maggio 2008, con riferimento a campagne di analisi delle acque sotterranee effettuate da Arpa e che avevano in primo luogo fatto emerge la contaminazione da Cromo esavalente da cui erano partiti anche interventi pubblici di limitazione d'uso delle acque emunte nella zona) (24). Da qui le indagini che, con l'acquisizione di documentazione aziendale, avevano fatto emergere le conoscenze antecedenti dello stato di inquinamento da cui sono partite le indagini e l'iniziativa giudiziaria) (25).

Cercando di cogliere alcuni aspetti fondamentali della sentenza in rapporto alla nor-

mativa ambientale allora vigente si possono evidenziare i seguenti aspetti:

- La Corte ha respinto il gioco delle difese delle aziende (con ulteriori comprimari, dagli enti locali ai consulenti aziendali) basato sul reciproco scaricabarile come pure la tesi del complotto contro Solvay e l'opera di confutazione di dati tecnici (fonti e modalità di diffusione dei contaminanti, effetti dell'alto piezometrico, collegamento tra le falde a diversa profondità).

- Ha respinto quasi tutte le tesi della difesa a



giustificazione dei ritardi e delle omissioni. Evidenzia che solo dopo l'inizio delle indagini la Solvay (2009) si è decisa a rilevare compiutamente lo stato di effettiva contaminazione delle falde sotto il sito. Ancora più tardiva (2011) è la considerazione delle discariche presenti nell'ambito dei piani di caratterizzazione.

- Ha confermato la presenza di discariche non controllate o in cui sono stati sversati rifiuti non autorizzati come pure attività scorrette di gestione dei rifiuti anche dopo l'approvazione delle prime normative in materia (1982).

- Ha indicato come responsabili dei ritardi degli interventi entrambe le aziende evidenziando le strategie per nascondere agli enti preposti la realtà della contaminazione e la reale (ridotta) efficacia degli interventi (tardivi) di messa in sicurezza (barriera idraulica) sfruttando anche le modifiche normative che si sono succedute nel tempo per buttare fumo negli occhi e rinviare gli interventi.

Le tesi del Pubblico Ministero sono state solo in parte accolte o, meglio, riformulate

nel corso del dibattimento.

In particolare il giudice ha “*trasformato*” l'imputazione di avvelenamento delle acque in “*disastro innominato*” (qualcosa del genere era stato formulato dal PM Guariniello nel procedimento Eternit e ancor prima, nel 2006, nella sentenza di Porto Marghera) non essendo ancora in vigore la legge sul “*ecoreati*” (L. 68/2015). Da un lato non lo ha derubricato in generico inquinamento, dall'altro non ha confermato l'ipotesi iniziale decidendo per un'altra imputazione, in presenza di quella che è una carenza normativa ulteriormente mostrata nella vicenda della Miteni, e della contaminazione da PFAS di cui si dirà in un altro articolo (la norma relativa ai requisiti di potabilità dell'acqua è il dlgs 31/2001 che contiene un numero limitato di parametri, diversi parametri invece sono inclusi nelle norme sulla contaminazione delle acque sotterranee ma non in quelli relativi alla potabilità).

Secondo il giudice, nonostante alcune evidenze di pozzi acquedottistici AMAG (“*prontamente chiusi*” in passato) interessati dalla contaminazione, l'emungimento di acqua contaminata non ha interessato acqua distribuita collettivamente tramite l'acquedotto ma “*solo*” fonti private locali nonché i lavoratori dello stabilimento (per i quali valgono le norme di igiene sul lavoro).

Quanto sopra pur riconoscendo che la falda sotto gli impianti è tra quelle più importanti di tutto il Piemonte in quanto costituisce una delle aree di ricarica principali ed è esplicitamente indicata come “*riserva idrica*”. In altri termini, le conclusioni della Corte, riconoscono che si tratta di acque destinabili all'alimentazione ma ritiene che tale condizione non sia sufficiente per considerare la contaminazione quale reato di avvelenamento (o adulterazione) di acque destinate alla alimentazione (art. 439 e 440 c.p.).

Non è, secondo la Corte, sufficiente la presenza di emungimenti privati, ad uso domestico e agricolo, come pure di almeno un pozzo per la rete potabile dello stabilimento, né discorrere sul livello e la “*accettabilità*” (26) dell'esposizione prova adeguata dell'avvelenamento dell'acqua. Le conclusioni sono state però sufficienti a riconosce-

re un danno da parte dei consumatori (lavoratori e residenti nelle vicinanze) esposti a tali acque contaminate ancorchè nella forma del “*metus*” (esposizione) (27) in quanto comunque “*l'acqua della falda sottostante lo stabilimento di Spinetta Marengo e della zona della Fraschetta, nei punti ove la consulenza ha accertato valori superiori a quelli ritenuti 'sicuri' era, dunque, certamente pericolosa per la salute*”.

Secondo il Giudice non vi è comunque prova di dolo ma “*in entrambe le gestioni, una colpevole sottovalutazione del fenomeno, volta a ridurre quello che si sarebbe dovuto apprezzare come disastro ambientale ad un normale fatto di contaminazione connessa ad un'attività industriale chimica per definizione 'inquinante' ...*”.

Tali conclusioni hanno determinato la Corte a modificare il reato ipotizzato di avvelenamento a quello di disastro ambientale nonché quello di danno ambientale (art. 300 dlgs 152/06), conclusioni che, se hanno deluso qualcuno, hanno reso più robusta la sentenza che è infatti passata pressochè indenne dal secondo grado.

La sentenza di appello (20.06.2018) presso la Corte di Assise di Torino (le motivazioni occupano 193 pagine) ha sostanzialmente confermato quella di primo grado nonostante gli appellanti (imprese e dirigenti) abbiano contestato sia le conclusioni tecniche (28) come quelle giuridiche oltre alle posizioni individuali degli imputati (29) confermando il gioco di rimpalli tra società, infine contestando il “*diritto*” al riconoscimento di danni “*per metus*” nel caso delle persone o per gli “*enti esponenziali*” (oltrechè al Ministero dell'Ambiente) (30).

Un passaggio significativo di questo processo è stato quello in cui le difese hanno impedito che Arpa depositasse una relazione aggiornata sugli interventi di bonifica/messa in sicurezza, decisione che ha rafforzato la convinzione della Corte sulla strumentalità di diverse affermazioni dei consulenti delle difese (su cui andrebbe aperto un capitolo apposito, trattandosi, in alcuni casi, di soggetti che, indifferentemente passano tra l'essere consulenti di Procure e di imputati).

La Sentenza della Corte di Cassazione (12.12.2019) ha confermato nella sostanza la sentenza della Corte di Appello.

## ULTIMI AVVENIMENTI A SPINETTA MARENGO: LO STRANO CASO DEL PFIB

Il PFIB (perfluoroisobutilene  $C_4F_8$  e altri isomeri) è un “*intermedio non isolato*” di produzione (31) ed è considerato un “*tracciante*” dell’impatto delle produzioni Solvay di Spinetta Marengo (32).

Il PFIB deriva dalla reazione di pirolisi del tetrafluoroetilene per la produzione del esafluoropropene (HFP -  $C_3F_6$ ). Oltre ad essere tra le emissioni caratteristiche di diversi impianti (v. tabella 2) per le sue proprietà tossiche (è di per sé classificato come arma chimica) ne è prevista la misurazione in una stazione esterna (scuole elementari di Spinetta Marengo in via del Ferraio) unitamente a tetrafluoroetilene, perfluoropropene e fluoruro di vinilidene. Non sono previsti “*limiti*” per tali parametri ma “*soglie di attenzione e di allarme*” (33).

Secondo l’AIA “*i risultati delle rilevazioni vengono inviati via modem in tempo reale a un terminale collocato in stabilimento, presso la sala Crisi e ‘a pacchetto’, una volta all’ora, a tre altri terminali rispettivamente presso la Sala Crisi, l’ARPA e la sede della Protezione Civile del Comune di Alessandria*” (v. Piano di Monitoraggio e Controllo. Componenti Ambientali della AIA).

L’AIA del 2010 prevedeva la realizzazione di una seconda centralina di rilevamento al di fuori degli impianti per monitorare la ricaduta di tale contaminante come indicazione di anomalie significative nelle emissioni. Tale stazione risulta realizzata nel maggio 2015 presso il “*Centro Garden Ville*”.

A questi punti di misurazione si aggiungono quattro punti esterni (cardinali) al perimetro degli impianti ove viene effettuata una rilevazione giornaliera di acido fluoridrico e acido cloridrico.

Il giorno 2 agosto 2018 l’Arpa si è accorta di “*valori anomali*” di PFIB “*registrati la sera precedente dalla strumentazione della stazione*” della scuola elementare (34). Tali concentrazioni sono state di 3,3 e di 4,9 microg/mc, “*prossime alla soglia di intervento di 5 microgrammi/mc individuata da Arpa Piemonte come valore indicativo di potenziali situazioni critiche legate a fughe di gas fluorurati dagli impianti del polo chimico Solvay*” (35). Una perdita, non meglio

precisata, è stata successivamente “*ammessa*” dal responsabile della sicurezza del polo chimico.

La nota Arpa non dettaglia ulteriormente l’evento e si conclude affermando che “*al fine di garantire un efficace monitoraggio delle eventuali fughe di sostanze pericolose in aria ambiente che possono interessare l’abitato di Spinetta, si ritiene necessario installare presso la stazione di Via Genova idonea strumentazione dedicata alla rilevazione in continuo e con sensibilità adeguata dei principali composti gassosi organo-*



*fluorurati prodotti dal polo chimico oltre che avere accesso ai dati dei sensori di gas installati al confine dello stabilimento*”.

Non sappiamo se questi “*desideri*” di Arpa siano stati, nel frattempo esauditi.

Non è stato invece esaudita la richiesta di Medicina Democratica di avere copia relativa alla “*modellizzazione delle emissioni e alla gestione delle emissioni diffuse (prescrizioni 18, 19 e 20 della parte quadro emissivo della AIA)*”. Anche questo documento, utile per comprendere origine ed effetti delle emissioni degli impianti sull’abitato è stato rifiutato per motivi di segretezza industriale (come già rilevato, alla faccia della trasparenza dichiarata dall’azienda e dei diritti all’informazione ambientale da garantire a cura degli enti pubblici !). Così i residenti sanno di essere esposti ma non quali siano state le cause nè se siano stati adottati interventi efficaci.

## GLI IMPIANTI DI SPINETTA MARENGO E I PFAS

Un accenno ai PFAS viene fatto nella rela-

zione tecnica presentata dai consulenti di Medicina Democratica nel processo, allora ed ora parte civile nel processo.

Come emerge dalla sentenza la parte della contaminazione correlabile con le più recenti produzioni di fluoropolimeri non è considerata in quanto messa in ombra da evidenze per altre sostanze precedentemente prodotte (metalli pesanti come Arsenico, Piombo e Cromo) o attualmente utilizzate come materie prime o come intermedi per le produzioni attuali: tetracloruro di carbonio per l'Algofrene, percloroetilene per i Perfluorovinilidene; tricloroetilene per il metilvinilidene; cloroformio per i polimeri fluorurati (diversi metalli come Antimonio sono utilizzati nelle produzioni attuali come catalizzatori) (36).

La tabella 4 sintetizza le informazioni in proposito, disponibili e presentate durante il processo.

Il significato di questi livelli di PFOA (l'unica sostanza che risulta sia stata specificatamente ricercata, le successive analisi risultano "secretate") può essere valutato negli articoli dedicati ai PFAS e alla Miteni di Trissino (VI). È evidente in quasi tutti i casi il superamento del "limite" assegnato prima dall'Istituto Superiore di Sanità e poi dal DM 6.07.2016, provvedimenti successivi al processo, al momento dello stesso gli unici limiti vigenti riguardavano il Fluoro "generico".

Si segnala che nella AIA del 2010 si afferma "visto che Solvay Solexis aderisce ad un

protocollo sancito tra l'EPA e altre aziende multinazionali di ridurre l'utilizzo del PFOA del 95 % entro il 2010 e di eliminarlo entro il 2015, come dichiarato dalla Ditta in sede di conferenza dei servizi, si richiede per il 2012 la sostituzione di questa sostanza tra le materie prime utilizzate". La comunicazione in merito alla sostituzione risale al 27.11.2013, fino a quella data è rimasto l'obbligo di monitoraggio negli scarichi idrici del PFOA, dati ad oggi non disponibili a chi scrive se non per quanto emerso durante il processo.

Si tratta del programma volontario "PFOA Stewardship Program" definito dal 2006. A partire da una valutazione delle emissioni di PFOA nella produzione o nei prodotti ad un determinato anno "base" (il 2000 per Solvay) il programma prevedeva dei punti annuali di verifica fino al raggiungimento della riduzione del 95 % al 2015 per i produttori USA.

Nel caso di Solvay per l'anno "base" (2000) era stimato un rilascio in termini emissivi di PFOA e sali derivati tra 0,1 e 1 kg di sostanze per ogni 100 kg di produzione di fluoropolimeri e una "dispersione" (residuo) nei polimeri prodotti tra 1.500 e 1.700 ppm (1,5 - 1,7 g/kg) sostanzialmente "in linea" con gli altri produttori USA (3M, DuPont, Ciba, Clariant, Asahi, Arkema).

Negli articoli dedicati alla emergenza PFAS in Veneto (e non solo) e della Miteni di Trissino (VI) si entrerà nel merito di queste sostanze. Qui basti dire che presso gli

**Tabella 4. Concentrazioni di PFOA (acido perfluorooctanico) nei piezometri e nei pozzi dell'acquedotto nelle vicinanze degli impianti Solvay di Spinetta Marengo**

Punto di prelievo	Concentrazione PFOA ng/l	Limite PFOA ng/l
Piezometro Monte 1	3.175	500 (Istituto Superiore di Sanità - nota 16.01.2014; DM 6.07.2016)
Piezometro Valle 1	2.377	
Piezometro PP01Bis	1,8	
Pozzo 2 AMAG	2.936	
Pozzo 5 AMAG	29.886	
Pozzo 8 AMAG	1.902	
Pozzo 21 AMAG	2.014	
Pozzo 22 AMAG	12.089	
Pozzo Bolla	2,7	

Fonte: ARPA (Protocollo n° 129484 del 19.12.2012) inviata alla Procura della Repubblica, presso Tribunale di Alessandria, all'attenzione del Dr. Riccardo Ghio, il documento avente per oggetto: Monitoraggio presso il sito Solvay Speciality Polymers Italy S.p.a. Trasmissione Rapporti di Prova relativi ai campionamenti di Agosto 2012. Trasmissione dei Rapporti di Prova relativi agli anni 2011 e 2012. Relazione Tecnica

impianti di Spinetta sono stati introdotti, quale sostituti nelle funzioni prima svolte dal PFOA, il C6O4 (37) e l'ADV7800 (38).

Il C6O4 è una nuova sostanza, registrata nel 2011 da Solvay e da Miteni nel portale dell'Agenzia Chimica Europea come "*intermedio isolato*" mentre l'ADV7800 è un intermedio isolato. (V. nota 31)

Il tema principale, in questo come nel caso Miteni, è se i sostituti rappresentano una riduzione dell'impatto o solo un modo per "*prendere tempo*" in attesa che le nuove sostanze facciano emergere controindicazioni ambientali e sanitarie.

Quello che è certo è che la tossicità acuta di tali sostanze, considerate necessarie nella polimerizzazione del Teflon e di altri fluoropolimeri, è pari o anche maggiore rispetto ai sostituti (PFAS in genere) e le misure di tutela devono essere anche superiori a quelle necessarie (ma non applicate per decenni) ai PFAS.

#### **PER UNA RIPRESA DELL'INIZIATIVA**

Come accennato, l'iniziativa locale nei confronti degli impatti ambientali del sito industriale di Spinetta Marengo è di lunga data e trova anche nelle annate di questa rivista una sua ricostruzione.

Il ruolo dei comitati locali è stato prezioso ma, negli ultimi tempi, incostante e poco organizzato. Nulla comunque di paragonabile al ruolo che gli enti locali (non) hanno avuto. Sul tema la sintesi della Corte d'Assise è chiara: gli enti sono "*assolti*" per incapacità! "*Si sarebbe dovuta dimostrare la complicità o, quanto meno, la connivenza dei soggetti deputati al controllo, invece neppure esplorata e che anzi per primo il Pubblico Ministero ha escluso, parlando della sostanziale incapacità degli Enti di gestire una questione complessa sotto il profilo tecnico quale quella che si è verificata a Spinetta Marengo*".

Una "*parola d'ordine*" più volte sollevata è quella della realizzazione di un "*Osservatorio ambientale della Fraschetta*", anche con tecnici indipendenti e di fiducia delle popolazioni. Per poter realizzare un tale organismo e affinché sia utile per la costruzione di una "*vertenza*" efficace, oltre le singole e pur doverose

denunce per singoli fatti, occorre una rigorosa ricostruzione dei cicli produttivi e dei loro impatti. Alla base quindi la informazione, l'affermazione del diritto all'accesso dei dati finora negato o "*concesso*" solo parzialmente. Solo da una base certa di conoscenza sarà possibile individuare i punti di intervento per ridurre gli impatti. Particolarmente carente l'informazione, nonostante risulti pacifica la contaminazione attuale da PFAS anche nelle acque sotterranee come pure l'esposizione – nel passato ? – dei lavoratori, né risultano risolti i problemi solo sfiorati nel processo come la gestione degli impianti, la corretta impostazione degli obblighi derivanti dalla normativa sui rischi da incidenti rilevanti (a partire dalla riduzione degli stessi), la attuazione delle prescrizioni di AIA (e la revisione in senso restrittivo della autorizzazione), la presenza di discariche gestite in modo scorretto fino alla contaminazione diffusa (e ad una bonifica che non viene attuata o presenta modalità di intervento poco efficaci) e al danno ambientale conclamato e riconosciuti in sede penale.

Medicina Democratica, in casi analoghi, ha affermato che la prevenzione si fa con l'impiantistica ovvero nella progettazione, realizzazione e gestione corretta degli impianti chimici a partire dalla realizzazione di "*cicli chiusi*", senza contatto tra operatori (e ambiente) e sostanze in lavorazione.

Un concetto molto simile è incluso oggi nel regolamento REACH ove si parla di "*condizioni strettamente controllate*" riferito agli intermedi isolati (condizione presente in diversi processi a Spinetta Marengo e che quindi possono essere fatti oggetto di specifici interventi di sorveglianza da parte degli enti come da programmazione europea, attualmente il "REF7").

Senza voler insegnare nulla a nessuno riteniamo che siano questi aspetti, in questa situazione come in molte analoghe, che possono essere alla base di una ripresa organizzata della iniziativa delle popolazioni esposte, delle associazioni e dei lavoratori. Speriamo comunque di aver fornito informazioni e considerazioni utili a tale ripresa.

## NOTE

1. Il gruppo Fluorsid è attualmente costituito dalla Fluorsid Spa di Cagliari (1969), dalla ICIB Srl di Treviglio (BG) (2010) acido fluoridrico in soluzione e anidrite macinata; dalla società Noralf Sa a Odda (Norvegia) (2016), fluoruro di alluminio; dalla British Fluorspar Ltd a Cavendish Mill (Gran Bretagna) (2012), miniera di fluorite, calcare, barite e galena; dalla SFM Sa (Svizzera) (2012) produzione di anodi, polveri e trucioli di magnesio; Alkeemia (2018) a Porto Marghera oltre a due società di trading di minerali e metalli (Mimeta SA – Svizzera e Active Metals Ltd – Gran Bretagna). Da ultimo si rammenta la proprietà della Cagliari Calcio e partecipazioni di minoranza in società nel comparto della trasformazione (laminazione) dell'alluminio.

2. Testualmente: 2.1) *Motivazioni e vantaggi per Solvay*

*Dopo avere prodotto, per decenni, prima come Montedison, poi come Solvay, diversi derivati organici del fluoro, ormai da anni l'attività dello stabilimento Solvay di Porto Marghera è limitata alla fornitura di acido fluoridrico anidro agli stabilimenti Solvay di Spinetta Marengo e di Tavaux, nei quali Solvay produce i polimeri fluorurati, che costituiscono il core business della Business Unit Specialty Polimers. In particolare, Marghera è l'unico fornitore di acido a Spinetta, mentre Tavaux riceve l'acido sia da Marghera che da Bad Wimpfen (Germania). Entrambi gli stabilimenti sono collegati a Marghera via ferrovia.*

*Oggi Solvay sta sempre più concentrando il proprio business su settori specifici ad alta tecnologia e ad alto valore aggiunto, per i quali è fondamentale assicurare la fornitura di acido fluoridrico, ma non necessariamente la produzione interna.*

*Lo stabilimento di Spinetta Marengo è uno dei principali poli produttivi mondiali di polimeri fluorurati ed è di enorme importanza per Solvay. La sua materia prima principale, l'acido fluoridrico anidro, è un prodotto con pochi produttori in Europa e soggetto a molte restrizioni per il suo trasporto, che avviene preferibilmente via treno.*

*Questa è la ragione per cui Solvay ha mantenuto finora attivo lo stabilimento di Porto Marghera, con la sola funzione di fornitore di materia prima per gli stabilimenti di Spinetta e Tavaux.*

*Tuttavia, Porto Marghera si trova sempre più ai margini del business di Solvay, lontano dalle sue strategie di sviluppo e dai processi innovativi, anche se la sua continuità produttiva rimane strategica per gli altri siti.*

*Inoltre, l'evoluzione del mercato dell'HF ha acuito i problemi di competitività dello stabilimento di Porto Marghera rispetto agli altri produttori europei di acido fluoridrico, pregiudicando la sostenibilità della produzione nel medio/lungo periodo.*

*Per questi motivi, Solvay ha deciso di rinunciare a tale attività, cercando, al tempo stesso, una soluzione che garantisca la fornitura di acido fluoridrico ai propri stabilimenti di Spinetta e di Tavaux e permetta la salvaguardia dell'occupazione e nuove possibilità di sviluppo per lo stabilimento di Porto Marghera”.*

3. Significativo il richiamo ai lavoratori di entrambe le società: *“Le relazioni con il personale e le sue rappresentanze sindacali saranno improntate agli stessi principi che da sempre regolano tali rapporti nelle altre società del Gruppo: correttezza, lealtà, rispetto e comunanza di obiettivi. Lo stabilimento Fluorsid di Cagliari è un esempio in tal senso, con eccellenti rapporti sindacali, sia con le RSU che con i sindacati territoriali e regionali, livelli di assenteismo ai minimi fisiologici, un forte senso di appartenenza e nessuno sciopero aziendale da oltre trent'anni.”*

4. *“Protocollo di intesa per il risanamento, disinquinamento e rilancio di Porto Marghera che delinea un progetto compiuto di interventi per l'area, avuto riguardo allo scavo e bonifica dei canali, alla valorizzazione della portualità, alle infrastrutture viarie, ferroviarie, energetiche e ambientali, agli investimenti produttivi, il monitoraggio dei rischi, la formazione e la riqualificazione delle risorse umane”*, il protocollo è stato approvato con Decreto Ministeriale il 12.02.1999.

5. Si tratta del sistema introdotto in Italia con il DM 23.11.2001 che obbliga tutte le aziende soggette ad Autorizzazione Integrata Ambientale a dichiarare annualmente le emissioni (in atmosfera, negli scarichi e con i rifiuti) di un elenco di 50 sostanze considerate prioritarie ove le quantità rilasciate superano una soglia definita per ogni sostanza. I dati delle dichiarazioni sono scaricabili da <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/member-states-reporting-art-7-under-the-european-pollutant-release-and-transfer-register-e-prtr-regulation-18>.

6. Comité Technique European du Fluor (CTEF) – *GPS Summary for Anhydrous Hydrogen Fluoride and Hydrofluoric Acid*, 2014.

7. Provincia di Alessandria, Determinazione DDAA”-206-2010 del 24.06.2010 *“Autorizzazione integrata ambientale ex dlgs 59 del 18 febbraio 2005, per la categoria 4.1 Impianti chimici per la fabbricazione di prodotti chimici organici di base”, per la categoria 4.2*

*‘Impianti chimici per la fabbricazione di prodotti chimici organici di base’ e per la categoria 5.4 ‘discariche con capacità totale oltre 25.000 t’ proponente : Società Solvay Solexis Spa, piazzale Donegani n. 5/6 Spinetta Marengo (AL)’. La nuova data di validità della autorizzazione è conseguente al recepimento della nuova direttiva sull’inquinamento industriale (75/2010) ove è stato abrogato il regime del rinnovo delle AIA sostituito da quello assai più “elastico” del *riesame* (non sempre l’evoluzione normativa è un miglioramento ...).*

8. Prima del 1992 (documento presentato nel processo “Ausimont Spinetta Marengo – Situazione ambientale al 10/92”) le produzioni del sito erano le seguenti : Solfato di rame; Acido Solforico; Arseniati; Fertilizzanti; Canfora; DDT; Bicromato di sodio; Nitrato di piombo; Pigmenti coloranti a base di piombo, cromo, cadmio; Biossido di titanio; Acido fluoridrico; lana minerale. All’ottobre 1992 le produzioni erano : clorofluorocarburi serie 10 e 20; Esafluoruro di zolfo; Perfluoropropene; Algoflon, Tecnoflon; Fomblin; Perfluoropolietilene (oli e grassi fluorurati); PFA (Perfluoroalcoxi simile al PTFE); Metil e Propilvinilene.

9. Emissioni in atmosfera, prescrizione n. 4 “L’obiettivo al quale dovrà tendere l’azienda nell’ottica del miglioramento continuo al momento di una futura revisione del piano di miglioramento, è quello di raggiungere i seguenti valori per ridurre l’impatto :  $C_2F_4$  – 2 mg/Nmc per ciascun camino dello stabilimento che attualmente supera detto valore in concentrazione; Composti organici fluorurati totali - 5 mg/Nmc; per tutte le sostanze/composti fluorurati aventi un TLV-TWA inferiore a 2 mg/mc (esempio  $C_3F_6$ ) – 1 mg/Nmc; per tutte le sostanze cancerogene/mutagene/teratogene – 1 mg/Nmc” (quest’ultimo “obiettivo tendenziale” riguarda sicuramente, tra le sostanze in utilizzo, il clorofornio, tetracloroetilene, tricloroetilene, benzene, tetracloruro di carbonio).

10. Un esempio “plastico” della mancata considerazione della correlazione tra condizioni dei lavoratori ed esposizione delle popolazioni, aspetti trattati in modo separato, che non trovano una “sintesi” sia in termini autorizzativi che di sorveglianza per lo “spacchettamento” di competenze e poteri tra Regione, Provincia, Comune, Vigili del fuoco, Arpa e ASL, per rimanere a quelli principali.

11. I parametri sottoposti a misurazione sono : acido cloridrico, acido fluoridrico, ossidi di azoto e ossidi di zolfo.

12. “Dall’inizio del febbraio 2011 è operativo il Consorzio Trattamento Effluenti Polo Chimico Spinetta costituito fra Arkema e SSPI per gestire

il trattamento delle acque reflue di tutto il sito .... In data 10.09.2015 il CTE ha ricevuto dal SUAP di Alessandria la notifica per il rilascio della specifica Autorizzazione Integrata Ambientale ....” (rapporto ARPA 8.01.2018).

13. Produzioni di perossidi chetonici, diisopropilbenzene e altri derivati, idroperossidi sostanze tutte caratterizzate da una elevata infiammabilità ed esplosività (ma non appartenenti alla filiera del fluoro). Nell’aprile 2015 uno scoppio ha interessato l’impianto perossidi a causa di infiltrazioni di aria nel reparto macinazione formando così una atmosfera esplosiva agevolmente innescabile.

14. Risalenti al 1946, in un articolo “a firma del prof. Conti ... nel quale sono riportati dati di gravissima contaminazione da cromo esavalente rilevati, nell’anno 1941, in numerosi pozzi esterni al sito industriale” come pure da documenti Ausimont risalenti al 1988 e negli anni successivi.

15. Significative le ragioni emerse in alcune intercettazioni dei dirigenti : “confermo che lo stabilimento era a conoscenza da vecchia data di questi dati, da parte nostra, di Solvay, è una conoscenza più recente ma come sempre, quando c’è un problema non legato a scelte di tipo sanitario o igienico, si dà la comunicazione del problema con la soluzione del problema, cioè bisogna studiarlo, capirlo bene e poi preparare la risposta per le autorità, è la stessa cosa che è avvenuta per Bussi per la falda profonda ... è la normale strategia da seguire”. Tali affermazioni sono state utilizzate dalle difese per “dimostrare” la “buona fede della dirigenza Solvay”.

16. “... l’alto piezometrico è alimentato da perdite rilevanti, quanto meno anche da acque di processo, e non solamente da acque di raffreddamento o della rete antincendio, perché diversamente non si troverebbero nel piezometro P1 gli elevati valori di concentrazione di cloruri, fluoruri e solfati” – udienza del 9.12.2013.

17. Nota Solvay Specialty Polymers Italy Spa alla Provincia di Alessandria del 6.11.2017 SB/lb 15333.

18. Nota Provincia di Alessandria prot. 77327 del 30.10.2018.

19. “la ditta con la relazione periodica ha espressamente comunicato che tutte le informazioni, diverse dai valori di emissione, contenute nella stessa relazione quali materie prime, prodotti finiti, rifiuti prodotti, consumi energetici, consumi idrici, volume scarichi, sono da considerarsi riservati e tali da essere gestite in conformità con il comma 14 dell’articolo 29 quater del dlgs 152/06. Pertanto al fine di garantire la tutela della proprietà intellettuale e la riservatezza industriale, tali informazioni non vengono repor-

tate in questa sede” (p. 12, “Relazione tecnica relativa al controllo integrato n. G07\_2017\_00341\_050”, ARPA Piemonte, 8.01.2018). Nel caso di specie con Arpa/Provincia più “realistici” del Re visto che negano anche la pur censurata relazione periodica del gestore a chi l’ha richiesta nei modi di legge.

20. Così nel sito di Solvay : “Lo stabilimento crede fermamente nell’importanza di uno stretto rapporto con l’intera provincia di Alessandria e proprio per questo, nel corso degli anni, ha realizzato molteplici “occasioni d’incontro” per farsi conoscere più da vicino e attuare percorsi di crescita comune.

A beneficio della popolazione, delle Istituzioni scolastiche e delle Autorità locali, sono stati attivati progetti ed eventi volti ad una sempre maggiore integrazione dell’impianto nel tessuto sociale ed economico dell’area alessandrina. Solvay promuove iniziative sul fronte del welfare, anche con la collaborazione delle organizzazioni sindacali, come i fondi sanità integrativi, borse di studio, il contributo per l’asilo ai dipendenti e il circolo ricreativo per dipendenti e pensionati. Promuove rapporti di collaborazione con le scuole del territorio e investe sui giovani laureati e diplomati. Lo stabilimento genera 600 posti di lavoro diretti e 400 indiretti con un notevole indotto. La creazione di progetti aperti alle scuole, l’organizzazione di incontri come “Fabbriche Aperte”, manifestazioni sportive e partecipazioni a eventi locali, sono solo alcuni tra i principali esempi della presenza concreta e dell’impegno del Gruppo verso il territorio circostante. La comunicazione e le occasioni di confronto non sono mai sufficienti: ecco perché intendiamo tener sempre più in conto le richieste che provengono dalla comunità, prendendo atto delle attese maturate nei nostri riguardi e che testimoniano la necessità di uno sforzo ancora maggiore da parte nostra. Con l’edizione 2013 delle “Fabbriche Aperte” è stato inaugurato un nuovo percorso condiviso di “Ascolto & Dialogo” che prevede, tra l’altro, una serie d’iniziative di comunicazione sul tema della Sostenibilità e della Sicurezza ambientale.”

21. Dal rinvio a giudizio: “avvelenavano le acque della falda sotterranea allo stabilimento Solvay-Archema (ex Ausimont) .... Omettendo di adottare ... ogni doverosa condotta od opera atta a confinare, contenere, eliminare o, quantomeno, ridurre l’inquinamento in atto, impedendo che l’acqua della falda venisse a contatto con i rifiuti ammassati nelle varie discariche o comunque sotterrati nel sito industriale e che si contaminasse con numerose sostanze tra le quali metalli – Antimonio, Arsenico, Cromo VI,

Nichel e Selenio – composti inorganici – fluoruri e solfati – composti alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, DDD, DDT e DDE, cagionavano la costante e continua contaminazione dell’acqua predetta, destinata sia ad uso potabile dei dipendenti addetti al sito industriale, sia ad uso domestico ed agricolo delle abitazioni e degli insediamenti agricoli dell’area di Spinetta Marengo e zone limitrofe”. Si tratta di cinque discariche realizzate prima della definizione di norme di tutela ambientale sulla realizzazione di tali impianti in cui sono stati sversati per decenni – in tutto 425.000 mc – rifiuti delle lavorazioni contaminati da metalli come arsenico, antimonio, mercurio, cromo VI, rame, piombo, cadmio, nonché solventi aromatici e clorurati puntualmente ritrovati nelle falde e già identificati dai gestori almeno dal 1992.

22. Nonostante nel rinvio a giudizio si parlasse di “numerose discariche di sostanze chimiche, la maggioranza delle quali è realizzata illegittimamente, senza alcuna autorizzazione e senza neppure sia mai stata denunciata, in seguito all’introduzione dell’obbligo di denuncia derivante dalla procedura di bonifica dei siti inquinati, dopo l’entrata in vigore del DM 471/99”.

23. In una relazione del 2001 si stima in 150.000 mq la superficie di terreno contaminato (senza contare le discariche) e in 350.000 mc il volume di terreno oltre le soglie di contaminazione e classificabile anche come rifiuto pericoloso. I rifiuti sversati nelle discariche non autorizzate erano stimati in 425.000 mc.

24. “Altre indagini erano state svolte all’interno del sito industriale Solvay Alexis/Edison/Arkema, impegnato, dall’anno 2000 in un procedimento di bonifica .. che aveva fissato come obiettivo il raggiungimento delle concentrazioni soglia rischio (CSR) per arsenico, cromo trivalente, cromo esavalente, nichel, rame, piombo e zinco ... la relazione sottolinea che il cromo totale e il cromo esavalente sono concentrati nei terreni lungo il lato nord dello stabilimento, ove era attiva in passato la produzione di acido solforico e nell’ax area pigmenti organici, ubicata nella parte centrale, ove negli anni ’30 – ’60 era stato in funzione l’impianto bicromati che produceva bicromato di potassio ed altri Sali di cromo.” (dalla sentenza di primo grado).

25. Le relazioni svolte dai consulenti di Solvay nel 2008 segnalavano contaminazioni della falda sotterranea più superficiale da cromo VI, fluoruri, solfati, cloroformio, tetracloroetilene, tetracloruro di carbonio, triclorofluorometano e altri derivati organici clorurati.

26. Risparmiamo al lettore le considerazioni sulla “accettabilità” dell’esposizione a sostanze



pericolose ed in particolare a quelle cancerogene/mutagene e teratogene.

Nella relazione presentata nel processo come Medicina Democratica si ribadisce il concetto sempre espresso “*Si sottolinea preliminarmente l'inattendibilità, ai fini della tutela della salute, dei limiti di esposizione agli agenti cancerogeni, nonostante alcune Agenzie e norme di legge indichino valori limite di esposizione per tali sostanze, presenti nelle diverse matrici ambientali. Infatti, non è assolutamente accettabile sul piano umano, etico, sociale e valido sul piano scientifico stabilire dei valori limite per gli agenti cancerogeni in tali matrici, nonché negli alimenti, nell'ambiente di lavoro (ed in quello di vita!), e, nel caso che ci riguarda, nelle acque di falda. A tacere dei gravi condizionamenti economici con i quali vengono proposti tali limiti, che nulla hanno a che vedere con la tutela della salute della persona e della collettività, in spregio dell'art. 32 della Costituzione.*” V. relazione “*La pericolosità dell'acqua della falda sottostante lo stabilimento della società Solvay Speciality Polymers (già Solvay Solexis, già Ausimont) S.p.A. di Spinetta Marengo/Alessandria e delle aree limitrofe avvelenata da molteplici sostanze chimiche tossi-cancerogene, e, segnatamente, da cromo esavalente e da composti organoclorurati*” – Luigi Mara, Fulvio Baraldi, Bruno Thieme – 14.01.2014.

27. La Corte parte dal presupposto che “*il processo non si occupava – né mai avrebbe potuto farlo, attesa la formulazione dell'imputazione, che nemmeno li contemplava – dei decessi e delle lesioni che in molti atti di costituzione venivano descritti come patiti direttamente*” “*bensi solo dell'eventuale danno da esposizione e dell'eventuale danno morale*”. Da questo presupposto: “*non essendo mai stati contestati i relativi reati*” né provata la connessione casuale tra condotta delittuosa ipotizzata ed evento le pene appaiono ridotte rispetto ai danni di cui le singole parti civili chiedevano il riconoscimento. Va ricordato che nello stesso passaggio la Corte lamenta una “*strategia processuale*” (non specificando da parte di chi) “*perché l'aspettativa creata nelle singole parti civili è andata inevitabilmente delusa, venendo così ad aggiungere ulteriore sofferenza a quella già o ancora patita per le gravi patologie accusate dagli interessati o dai loro familiari*”. L'unico presupposto di accettazione delle parti civili era stato di aver bevuto acqua avvelenata (danno da esposizione). Secondo il Giudice nemmeno questo danno sarebbe stato provato secondo i criteri del risk assessment ovvero gli stessi dell'avvelenamento. Da qui il danno “*solo*” da “*metus*” (sofferenza

psichica da esposizione) ma questo era chiaro dalle prime fasi del processo, al momento del riconoscimento delle parti civili fisiche ed esplicitamente espresso nella ordinanza istruttoria del 17.04.2013. Così la sentenza: “*in questa sede, non si deve affatto arrivare ad affermare che 'una malattia è stata causata dall'esposizione a determinate sostanze chimiche' (come sarebbe invece necessario in un processo per omicidio o per lesioni), ma solo che vi è una fondata relazione di probabilità tra quella malattia e quell'esposizione, sufficiente a qualificare quest'ultima come pericolosa, cioè come portatrice di un rischio patogeno*”.

28. Tra i tanti passaggi meritevoli di citazione ricordiamo questo per gli aspetti generali che richiama: “*Le difese sostengono come non sia provata in generale la 'tossicità' per la salute umana delle sostanze contaminanti la falda acquifera addirittura rifacendosi a Paracelso ... e affermando che nulla – o tutto – è velenoso e che ciò dipende esclusivamente dalla quantità, dall'esposizione, oltre che da una serie infinita di variabili relative anche alla diversa recezione e risposta da parte dei singoli individui. Si deve osservare come sia fisiologico che nella comunità scientifica si trovino dei pareri discordanti sia sui limiti – soprattutto con riguardo alle sostanze cancerogene ..... per le quali, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non esiste 'soglia minima' – sia sui valori di tossicità delle sostanze. ... Questa Corte ritiene però che la tossicità di quelle sostanze sia un dato scientifico che non può essere oggetto di discussione in questa sede, dal momento che la nostra legislazione ambientale le ha considerate tali, imponendo dei livelli-soglia per tali sostanze nelle matrici ambientali, sia pure ispirati alla 'sicurezza' e alla 'cautela'”. Per non dire che, nel caso di specie, “*non si parla affatto di modesti superamenti ... ma, in molteplici casi, di superamenti eccezionali, ben oltre l'ordine di grandezza tollerato, non solo del limite tabellare (oltrepassato di centinaia, migliaia di volte) ma anche di quello calcolato come dose accettabile (quest'ultima risultante dal risk assessment)*”.*

29. Caustiche le rilevazioni della Corte di Appello nei confronti di Solvay che, subentrando ad Ausimont nel 2001, si renderebbe conto, secondo i difensori, dello stato di inquinamento del sito solo diversi anni dopo: “*tale ricostruzione ... consiste nell'affermare che una multinazionale, leader nel mondo nel settore chimico (la Solvay), ricca di professionalità interne di altissimo livello, oltre che supportata da primari consulenti in materia, abbia deciso di acquistare uno stabilimento chimico di vaste dimensioni, le cui produzioni, diversificate nel tempo,*

perduravano da quasi un secolo in un momento storico in cui già esisteva, anche in Italia, una normativa relativa proprio all'inquinamento industriale ..... in tale contesto la Solvay avrebbe deliberatamente omesso, in sede di trattativa per l'acquisto, di accertare quali fossero le reali condizioni del sito industriale e zona limitrofa, appagandosi sul punto con le scarse 'notizie' riportate nel primo piano di caratterizzazione del 2001 .... non sufficiente neppure ad acquistare in sicurezza un'area di servizio carburanti".

30. I soggetti associativi costituiti e riconosciuti sono stati e sono Medicina Democratica, WWF, Legambiente, l'Associazione I DUE Fiumi ERICA Pro Natura, a rappresentare i lavoratori la sola CGIL. Il Comune di Alessandria si è ritirato dalla costituzione in sede di appello.

31. La definizione di intermedio non isolato (regolamento REACH) è la seguente "una sostanza fabbricata, consumata o utilizzata per essere trasformata, mediante un processo chimico, in un'altra sostanza". In altri termini si tratta di una sostanza "transeunte", viene prodotta durante il processo chimico dalle materie prime fino ai prodotti finali ma non vede mai la "luce", rimane (o dovrebbe rimanere) negli impianti di processo e non essere utilizzata o resa disponibile a terzi. Gli unici esposti (incidenti o perdite permettendo) a tali sostanze dovrebbero essere i lavoratori. La realtà è spesso ben diversa.

32. Unitamente alle emissioni di tetracloroetilene ( $C_2F_4$ ) ma solo come rapporto tra quanto emesso (stimato) e quanto autorizzato.

33. Queste soglie sono state fissate a 5 microg/mc per i PFIB; 0,4 mg/mc per il tetracloroetilene; 0,3

mg/mc Esafluoropropene; 0,4 mg/mc fluoruro di vinilidene.

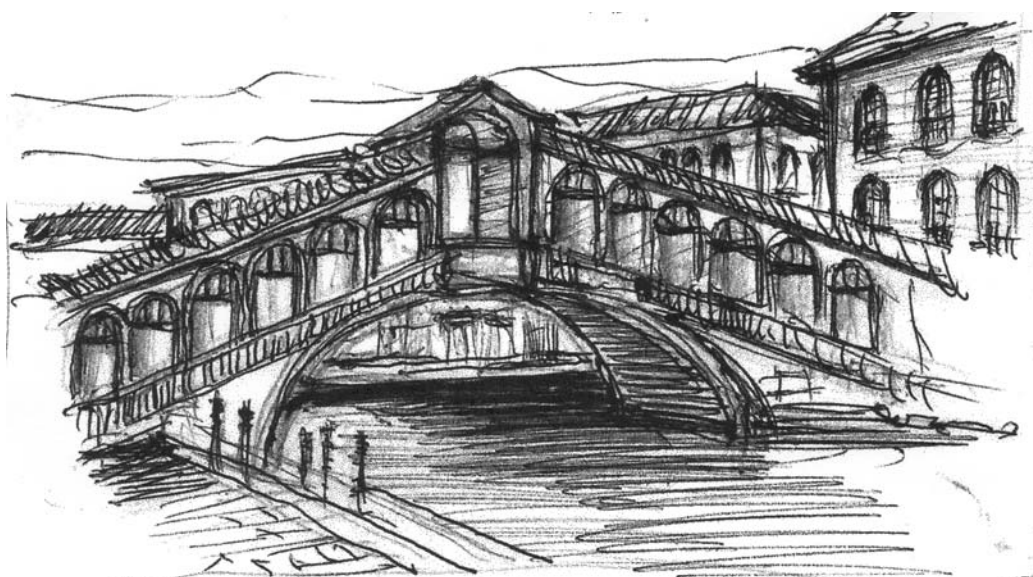
34. Tale evento è stato oggetto di una conferenza stampa dei diversi enti locali svolta il 25.08.2018. A tale conferenza non ha partecipato la Provincia di Alessandria che infatti "cade dalle nuvole" e dichiara di non avere i documenti citati da Arpa in quella occasione. Un perfetto "coordinamento" tra gli enti preposti !

35. Le citazioni sono tratte dalla nota Arpa 27.11.2018 "risposta richiesta di accesso - Medicina Democratica" del 14.11.2018.

36. "La pericolosità dell'acqua della falda sottostante lo stabilimento della società Solvay Speciality Polymers (già Solvay Solexis, già Ausimont) S.p.A. di Spinetta Marengo/ Alessandria e delle aree limitrofe avvelenata da molteplici sostanze chimiche tossi-cancerogene, e, segnatamente, da cromo esavalente e da composti organoclorurati" - Luigi Mara, Fulvio Baraldi, Bruno Thieme - 14.01.2014.

37. La sua denominazione chimica è una miscela costituita principalmente da difluoro di ammonio 2,2,4,5-tetrafluoro-5-(trifluorometossi)-1,3-diossolan-4-il)ossi) difluoro acetato (CAS 1190931-27-1). Si tratta di una sostanza pericolosa, corrosiva per la pelle e fortemente irritante per gli occhi, può determinare danni agli organi interni in caso di esposizione prolungata.

38. La denominazione chimica è telomero (polimero ndr) con clorotrifluoroetene ossidato, ridotto e idrolizzato con 1 propan 1,1,2,3,3,3-esafluoro (CAS 329238-24-6). La classificazione proposta dal soggetto notificante (Solvay) è di corrosivo per la pelle e gli occhi, può provocare danni agli organi ed è tossico per gli organismi acquatici.



# Una nuova minaccia per l'uomo e per l'ambiente, più pericolosa della stessa diossina: gli interferenti endocrini

di Edoardo BAI\*

Riassunto. Questo articolo vuol essere una breve panoramica sui cosiddetti *hormone disruptors*: cosa sono dove si trovano, quali effetti hanno sull'uomo e sugli animali. L'argomento è troppo vasto per essere riassunto adeguatamente in un articolo; per chi volesse approfondire segnalo due testi: il primo è un libro scritto da Alain Colomb, Jean-Ives Gauchet e Claude Lagarde.

Si tratta di un endocrinologo, un veterinario e un medico di base, il taglio è divulgativo, ma ricco di riferimenti di letteratura: Titolo: *Interferenti endocrini e malattie emergenti, dove sono, cosa sono e come evitarli*.

Il secondo illustra la posizione della società di endocrinologia, ed è reperibile in due pubblicazioni. *Scientific statement n°1*(1) e *EDC 2: Second scientific statement on endocrine disrupting chemicals* (2).

Vorrei iniziare questo scritto rispondendo ad una domanda: perché desta così tanto allarme la presenza in ambiente dei composti con capacità di interferire con la normale attività endocrina dell'uomo e dell'animale?

La risposta, più che nelle ricerche che si sono succedute nell'ultimo decennio, è in numerosissime osservazioni di fenomeni strani e sempre più frequenti osservati in tutte le parti del mondo. Ne elenco alcuni.

- Negli anni 70 è stato osservato il crollo della popolazione nell'acqua di mare di una piccola lumaca, la *Nucella Lapillus*.

Fu accertato lo sviluppo di un micropene nelle lumache femmine, con gravi problemi di riproduzione. La causa è stata attribuita alla presenza in ambiente di tributilstagno, utilizzato come anti alghe sul fondo delle barche e delle navi.(3)

- Successivamente lo stesso problema fu osservato fra gli alligatori del lago Apopka,

in Florida. Il lago risultò inquinato da DDT, dibromocloropropano, dibromuro di etilene. Alterazioni dell'apparato genitale, specie se l'esposizione riguardava le uova, causarono la lenta diminuzione della popolazione di alligatori. (4)

- Nel 1973 un altro episodio drammatico è accaduto a causa del caricamento, nel mulino centrale del Michigan, di un sacco di Firemaster, scambiato per il Nutrimaster, un mangime prodotto anche lui dalla Monsanto. Il Firemaster è un ritardante di fiamma, il polibromobifenile o PBB. Un potente interferente endocrino. Risultato: furono abbattute 28.000 mucche, 6.000 maiali, 1,5 milioni di volatili. E' recente una denuncia del WWF riguardante la presenza di PBB nei giocattoli in plastica. (5)

- Sempre negli anni 70, un erbicida, il 2,4 D, è stato utilizzato dagli americani in Vietnam, per defoliare le zone boschive dove si nascondevano i guerriglieri vietnamiti. I danni per la vegetazione, gli animali e l'uomo sono stati enormi. L'erbicida conteneva importanti impurezze di TCDD, una diossina, potente interferente endocrino. (6)

- Nel 2011 un articolo di Charles Sultan sulla rivista *Gynecological epidemiology* segnala il caso di una bimba francese di 4 mesi che ha avuto ingrossamento del seno e mestruazioni. In questo caso la colpa è stata attribuita allo stoccaggio di pesticidi nel magazzino della cascina (la mamma era un agricoltore). (7)

- Nel 1976 fuoriesce dall'Icmesa la nube tossica contenente un importante concentrazione di TCDD. Fra le conseguenze, una inversione del rapporto maschi/femmine in favore delle femmine alla nascita, e una alterazione delle funzioni della tiroide, presente ancora oggi fra le giovani generazioni nate

\*Medico del lavoro. Già direttore del dipartimento di Prevenzione ASL 2 Milano Mail: [edoardobai@gmail.com](mailto:edoardobai@gmail.com)

trenta anni dopo l'incidente. Viene registrato un anomalo aumento di patologie cardiovascolari.(8)

- Nei primi anni del 2000 viene scoperto un grave episodio di inquinamento, provocato dalla Dupont che ha versato per anni acque reflue industriali contaminate da PFOA (un composto del carbonio polifluorurato) nel fiume Ohio. Le acque del fiume erano destinate al consumo umano di 69.000 persone. Qualche anno dopo si scopre che anche la Miteni (già Rimar, già Mitsubishi, ora ICIG), una azienda sita in Trissino, comune Veneto, ha versato numerosi composti polifluorurati (PFAS) nel bacino dei fiumi Anno e Fratta Gorzone. L'inquinamento riguarda attualmente l'acqua potabile utilizzata da più di 300.000 persone di 4 province. (9)

- Nella città di Roma, l'ISS ha verificato la presenza di alti livelli di Bisfenolo A e DEHF (dietilesilftalato) nel sangue dei maschi sterili. (10)

- Nel mondo industrializzato è noto che il tasso delle nascite è ormai inferiore a quello dei decessi, con rischio di decremento della popolazione. In Italia il problema è particolarmente grave; il tasso di riproduzione è pari ormai a 1,3 per donna in età fertile. Le cause sono attribuite allo stile di vita occi-

dentale e al lavoro delle donne, fattori che inducono ad evitare le gravidanze. Questa non è l'unica spiegazione; in Europa e in genere nel mondo industrializzato il numero degli spermatozoi negli uomini è diminuito del 50% negli ultimi 50 anni. Inoltre, essi sono più lenti del normale, fatto che diminuisce la possibilità di completare la fecondazione dell'ovulo. Molti studiosi attribuiscono almeno parte del decremento della popolazione alla presenza ormai ubiquitaria degli interferenti endocrini. (11)

Le sostanze che possono interferire con l'attività dei nostri ormoni sono, potenzialmente, innumerevoli.

La commissione della Comunità Europea che si occupa del regolamento REACH sulle sostanze chimiche ha stilato un elenco di 553 sostanze artificiali e 9 ormoni naturali da verificare (Commissione delle comunità europee. *Comunicazione della commissione al consiglio e al parlamento europeo*). Nonostante ciò, non esiste un elenco ufficiale europeo, a causa del fatto che la Commissione istituita appositamente ha stilato i criteri per classificare gli interferenti endocrini solo recentemente. Nel 2015 la commissione tecnica ha anche ricevuto una condanna dalla Corte europea per i

**Tabella 1. - Lista delle sostanze da evitare Union Fédérale des Consommateurs – Que Choisir**

Lista delle sostanze da evitare		
Sostanza	Caratteristica di pericolo principale	Utilizzi principali nei prodotti di consumo
Ammonio Lauril solfato	Irritante	Detergenti
Benzofenone 1 e Benzofenone 3	Perturbatore endocrino	Cosmetici (filtri solari)
BHA (Butilidrossianisolo)	Perturbatore endocrino	Antiossidante negli alimenti (sostanze grasse)
Butilparabeni, Potassio e sodio butilparabenato	Perturbatore endocrino	Cosmetici (conservante)
Ciclopentasilano, Ciclotetrasilossano	Perturbatore endocrino	Cosmetici (emolliente)
Etilsil metossicinnamato	Perturbatore endocrino	Cosmetici (filtri solari)
Metilcloroisotiazolinone, Metilisotiazolinone	Allergene	Cosmetici (conservante)
Fenossietanolo	Tossico per il fegato (questa sostanza non sembra presentare pericolo per gli adulti)	Cosmetici (conservante)
Para fenilendiammina	Allergene	Coloranti per tessuti
Propilparabeni, Potassio e sodio propilparabenato	Perturbatore endocrino	Cosmetici (conservante)
Sodio Lauril Solfato	Irritante	Detergenti
Triclosan	Perturbatore endocrino	Antibatterico in saponi, dentifrici

Fonte: nostra elaborazione da (<https://www.quechoisir.org/>)

ritardi nella consegna del lavoro, che doveva essere finito entro il 2013. Secondo Le Monde il ritardo è dovuto all'enorme pressione esercitata dall'industria, in specie l'industria chimica tedesca. In una bella trasmissione di RAI 3 è possibile reperire informazioni più dettagliate. Allego il link alla trasmissione.

(<https://vimeo.com/209051957>).

Gli interferenti endocrini si trovano dappertutto, perfino nella carta degli scontrini, nella carta da forno, nelle plastiche dei biberon, nella carta chimica, nelle schiume antincendio, nella carta da forno, nelle stoffe, e in innumerevoli altri prodotti. Come esempio, si allega la lista degli interferenti endocrini presenti nei cosmetici, stilata da una associazione di consumatori francese, tradotta e adattata per questo articolo (Cfr. Tabella 1). L'associazione mette sull'avviso i consumatori invitandoli ad evitare prodotti che li contengono, in particolare per i bambini al di sotto dei 3 anni, evidenziando altresì che i perturbatori endocrini sono da bandire per i bambini, gli adolescenti e le donne in gravidanza.

Fra questi composti i più noti sono i parabeni. Attualmente molte case produttrici dichiarano i loro prodotti esenti da parabeni.

La stessa cosa sta accadendo con i PFAS, e in particolare con il PFOA, potente interferente utilizzato per la sintesi del Teflon, che funge da fondo antiaderente delle padelle. Recentemente sono comparse le prime etichette che dichiarano i prodotti privi di PFOA. Rimane aperto il problema del Goretex, degli scarponi e in genere degli abbigliamento sportivi, per esempio quelli della marca Patagonia.

I produttori affermano che non ci sono alternative per i tessuti antimacchia e idrorepellenti se si vogliono conservare le prestazioni del Goretex.

E' opportuno segnalare un altro problema, relativo alla presenza di Bisfenolo A (BPA) in alcune plastiche, specialmente nei policarbonati. Al contrario dell'opinione comune, che ritiene le plastiche composti molto stabili, il loro legame con il bisfenolo è labile, perciò il BPA passa facilmente dai contenitori nei cibi. Particolarmente pericolosa la loro presenza nella plastica dei biberon. Nel

2007 l'EFSA (Agenzia Europea per gli Alimenti) ha espresso un parere sul TDI (Livello Giornaliero Tollerabile) del BPA, confermando un NOAEL (concentrazione di BPA senza effetti per la salute) di 5 milligrammi/kg di peso corporeo; il giudizio si basa sulla convinzione di EFSA che l'effetto interferente, notato sui topi, non sia presente nell'uomo. In particolare non ha ritenuto probatoria la pubblicazione apparsa sulla rivista *Endocrinology* nel 2005: nei ratti la assunzione di 0,23 ppt (parti per trilione) di BPA altera gravemente lo sviluppo del sistema nervoso centrale. Nonostante il parere dell'EFSA, l'industria ha rinunciato all'utilizzo di bisfenolo per la realizzazione dei biberon. (12)

I composti più pericolosi, fra gli interferenti endocrini, appartengono alla famiglia di molecole di carbonio polifluorurate (PFAS). La loro presenza nell'acqua potabile di 4 province venete ha modificato la mortalità degli utenti degli acquedotti inquinati, aumentando del 20 per cento la mortalità generale, a causa soprattutto dei decessi per infarto e accidenti cerebrovascolari.

Aumenta anche la mortalità per Alzheimer nelle donne (24%) per tumore al testicolo (80% a Lonigo), tumore al rene (34% negli uomini), diabete (48% negli uomini).(13)

Un quadro analogo a quanto si è verificato in Virginia a causa dei versamenti delle acque reflue della Dupont nel fiume OHIO. Non stupisce perciò che Environmental Health Perspectives pubblici un appello sottoscritto da più di 200 scienziati (The Madrid Statement) che invita i governi di tutto il mondo ad avviare opportuni interventi per eliminare i PFAS proibendone progressivamente l'utilizzo.(14)

La società che gestisce le acque potabili di 226 comuni in Emilia Romagna (Gruppo Hera) ha recentemente ricercato la presenza di alcuni interferenti endocrini nelle acque potabili prima e dopo i processi di depurazione.

#### **CONTAMINANTI EMERGENTI PRINCIPALI OGGETTO DI INDAGINE (HERA)**

- Polialchilfenoli: octilfenolo (OP); Nonilfenolo (NP); ter-Octilfenolo (tOP); Bisfenolo A (BPA)
- Estrogeni : Estrone (E1); Beta Estradiolo

(E2); Estriolo (E3); 17 alfa Etinilestradiolo (EE2)

- Acidi Perfluororurati: Acido Perfluoroottonaico (PFOA); Acido Perfluoroottanossulfonico (PFOS)

- Farmaci non steroidei anti infiammatori : Ibuprofen; Naxoprofen; Ketoprofen; Acido Tolfenamico; Diclofenac.

Nella Tabella 2 si riporta una sintesi dei risultati delle analisi effettuate nel 2010.

Come si può notare, il bisfenolo A è quello presente in maggiore concentrazione, seguito a ruota da PFOA e PFAS. Va notato però che, mentre il bisfenolo viene ridotto drasticamente dai trattamenti di potabilizzazione, ciò non avviene per i PFAS, che sembrano

insensibili al trattamento (cfr *Gli interferenti endocrini nelle acque, atti del convegno del 24 settembre 2010*).

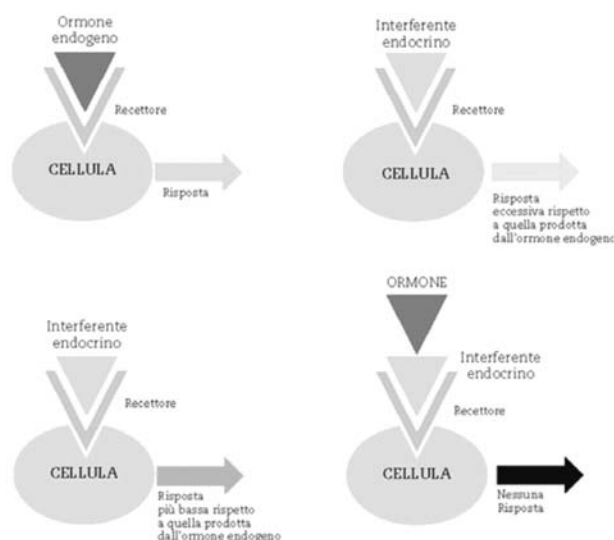
### MECCANISMO DI AZIONE ED EFFETTI

In aprile 2016 ISDE ha organizzato un convegno sugli interferenti endocrini. La scelta dell'argomento era obbligata, visto che nella zona persiste ancora l'inquinamento da PFAS provocato dalla Miteni. Riporto una sintesi dell'intervento del professor Agostino Paoletta, che dirige il Servizio di endocrinologia e diabetologia della ULSS 15 di Padova. La modalità di azione degli interferenti endocrini è riportata nello schema seguente. (V. Figura 1)

**Tabella 2. Contaminanti nelle acque potabili oggetto di indagini da parte di Hera**

	Acque grezze		Acque trattate		
<b>Polialchilfenoli</b>					
<i>Octifenolo (OP)</i>	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
<i>Nonilfenolo (NP)</i>	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,50
<i>Ter Octilfenolo (tOP)</i>	< 0,50	2,89	< 0,50	1,25	0,50
<i>Bisfenolo A (BPA)</i>	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
<b>Estrogeni</b>					
<i>Estrone (E1)</i>	< 0,50	< 0,50			
<i>Beta estradiolo (E2)</i>	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
<i>Estriolo (E3)</i>	< 1,00	1,17	< 1,00	< 1,00	1,00
<b>Acidi perfluorurati</b>					
<i>PFOA</i>	5,00	19,50	12,60	22,40	0,50
<i>PFOS</i>	2,04	3,10	1,60	2,00	0,50

**Figura 1 – Modalità di azione degli interferenti endocrini sulle cellule**



Fonte : ISDE Veneto Convegno “COMPOSTI PERFLUOROALCHILICI (PFAS): INTERFERENTI ENDOCRINI E POSSIBILI CANCEROGENI PER L’UOMO PASSATI DALL’ACQUA CONTAMINATA NEL SANGUE DEI CITTADINI. QUALI CONSEGUENZE PER LA SALUTE UMANA?” Vicenza, 29.10.2016.

Queste sostanze sono in grado di interferire sulle funzioni di un gran numero di organi, per il tramite dell'alterazione della risposta cellulare agli stimoli ormonali. In sintesi, questi sono i principali meccanismi:

- Tiroide; interferiscono con la calcitonina e la tiroxina.
- Pancreas; interferiscono con l'insulina.
- Ovaio; Interferiscono con Estrogeni e progesterone.
- Ghiandola pituitaria; interferiscono con l'ossitocina e l'ormone della crescita.
- Ghiandola pineale, interferiscono con la melatonina.
- Ipotalamo, interferiscono con l'ossitocina.
- Paratiroidi, interferiscono con il paratormone (PTH).
- Surrene, interferiscono con i corticosteroidi.
- Testicoli, interferiscono con il testosterone.

Particolarmente preoccupanti sono gli effetti sulla tiroide : una elevata incidenza di ipotiroidismo è stata riscontrata sia a Seveso (TCDD) che nei comuni veneti inquinati da sostanze polifluorurate (PFAS). La tiroide infatti presiede in utero allo sviluppo del tubo neurale, provocando le alterazioni cerebrali riscontrate nei ratti a bassissime concentrazioni, dell'ordine delle parti per trilardo. Nell'uomo la esposizione in utero è stata associata a disturbi del bambino caratterizzati da difficoltà di attenzione e iperattività. Il Dr. Paoletta ha mostrato un elenco delle sostanze sospettate di interferire con la tiroxina.

Su commissione del governo, in Francia è stata stilata una lista dei possibili interferenti presenti nei pesticidi. La lista comprende 1.600 composti.

**Tabella 3. Elenco sintetico delle sostanze chimiche che possono interferire con la produzione, il trasporto e il metabolismo degli ormoni tiroidei**

Tipo di interferenza sul metabolismo tiroideo	Sostanze (usi principali)
Sull'assorbimento di iodio da parte della glandola tiroidea	2,4 D (2,4 diclorofenossiacetico – fitofarmaco) 3 amino 1,2,4 triazolo (erbicida) Aldrin (fitofarmaco) Amitrolo (fitofarmaco) Aroclor (fitofarmaco) 1,2 Diidrossibenzene catecolo (intermedio chimico) 4 Clororesorcinolo (intermedio) Clorofentezina (biocida) Orto cresolo e Para cresolo (intermedio) Cythion (insetticida) 1,3 Diidrossinaftalene e isomeri (intermedio) 2,4 Diidrossibenzonaldeide (intermedio) Acido 2,4 Diidrossibenzoico (intermedio) Etiozina (fitofarmaco) Etilen tiourea (intermedio) Fipronil (insetticida) Esaclorobenzene (intermedio chimico) Esedrina (farmaco) 4 Esilresorcinolo (intermedio) Idrossiquinolo di 1,3,4 Triidroossibenzene Idrossiquinolo acetato (intermedio) Piombo (metallo) Mancozeb (fungicida) Cloruro di Mercurio (metallo, catalizzatore) 3 Metilcolantrene (intermedio) Cloruro di metilmercurio (fitosanitario) Metilparation (fitofarmaco) 2 Metilresorcinolo (intermedio) Derivati della soia sottoposti a cottura Nabam (fungicida)

Tipo di interferenza sul metabolismo tiroideo	Sostanze (usi principali)
Sull'assorbimento di iodio da parte della glandola tiroidea	5 Metilresorcinolo – orcinolo (intermedio) Pendimethalin (erbicida) Pentacloronitrobenzene (fungicida) Fenobarbital (farmaco antibiotico) Fenolo (intermedio chimico) 1,3,5 Triidrossibenzene glucinolo (farmaco) Bifenili polibrominati (fitofarmaci) Pregnenolone carbonitrile (ormone steroideo) Propiltiouracile (farmaco antitiroideo) 1,2,3 Triidrossibenzene pirogallolo (agente di sviluppo in fotografia) Pirimentanil (fungicida) 1,3 Diidrossibenzene resorcinolo (farmaco) Alfa idrossibenzil alcool (intermedio per farmaci) Selenio (metallo) Tiocianato (intermedio chimico)
Trasportatori di Sodio e iodio oltre la membrana cellulare	Perclorato (farmaco tiroideo) Perrhenate (additivo in chimica organica)
Modificatori del livello di iodio nelle proteine nel siero	2,4 D (2,4 diclorofenossiacetico – fitofarmaco) 2,4 Dinitrofenolo (conservante, farmaco) 3 Metilcolantrene (Amitrol (erbicida) Aroclor (fluido dielettrico) Cythion (insetticida) Malathion (insetticida) Mancozeb (fungicida) Cloruro di Mercurio Alfa,para DDD (conservante) Esedrina (farmaco)
Agenti sulla perossidasi della tiroide	Amitrolo (fitosanitario) Ammoniaca (intermedio) Etilen tiourea (intermedio) Fipronil (insetticida) Mancozeb (fitofarmaco) 4,4' Metilenedianilina Tiocianato (intermedio)
Agenti sulla perossidasi della tiroide – ossidanti dello iodio	Aminotriazolo (fitosanitario) Ammoniaca (ammoniaca) Cloruro di Cadmio Endosulfan (insetticida) Etilen tiourea (intermedio) 1,2,3,4,5,6 esaclorocicloesano Malathion (fitofarmaco) Mancozeb (fitofarmaco) Cloruro di Mercurio Metamizolo (farmaco) Bifenili polibromurati Tiourea (intermedio)
Agenti sulla perossidasi tiroidea – iodurazione della tirosina	Bifenili polibromurati (ritardante di fiamma)



Tipo di interferenza sul metabolismo tiroideo	Sostanze (usi principali)
Legante alla tireoglobulina (fattore di produzione di ormoni tiroidei)	Alfa, para DDD (conservante) Pentaclorofenolo (fitofarmaco)
Legante alla transtiretina (proteina del fegato che trasporta ormoni tiroidei)	Bromoxinile (erbicida) Acido acetico del 4 cloro-orto-toliossi (intermedio) Acido butirrico del 4,4 cloro2metilfenossi (intermedio) Clorofenolo (conservante legno) Cloroxuron (disinfettante) 2,4 D (erbicida) Acido 2,4 Diclorofenossibutrico (erbicida) Diottilftalato (plastificante) Alfa,para DDD e para,para DDD (fitofarmaco) 2,3; 2,4 e 2,6 diclorofenolo (fitofarmaco) Dicloropropil (pesticida) Difocol (pesticida) 2,4 Dinitrofenolo (conservante per legno) 4,6 Dinitro 2 metilfenolo (reagente) Etil bromofos (fitofarmaco) Etil Paration (insetticida) Fenoprop (erbicida) Esaclorobenzene (fungicida) Esaclorofene (disinfettante) 2 idrossibifenile (disinfettante) 4 idrossibifenile (disinfettante) Lindane (insetticida) Linuron (erbicida) Malation (insetticida) Pentaclorofenolo (pesticida disinfettante) Pirogallo (reagente fotografico) Acido 2,4,5 triclorofenossiacetico (diserbante) 1,4 Tetraclorofenolo (fitofarmaco) PCB-77 (fluido dielettrico) Acido tricloroacetico (farmaco) Triclorobenzene (solvente insetticida) 2,3,4 triclorofenolo (intermedi) 2,4,5 triclorofenolo (intermedi) 2,4,6 triclorofenolo (intermedi) Acido 2,4,5 triclorofenossiacetico metil estere (erbicida)
Legante dell'albumina	Pentaclorofenolo (fitofarmaco)
Catabolismo T4 o T3 : tipo I o H5 deiiodinase	3,3', 4,4', 5,5' esaclorobifenile (fluido dielettrico) 3 metilcolantrene (chemioterapico) Aminotriazolo (erbicida) Amiodarone (farmaco) Aroclor (fluido dielettrico) Cloruro di Cadmio Difeniltioiantoina (farmaco) Dimetoato (insetticida) Fenvalerate (insetticida) Esaclorobenzene (fungicida) Piombo Fenobarbital (farmaco) Propiltiouracile (farmaco) PCB 77 (fluido dielettrico) TCDD

Tipo di interferenza sul metabolismo tiroideo	Sostanze (usi principali)
Glucoronidazione dei T4/T3	Acetoclor (erbicida) Aroclor 1254 (fluido dielettrico) 3,4 benzopirene (derivati da combustione) Clofentezina (erbicida) Clofibrate (farmaco) DDT (insetticida) Fenbuconazolo (fungicida) 3,3', 4,4', 5 esabromobifenile (fluido dielettrico) Esaclorobenzene (fungicida) 3,3', 4,4', 5,5' esaclorobifenile (fluido dielettrico) 3 metilcolantrene (metabolita) Pendimetalin (erbicida) PCB 126 (fluido dielettrico) Fenobarbital (farmaco) Bifenili polibrominati (fluido dielettrico) PCBs (fluido dielettrico) Pregnenolone 16alfa carbonitrile (farmaco) Promadiazina Piremetanil (fungicida) PCB 77 (fluido dielettrico) Tiazopir (erbicida)
Catabolismo ed eliminazione biliare di T2/T3 nel fegato	Aroclor 1254 (fluido dielettrico) 3,4 benzopirene (derivati da combustione) DDT (insetticida) Esaclorobenzene (fungicida) Fenobarbital (farmaco) Bifenili polibrominati (fluido dielettrico)

I più diffusi Interferenti endocrini capaci di alterare la funzione della tiroide, sono elencati di seguito:

- Perclorato ( $\text{ClO}_4^-$ ); si trova nella polvere da sparo, nei fertilizzanti, air bag e come contaminante in alcuni alimenti quali latte, uova, verdura, frutta.
- Bisfenolo A; monomero del policarbonato, componente delle resine epossidiche, ritardanti di fiamma e resine speciali per collanti dentari. Lattine, biberon, PET.
- Ftalati; soprattutto nel PVC flessibile, che costituisce la maggior parte delle plastiche. Particolarmente pericolosi, per esempio, i giocattoli.
- Pesticidi; negli alimenti non biologici.
- PFAS; utilizzati per la sintesi del teflon nelle padelle antiaderenti, come antimacchia e idrorepellente per i tessuti, carta da forno, schiume antincendio e mille altri utilizzi.

Un altro preoccupante effetto è legato all'obesità e al diabete. E' noto da tempo che i bambini di madri diabetiche nascono

sovrappeso: sono i cosiddetti giganti dai piedi di argilla.

Questo l'elenco di alcune sostanze obesogene:

- Dietilstilbestrolo
- Bisfenolo A
- Tributilstagno
- Ftalati
- DDT
- PFOA
- Tetrabromobisfenolo A
- PCB (Policlorobifenili)

L'incidenza del diabete è quasi raddoppiata dal 1980, passando dal 4,5% all'8,5% della popolazione adulta. La causa principale è l'eccessivo consumo di zuccheri, ma ad esso si associa la presenza in ambiente di numerose sostanze diabetogene:

Bisfenolo A, i cosiddetti POPs (Persistent Organic Pollutants, Contaminanti Organici Persistenti), Terbutilstagno, PFOS sono fra le sostanze più note con questo effetto.

Obesità (15) e diabete sono due importanti fattori di rischio per il sistema cardiocircola-

torio, e perciò ci si aspetta che gli esposti a questi interferenti abbiano una maggiore frequenza di episodi gravi, anche mortali, legati all'arteriosclerosi, principalmente infarti e ictus cerebrali. In effetti, fra gli esposti a PFAS nella regione Veneto, la mortalità per queste due malattie è aumentata (22% l'infarto e 34% gli accidenti cerebro vascolari nell'uomo, e 24%, 29% rispettivamente, nelle donne).

## CONCLUSIONI

Gli interferenti endocrini fanno parte degli inquinanti "emergenti" come vengono classificati da ARPA. Secondo gli addetti al controllo degli inquinanti ambientali, è inevitabile che altre sostanze, con effetti tossici differenti, si diffondano in ambiente in un prossimo futuro. Sono infatti trop-

po numerose le nuove molecole che la industria sintetizza ogni anno, e il regolamento Reach, seppure strumento molto utile, non riesce a verificare tutte le nuove sostanze immesse in commercio e spesso deve accettare i report dell'industria, che ovviamente soffrono di un evidente conflitto di interesse.

Gli interferenti, in particolare, sono perfino più pericolosi dei cancerogeni, perché attivi in dosi veramente infinitesimali e perché ormai diffusi ubiquitariamente. Impossibili da controllare perché utilizzati in oggetti di uso comune, contaminanti i vegetali e gli animali (sono stati ritrovati nel sangue e nel grasso degli orsi polari). Occorrerebbe, seguendo i suggerimenti della carta di Madrid, programmare il progressivo abbandono della loro produzione.

## NOTE

1. Diamanti-Kandarakis e al. 2009 *Endocrine-disrupting chemicals*, *Endocrine reviews* 30 (4): 293-342.
2. Chappell VA, *Endocrine reviews* 2015, novembre 36(6).
3. P.E.Gibbs e al. : *TBT-induced imposex in the dogwhelk, Nucella lapillus: Geographical uniformity of the response and effects*; *Marine environmental research*, Volume 32, Issues 1-4, 1991, Pages 79-87.
4. J C Semenza, P E Tolbert, C H Rubin, L J Guillette, Jr, and R J Jackson : *Reproductive toxins and alligator abnormalities at Lake Apopka, Florida*. *Environ Health Perspect*. 1997 Oct; 105(10): 1030-1032.
5. Fries GF. E al. : *The PBB episode in Michigan: an overall appraisal*. *Crit Rev Toxicol*. 1985;16(2):105-56.
6. <https://www.aspeninstitute.org/programs/agent-orange-in-vietnam-program/>
7. Laura Gaspari, Françoise Paris, Claire Jeandel: *Peripheral precocious puberty in a 4-month-old girl: role of pesticides?*. *Gynecological endocrinology*, Volume 27, 2011 .
8. Andrea Baccarelli: *Neonatal Thyroid Function in Seveso 25 Years after Maternal Exposure to Dioxin* . *Plus Medicine* , July 29, 2008.
9. Francesco Russo e al. : *Ritrovamento di sostanze perfluoroalchiliche in alcuni ambiti del territorio regionale. Regione Veneto - settore*

*Attuazione Programmazione Sanitaria-settore promozione e sviluppo igiene e sanità pubblica*. Documento pubblicato in proprio.

10. Alberto Mantovano e Sabrina Tait : *Infertilità maschile e fattori di rischio prevedibili : dati recenti sugli interferenti endocrini*. [http://www.iss.it/binary/inte/cont/Infertilit\\_maschile\\_falati.pdf](http://www.iss.it/binary/inte/cont/Infertilit_maschile_falati.pdf).
11. André Marques-Pinto and Davide Carvalho : *Human infertility: are endocrine disruptors to blame?* <http://www.endocrineconnections.com/content/2/3/R15.full>.
12. EFSA re-evaluates safety of BPA. <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/070129>.
13. Marina Mastrantonio Edoardo Bai e al.: *Drinking water contamination from perfluoroalkyl substances (PFAS): an ecological study in the Veneto Region, Italy*. *European Journal of Public Health*, 1-6.
14. Arlene Blum, Simona A. E al.: *The Madrid Statement on Poly-and perfluoroalkyl Substances (PFASs)*. *Environmental Health Perspectives*, volume 123 numero 5, maggio 2015.
15. Retha R. Newbold : *Effects of endocrine disruptors on obesity* . *International journal of andrology* ISSN 0105-6263 [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/endocrine/index_en.htm)

# I PFAS, le sostanze perfluoroalchiliche, una contaminazione globale

di Edoardo BAI\*

I PFAS costituiscono un numeroso gruppo di sostanze organiche in cui ogni atomo di idrogeno legato ad uno scheletro lineare di carbonio è sostituito da atomi di fluoro. Questi composti sono molto resistenti al calore e fanno parte dei POPs (Persistent Organic Pollutants). Al contrario di altre sostanze persistenti in ambiente, come la Diossina e il PCB, che sono lipofili, i PFAS sono sia lipofili (si sciolgono nei grassi) che idrofili (si sciolgono in acqua).

La catena di carbonio può essere più o meno lunga (tipicamente da 4 a 14 atomi). Se si attacca alla catena un gruppo funzionale come un carbossilato, un solfonato o un fosfonato, la molecola diventa più solubile in acqua. Fra tutti i PFAS, due composti in particolare hanno trovato largo impiego industriale, il PFOS (Perfluorooctansolfonato), per la sintesi di materiali a base di POSF, brevettato da 3M, e il PFOA (Perfluorooctanoato), per la sintesi di teflon, brevettato da Dupont.

Si tratta di due composti a otto atomi di carbonio; il loro utilizzo è stato vastissimo, contando più di 200 usi industriali. Ne elenco solo alcuni:

Tessuti idrorepellenti e anti macchia per l'industria tessile, della pelle e dei tappeti; nei formulati degli insetticidi, emulsioni per fotografia, sciolina, fluidi idraulici per aviazione, schiume antincendio, teflon, goretex, carta e cartone resistenti al calore, carta chimica (scontrini).

A causa della loro tossicità, la 3M ha cessato la produzione di PFOS nel 2002 e la

Dupont quella di PFOA nel 2013. Fanno parte dei composti perfluoroalchilici (PFOAA) la cui produzione annuale, nel periodo di maggiore utilizzo, è stata di 3.500 tonnellate (riferimento anno 2000). Questi composti sono ormai contaminanti universali e sono misurabili sia in ambiente che in controlli su animali e sull'uomo. Riporto una tabella tratta da *Toxicological effects of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances*, testo da cui sono tratte anche la maggior parte delle informazioni che seguono. ( Jamie C. DeWitt).

Le ricerche hanno dimostrato che i PFAS possono essere trasportati oltre la placenta e differenti PFAS sono stati misurati nel cordone ombelicale. (Monroy et al. 2008 ; Hanssen et al. 2010 ; Glynn et al. 2012 ; Ode et al. 2013 ; Liu et al. 2011 ; Lee et al. 2013 ; Kim et al. 2011a ; Inoue et al. 2004 ; Hanssen et al. 2013 ; Fromme et al. 2010 ; Arbuckle et al. 2013 ; Lien et al. 2013 ; Porpora et al. 2013 ; Zhang et al. 2011 , 2013b ; Chen et al. 2012 ; Gutzkow et al. 2012 ; Llorca et al. 2012 ; Beesoon et al. 2011 Kim et al. 2011b ; Lien et al. 2011 ; Apelberg et al. 2007 ; Midasch et al. 2007 ; Needham et al. 2011).

Le vie di assorbimento più importanti di PFAS sono la dieta, l'acqua potabile, la polvere indoor, l'esposizione in utero e l'allattamento.

**La concentrazione ambientale di PFOS è fortemente calata dopo il 2000, al contrario di quella del PFOA, ancora sintetizzato da numerose aziende nel mondo.**

\*Medico del lavoro. Già direttore del dipartimento di Prevenzione ASL 2 Milano Mail: edoardobai@gmail.com

**Tabella 1 Sommario degli studi relativi alla contaminazione di popolazione esposte da PFOS; PFOA, PFHxS, PFNA**

Anno/i	Concentrazione nel sangue (ng/ml)				Età degli esposti	Numero campioni	Sito	Riferimenti
	PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA				
1974	29,5	2,3	1,6		30-60	178	Maryland (USA)	Olsen et al.(2005)
1989	34,7	5,6	2,4		39-65	178	Maryland (USA)	Olsen et al.(2005)
1994-1995	40,1	5,2	5,3		2-12	300	USA	Olsen et al.(2004)
1994-1995	35,2	4,7	3,9		2-12	298	USA	Olsen et al.(2004)
1999-2000	30,4	5,2	2,13	0,557	12-60	1.562	USA	Centre of Disease Control (2013)
2000	31,0	4,2	2,22,2		65-96	238	Washington (USA)	Olsen et al.(2004)
2000-2001	34,9	4,7	1,9		20-69	645	USA	Olsen et al.(2012)
2002	12,9	3,0	n.r		20-36	119	Shenyang (Cina)	Jin et al (2007)
2003-2004	20,7	3,95	1,93	0,966	12-60	2.094	USA	Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2013)
2003-2004	22,3	6,8			5-84	105	Baviera del Nord, (Germania)	Midasch et al (2006)
2004	18,68	n.r			> 8	857	Nunavik (Canada)	Dallaire et al (2009)
2004	10,9	n.r			18-39	120	Nunavik (Canada)	Audet-Delage et al (2013)
2005	13,5	5,7			14-67	356	Baviera del Nord, (Germania)	Fromme et al (2007)
2005-2006	20,7	32,6			0-12	6.536	USA – area con falde contaminate da PFOA	Frisbee et al (2010)
2005-2006	19,3	26,3			12-18	5.934	USA – area con falde contaminate da PFOA	Frisbee et al (2010)
2005-2006	19,2	32,9	1,4		12-80	> 65.000	USA – area con falde contaminate da PFOA	Frisbee et al (2010)
2005-2006	17,1	3,92	1,09		12-60	2.120	USA	Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2013)
2005-2007	13,2	7,8	1,4		6-8	353	Great Cincinati (USA)	Pinney et al (2014)
2005-2009	13,2	5,7	1,7		6-8	351	Area della baia di San Francisco (USA)	Pinney et al (2014)
2006	14,5	3,44	0,97		20-69	600	USA	Olsen et al (2012)
2006	5,2	2,8			23-49	153	Siegen (Germania)	Holzer et al (2008)
2006	5,8	23,4			23-49	164	Arnsberg (Germania) area con falde contaminate da PFOA	Holzer et al (2008)
2006	9,7	5,8			18-69	103	Brilion (Germania)	Holzer et al (2008)
2006	10,5	25,3			18-69	101	Arnsberg (Germania) area con falde contaminate da PFOA	Holzer et al (2008)
2006-2007	26,0	11,0			14-88	105	Lago Mohne (Germania)	Holzer et al (2011)
2006-2008	10,6	1,39			18-75	233	Cina	Pan et al (2010)
2007-2008	13,2	4,12			12-60	2.100	USA	Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2013)
2007-2009	11,13	2,94			20-79	1.376	Canada	Haines and Murray (2012)
2007-2009	7,07	2,17			20-79	1.504	Canada	Haines and Murray (2012)
2008	8,21	3,5			> 20	140	Corea	Ji et al (2012)
Sconosciuto	11,5	7,97			20-71	306	Corea	Kim et al (2014)
2008-2010	8,5	1,8			53-79	153	Svezia	Bao et al (2014)
2009	4,1	2,85	1,2	1,2	< 13	300	Texas (USA)	Shecter et al (2012)
2009-2010	9,3	3,07	1,66	1,26	12-60	2.233	USA	Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2013)
2009-2010	5,8	2,1			16-76	607	Giappone	Yamaguchi et al (2013)
2010	8,3	2,44	1,34	0,83	20-69	600	USA	Olsen et al (2012)
2010-1011	7,65	3,24	1,05	0,93	16-63	153	Hong Kong	Wan et al (2013)
2010-2011	11,2	2,25	1,95	0,80	18-80	270	Svezia	Bjermo et al (2013)

Fonte: Jamie C. DeWitt, *Toxicological effects of perfluoroalchyl and polyfluoroalkyl substances*, Humana Press, 2015.

## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE A PFOS E PFOA

I dati sulla esposizione professionale a PFOS e/o a PFOA provengono per la maggior parte da pubblicazione della 3M e della Dupont. Esiste poi una pubblicazione (Costa e al. 2009) riguardante la Miteni, una azienda di Trissino (V) di cui si parlerà ampiamente in questo numero. Per quanto riguarda la 3M, quattro aziende del gruppo sono implicate nella fabbricazione di materiali implicanti l'utilizzo di PFAS: tre negli Stati Uniti e una in Belgio (Cottage Groove - Minnesota; Decatur - Alabama; Cordova - Illinois; Antwerp - Belgio).

### *Cottage Grove – Minnesota (USA)*

Ha prodotto dal 1947 al 2000 un sale di ammonio dell'acido perfluorooctanoico (APFO). Questa molecola si trasforma rapidamente in PFOA nel sangue, dove si lega alle proteine. Produceva anche PFOS e PFAS a catena corta.

La esposizione dei lavoratori era principalmente per inalazione dei vapori o del particolato, nelle normali operazioni legate alla produzione, oppure per perdite accidentali. La via dermica e l'ingestione erano molto meno importanti. (Raleigh e al. 2014). I controlli sui lavoratori furono effettuati in un primo tempo attraverso la misura dei fluoruri totali nel siero (TOF), metodo impreciso perché non permette di distinguere i PFOA dagli altri PFAS e dai composti a catena corta. Dal 1993 fu inclusa anche la misura diretta dei PFOA. Queste le concentrazioni medie nel sangue degli operai controllati: 1993 : 1.100 nanogrammi/ml.; 1995 : 1.200 ng/ml; 1997 : 1.300 ng/ml; 2000: 810 ng/ml.

Nel 1997 la concentrazione più alta misurata, pari a 114.100 ng/ml. (Olsen e al. 2000).

Raleigh e al. (2014) allo scopo di studiare la mortalità della coorte di Cottage Grove, elaborò delle matrici mansione/esposizione e ne controllò l'esposizione ad APFO: in tutto, fra il 1997 e il 2000 205 campioni personali e 659 campioni cen-

tro ambiente.

I lavoratori furono raggruppati in tre gruppi di mansioni: quelle in area di produzione con esposizione diretta; quelle in area di produzione senza esposizione e quelli fuori dell'area di produzione, "meno esposti". I risultati dei controlli sono i seguenti:

-Area1: da  $1 \times 10^{-4}$  mg/m<sup>3</sup> a  $4 \times 10^{-1}$  mg/m<sup>3</sup>.  
Media geometrica nel sangue, PFOA. 2.538 ng/ml.

- Area 2: da  $1 \times 10^{-8}$  a  $3 \times 10^{-5}$ .

Media geometrica nel sangue, PFOA. 565 ng/ml.

- Area 3: da  $1 \times 10^{-8}$  a  $1 \times 10^{-6}$ .

Media geometrica nel sangue, PFOAS 282 ng/ml.

### *Decatur – Alabama (USA)*

Il sito comprendeva due stabilimenti: uno per la produzione di film e uno per produzione chimica. Nella fabbrica di film non venivano usati PFAS, ad eccezione di una singola linea produttiva. Nello stabilimento chimico si effettuavano centinaia di sintesi, che possono essere raggruppate in tre produzioni principali: sostanze chimiche protettive, sostanze performanti e fluoroelastomeri (polimeri ad elevate prestazioni per impieghi tecnici come fibre ottiche, tubazioni resistenti a sostanze chimiche aggressive).

Le produzioni avvenivano in tre distinti edifici. Fino all'abbandono della produzione, nel 2000, la produzione chimica di base è stato il perfluorooctano sulfonilfluoruro (PFOSF). Per un breve periodo nella fabbrica è stato utilizzato anche PFOA.

Fino al 1995 sono stati effettuati, su base volontaria, controlli di TOF nel siero; dal 1995 venne misurato specificamente il PFOS (Olsen, 1999) e anche il PFOA. Nel 1998 furono controllati (scelti a Random) 126 operai dell'azienda. La Tabella 2 presenta i risultati, assieme a quelli della sorveglianza sanitaria del 2000 (263 operai) e a quelli dell'azienda in Antwerp 258 operai).

Dopo la cessazione dell'utilizzo di PFAS,

furono controllati 26 pensionati per 5 anni (due di Cottage Grove e 24 di Decatur) per verificare il tempo di dimezzamento della dose assorbita. La emivita del PFOA è stata stimata in 3 anni.

#### *Cordova – Illinois (USA)*

Produceva adesivi e sostanze chimiche, fra le quali sostanze fluorurate. Al contrario degli impianti di Decatur e di Cottage Grove la produzione primaria di questa azienda non era APFO o materiali correlati a PFOS. Una delle produzioni che poteva essere implicata era un composto per la protezione dei tappeti. Fu effettuato un controllo su 66 operai nel 1997; la concentrazione mediana fu di 151 ng/ml per il PFOS e 100 per il PFOA.

#### *Antwerp (Belgio)*

La produzione principale di questo sito 3M era il PFOS. Veniva prodotto anche

PFOA e schiume antincendio nonché fluoroelastomeri.

A partire dal 1995, su base volontaria, furono eseguiti controlli sui lavoratori della concentrazione nel sangue di PFOA e PFOS (Olsen e al. 1999, 2001, 2003, 2007).

La concentrazione di questi due composti era meno elevata che nella fabbrica Decatur. Nel 1997 la concentrazione media di PFOS era di 1.930 ng/ml, contro quella di 2.440 a Decatur.

La tabella 2 mostra i livelli riscontrati nel 2000 nei due siti.

La concentrazione più alta riscontrata nei campioni analizzati fu di 6.240 ng/ml.

#### *Dupont, Parkesburg, West Virginia.*

L'inizio della produzione risale al 1951. Veniva utilizzato l'APFO (o PFOA) come surfattante nel processo di polimerizzazione del tetrafluoroetilene. Il prodotto finale era il politetrafluoroetilene, polimero utilizzato per la realizzazione del Teflon e del

**Tabella 2 . Livelli di concentrazione di PFAS nel sangue dei lavoratori nei siti di Decatur (1998 e 2000) e Antwerp (2000)**

	Sito di Decatur (Alabama) 1998 campioni random su 126 lavoratori ng/ml				Sito di Decatur (Alabama) 2000 da sorveglianza sanitaria programma- ta (263 lavoratori chimici) ng/ml				Antwerp (Belgio) 2000 sorveglianza sanitaria programma- ta (258 lavoratori) ng/ml			
	AM	Range	GM	95 % IC	AM	Range	GM	95 % IC	AM	Range	GM	95 % IC
PFOS	1.505	91 - 10.600	941	790 - 1.130	1.320	60 - 10.060	910	820 - 1.020	800	40 - 6.240	440	380-510
PFOA	1.536	21 - 6.760	899	720 - 1.120	1.780	40 - 12.700	1.130	990 - 1.300	840	10 - 7.040	330	270 - 400
PHxS	345	5 - 1.880	180	150 - 220	300	7 - 1.670	180	160 - 210	170	1 - 1.430	70	60 - 80
N-Me- OSE- AcOH (*)	150	8 - 992	81	70 - 100	250	8 - 992	110	100 - 130	150	3 - 1.060	60	50 - 70
Net- FOSE- AcOH (*)	23	1 - 269	8	6 - 10	60	3 - 440	40	10 - 40	20	3 - 140	9	8 - 10

#### Legenda

AM: media aritmetica; GM : media geometrica

95 % IC – Intervallo di confidenza (il 95 % dei valori della serie ovvero dell'insieme dei risultati analitici rientra nel range indicati)

PFOS = Ac. Perfluorooottansolfonico

PFOA = Ac. Perfluorooottanoico

PHxS = Ac. Perfluoroesano solfonato

(\*) derivati del N-Etileptadecafluorooottano sulfonamideetanolo (ovvero del PFOS)

Goretex. APFO era utilizzato anche per la produzione del fluoruro etilene-propilene (FEP) e del polimero perfluoroalkoxy (PFA).

Fra il 1972 e il 1981 i controlli sull'assorbimento di PFOA venivano effettuati misurando il TOF (fluoruri totali). A partire dal 1981 veniva ricercato il PFOA col metodo della gascromatografia. Da 2003 il PFOA fu ricercato con cromatografia liquida.

Kreckman e al. (2009) controllarono i livelli di PFOA nel siero a suo tempo analizzato su 1.025 operai della Dupont. Li divise in tre gruppi, corrispondenti a tre livelli differenti di esposizione. Successivamente le diverse mansioni furono raggruppate da Woskie e al. (2012) in 5 categorie:

1. Mansioni relative al politetrafluoroetilene in polvere o granulare (esposizione diretta a PFOA).
2. Sintesi di PFA e FEP (esposizione diretta a PFOA).
3. Utilizzo di Teflon, polimero o copolimero, senza contatto diretto con PFOA; espo-

sti solamente alla contaminazione di fondo o occasionale.

4. Manutenzione (esposizione intermittente).

5. Addetti a mansioni che non comportano esposizione a polimero o a PFOA (esposizione esclusiva ai livelli di fondo dello stabilimento).

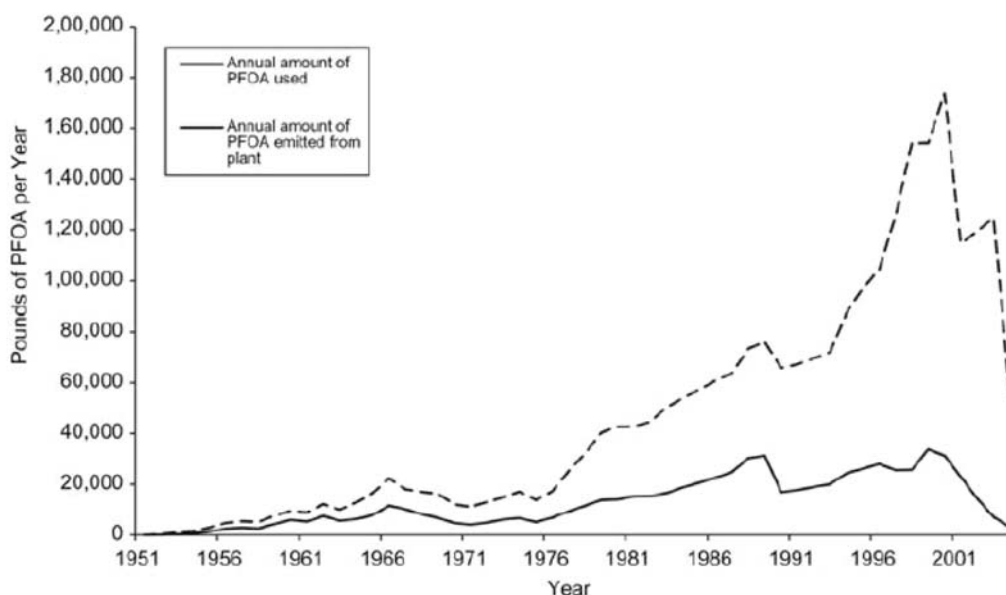
Queste categorie sono il frutto dell'esame di 2.125 campioni, prelevati a 1.308 operai.

Le condizioni produttive ed emissive di PFAS con otto atomi di carbonio (C8), quindi principalmente PFOA, nello stabilimento Dupont sono riportate nella Figura 1.

La Figura 3 mostra le variazioni nel tempo della concentrazione di PFOA, per le tre mansioni con esposizione/uso di PFOA, nel sangue dei lavoratori.

La concentrazione media nel sangue dei lavoratori risultò essere di 2.050 ng/ml; il livello più alto fu pari a 59.400 ng/ml, misurato in un operaio

**Figura 1. Totale annuo di produzione e uso di PFOA e altri PFAS C8 (in libbre) e stima delle emissioni annue dall'impianto di PFOA – 1952-2008**



Note

1 libbra (Pound) corrisponde a 0,45 kg

Fonte : Jamie C. DeWitt, *Toxicological effects of perfluoroalchyl and polyfluoroalkyl substances*, Humana Press, 2015.

Ripreso in "Cohort Mortality Study of Workers Exposed to Perfluorooctanoic Acid"; Kyle Steenland and Susan Woskie, *American Journal of Epidemiology*, ottobre 2012



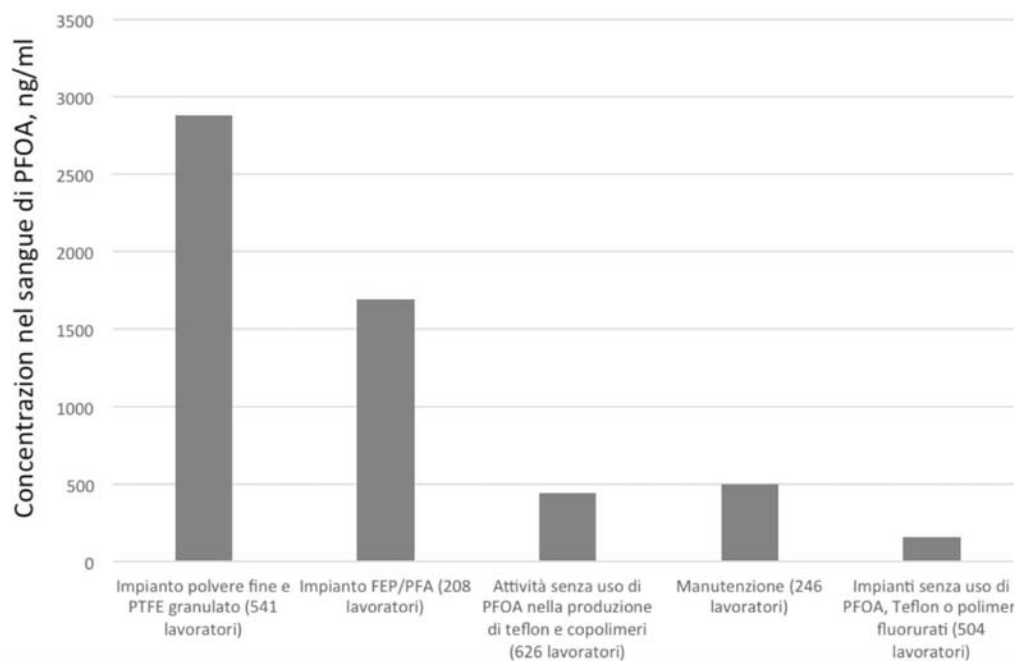
addetto alla produzione di politetrafluoroetilene (PTFE).

Va infine ricordato che, con la cessazione delle produzioni che utilizzavano PFOS da parte di 3M e DuPont, sono comparse pro-

duzioni a piccola scala con utilizzo di PFOS in Cina, nelle province di Hubei e Fujian.

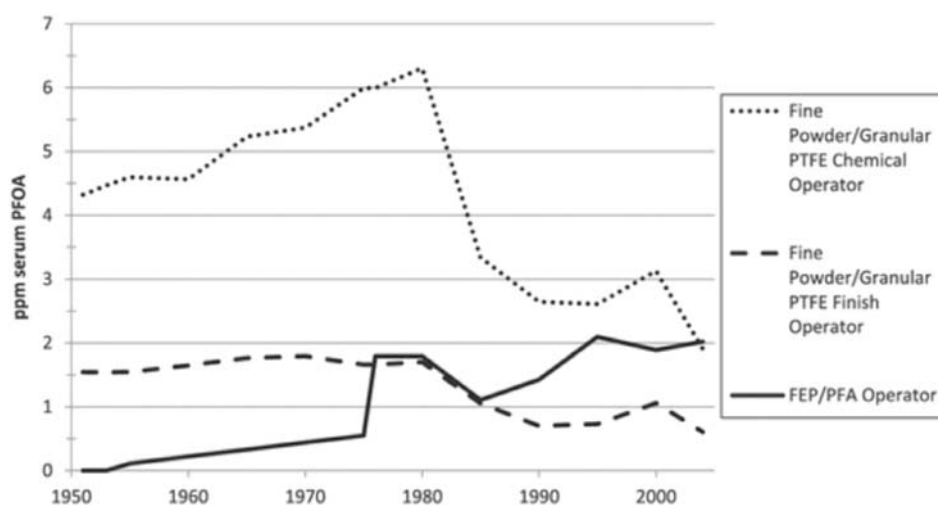
Bisogna infine tener conto dei lavoratori esposti a valle della sintesi, come i fabbricanti di tappeti, i tessili, carta, semicondut-

**Figura 2. Concentrazione media nel sangue di PFOA (2.125 lavoratori) secondo la suddivisione di mansione principale, impianto DuPont di Washington, complessivo 1979-2004**



Fonte : Jamie C. DeWitt, *Toxicological effects of perfluoroalchyl and polyfluoroalkyl substances*, Humana Press, 2015.

**Figura 3. Concentrazione media nel sangue di PFOA secondo la suddivisione di mansione principale con esposizione diretta a PFOA, impianto DuPont di Washington, andamento 1979-2004**



Fonte : Jamie C. DeWitt, *Toxicological effects of perfluoroalchyl and polyfluoroalkyl substances*, Humana Press, 2015.

tori, galvaniche.

#### *Produzione di politetrafluoroetilene.*

Consonni e al. (2013) hanno pubblicato uno studio di coorte costituita dai lavoratori di sei siti produttivi: Solvay Solexis di Spinetta Marengo; Dyneon; Gendorf, Germania; Asahi, Hillouse UK e Bayone, USA; Dupont, Dordrecht, Olanda e Parkersburg, USA. La coorte è costituita da 5.879 lavoratori, di cui 2.379 sono i lavoratori della Dupont menzionati più sopra. Consonni e al. Hanno elaborato una matrice mansione/esposizione comune a TFE (tetra fluoruro di etilene) e APFO (o PFOA), visto che le due esposizioni sono correlate. La produzione dei polimeri di tetrafluoroetilene è isolata, a causa della esplosività del TFE. L'esposizione comunque può avvenire all'apertura dell'autoclave o per decomposizione del polimero. Nella coorte è documentata una modesta aumentata incidenza della mortalità per cancro del polmone, del rene, e leucemia.

Lo IARC classifica il tetra fluoruro di etilene cancerogeno 2A (IARC 2017, in precedenza IARC 1999 era classificato 2B) e il PFOA cancerogeno 2B (IARC 2017) (rispettivamente probabile – 2A - e possibile – 2B - cancerogeno per l'uomo.)

#### *Miteni (Trissino, Vicenza)*

Il monitoraggio del sangue dei dipendenti della Miteni iniziò il 2000 e continuò fino al 2007. L'azienda operava dal 1968. In precedenza apparteneva al gruppo Marzotto, con il nome di Rimar (ricerche Marzotto). In passato aveva prodotto anche PFOS, ma il monitoraggio è stato eseguito soltanto per il PFOA. Questi i risultati del monitoraggio degli operai (da 25 a 50 persone):

Anno 2000, media geometrica 11.700 ng/ml.

Anno 2001, media geometrica. 10.200 ng/ml

Anno 2002, media geometrica 9.300 ng/ml

Anno 2003, media geometrica. 6.900 ng/ml

Anno 2004, media geometrica. 6.500 ng/ml

Anno 2005, media geometrica. 5.800 ng/ml

Anno 2006, media geometrica. 5.400 ng/ml

Le concentrazioni massime riscontrate nei controlli di quegli anni sono:

Anno 2000 : Più di 45.500 ng/ml (limite massimo di rilevazione del metodo di analisi).

- Anno 2001: Più di 45.500 ng/ml (limite massimo di rilevazione del metodo di analisi)

- Anno 2002: 91.900 ng/ml (a seguito del cambio del metodo di analisi, con un massimo di rilevazione maggiore)

- Anno 2003 : 74.400 ng/ml

- Anno 2004 : 43.600 ng/ml.

- Anno 2005 : 41.900 ng/ml

- Anno 2006 : 47.000 ng/ml.

Dopo il 2002 i rilievi mostrano una riduzione dell'esposizione. L'azienda ha cessato la produzione di PFOA, ma ha continuato nella produzione di PFAS a 4 atomi di carbonio fino ad ottobre 2018 da quando gli impianti sono stati fermati e il sito messo in liquidazione.

Uno studio di mortalità è stato effettuato da Enzo Merler e Paolo Girardi nel 2016 su 415 soggetti assunti in Miteni prima del 2005.

I risultati sono riassunti nella Tabella 3 seguente.

Lo studio è effettuato su un numero di persone molto piccolo, e perciò non è sufficientemente potente per evidenziare una significatività statistica che non riguardi effetti molto grandi.

Nonostante questo la mortalità per cancro del fegato è significativamente aumentata. Va tenuto presente che in Miteni poteva essere presente una esposizione ad altre sostanze cancerogene per il fegato.

Sono presenti anche altre patologie cause di mortalità in eccesso (RSM>1): ipertensione (2 casi) stomaco (4 casi), vescica (2 casi) rene (2 casi) diabete (4 casi) sistema respiratorio (5 casi) cirrosi epatica (5 casi).

La mortalità per tutte le cause, malattie cardio-vascolari, tumori maligni, diabete mellito e cirrosi epatica è più elevata negli esposti certi a PFOA rispetto a quella presente nei soggetti con più bassa probabilità di esposizione. L'aumento è statisticamente

significativo per diabete mellito e vicino alla significatività statistica per la mortalità generale e per la cirrosi epatica.

Ovviamente non è consentita nessuna conclusione definitiva, ma, visto il quadro delle patologie riscontrate, e l'alto livello del colesterolo negli esposti, che è un fattore di rischio elevato per cardiopatie, questi dati sono da considerare con estrema attenzione e suscitano più di un allarme per la salute dei lavoratori esposti.

#### *Arkema (Pennsylvania)*

Dal 1976 al 2001 è stata effettuata sorveglianza sanitaria in questa azienda. Gli addetti variavano da 163 a 323. L'azienda

produceva acido perfluorononanoico (un composto a 9 atomi di carbonio) e altri due PFAS a 11 e 13 atomi di Carbonio. Non è stata effettuata alcuna misura specifica.

#### **BIOMONITORAGGIO IN POPOLAZIONI ESPOSTE A CONTAMINAZIONE AMBIENTALE DI PFAS**

Alcune comunità sono state interessate da emissioni rilasciate da attività produttive. Queste popolazioni in generale mostrano livelli di PFAS nel sangue più elevati della popolazione non esposta. Anche lavoratori impiegati in produzioni che comportano utilizzo di materiali che contengono PFAS mostrano livelli di questi composti più ele-

**Tabella 3. Mortalità per causa (con almeno 2 decessi) in tutta la coorte (n = 415, 12.448 persone-anno). Decessi osservati, decessi attesi, RSM, e IC 95 %. Anno 1975-2016**

	<i>Osservati</i>	<i>Attesi</i>	<i>RSM</i>	<i>CI 95 %</i>
<b>Tutti i decessi</b>	<b>79</b>	<b>73,5</b>	<b>1,07</b>	<b>0,86 – 1,34</b>
<b>Malattie cardio-vascolari</b>	<b>24</b>	<b>20,1</b>	<b>1,19</b>	<b>0,80 – 1,78</b>
Cardiopatìa ischemica	8	9,3	0,86	0,43-1,73
Ipertensione arteriosa	2	1,34	1,49	0,37 – 5,96
<b>Tumori Maligni</b>	<b>30</b>	<b>29,8</b>	<b>1,01</b>	<b>0,70 -1,44</b>
Colon	3	2,03	1,48	0,48 – 4,57
Stomaco	4	1,62	2,47	0,93 -6,59
Fegato	6	2,16	2,77	1,24 -6,17
Polmone	5	8,80	0,57	0,24 -1,69
Vescica	2	0,74	2,69	0,67 – 10,77
Rene	2	0,90	2,22	0,55 -8,87
Linfoma non Hodkin e leucemie	3	2,23	1,34	0,43 – 4,18
<b>Diabete</b>	<b>4</b>	<b>1,51</b>	<b>2,65</b>	<b>0,99 – 7,06</b>
<b>Malattie del sistema respiratorio</b>	<b>5</b>	<b>3,07</b>	<b>1,63</b>	<b>0,70 – 4,63</b>
<b>Malattie dell'apparto digerente</b>				
Cirrosi epatica	5	<b>2,68</b>	1,87	0,78 – 4,49
<b>Traumatismi e avvelenamenti</b>	<b>6</b>	<b>6,51</b>	<b>0,92</b>	<b>0,44 – 2,05</b>
Suicidi	4	1,75	2,29	0,62 – 5,02

Fonte : P. Girardi, E. Merler, “ *Valutazione degli effetti a lungo termine sulla salute dei dipendenti di un'azienda chimica che ha prodotto intermedi per l'industria agroalimentare, l'industria farmaceutica e derivati perfluorurati (PFOA,PFOS) Valutazione della mortalità dei lavoratori dell'azienda RIMAR/MITENI*” Ulss 6 Euganea – marzo 2017

vati della popolazione non esposta. Ne descriviamo alcune.

*Popolazione del Minnesota* interessata dalle emissioni della 3M. La contaminazione era dovuta al percolato di alcune discariche contenenti PFOA nella falda sotterranea. La concentrazione media di PFOA, PFAS e PFHxS degli abitanti dell'area inquinata era due o tre volte più elevata di quella di abitanti di altre zone.

*La popolazione dello Stato di Alabama*, abitante nelle vicinanze di Decatur, una azienda che depurava acque reflue industriali è stata contaminata. I fanghi industriali derivanti dall'azienda furono sversati sui campi agricoli delle contee di Lawrence, Morgan e Limestone. Si calcola che 34.000 tonnellate di biosolidi siano state sversate su 5.000 acri di campi coltivati. La contaminazione ha raggiunto anche l'acqua potabile della zona. La concentrazione di PFOA nel siero degli esposti raggiunse i 144 ng/ml, quella dei PFOS 472 ng/ml. I contadini con pozzi privati pescanti in falde poco profonde risultano maggiormente contaminati.

*West Virginia, fiume Ohio*. E' l'episodio più grave accaduto negli USA, dovuto alla produzione di Teflon della Dupont. Soltanto la Miteni di Trissino (Veneto) ha determinato un disastro ambientale di maggiore gravità. L'acqua del fiume Ohio, contaminata dai reflui della Dupont, era utilizzata come acqua potabile. Fu indetta una *class action* contro la ditta che addivenne ad un accordo prima del processo per finanziare una serie di studi conosciuti come "*C8 Health Project*", e la bonifica dell'acqua potabile dei sei distretti interessati.

Le indagini furono condotte da un Panel di studiosi indipendenti. Gli studi epidemiologici dimostrarono la relazione fra alti livelli nel siero di PFOA e sei malattie. Il livello medio di PFOA nel siero raggiunse 486 ng/ml.

*Paulsboro, New Jersey*. PFNA (Acido Perfluorononanoico) fu trovato nell'acqua potabile del dipartimento municipale di Paulsboro. La fonte era la fabbrica di poli-

meri della Solvay. Non furono eseguiti esami sul siero della popolazione interessata.

*Arnsberg, Germania*. Nel 2006 Furono eseguiti molteplici prelievi nelle acque del Reno e dei suoi tributari.

Vicino alla città di Duisburg, nel lago Mohne, a Heidelberg, la concentrazione dei PFAS raggiungeva i 4,39 microg/l. La fonte erano due ruscelli che immettevano nel lago, alla cui fonte si misurarono 43,4 microg/l di PFOA. Si scoprì che i contadini locali avevano trattato con fanghi di origine industriale un'area pari a 10 ettari di terreno. Nell'acqua potabile i PFOA avevano una concentrazione di 0,52 microg/l. La concentrazione media dei PFOA nel sangue degli esposti era la seguente:

- Bambini: 23,4 ng/ml
- Madri: 23,6 ng/ml
- Adulti: 30,3 ng/ml

*Cina*. Nei sedimenti del lago Tangsun e nel suo biota furono trovate elevate concentrazioni di PFAS. Concentrazioni elevate furono riscontrate anche nel siero dei pescatori e dei commercianti di pesce. Una azienda che utilizzava PFAS fu identificata a monte dell'impianto di trattamento delle acque reflue posto sul bordo del lago. La massima concentrazione di PFOS nel siero fu misurata ad un commerciante di pesce, pari a 31.400 ng/ml.

Livelli alti di PFAS sono stati riscontrati anche nel siero di lavoratori impiegati in operazioni che comportano utilizzo di materiali contenenti PFAS.

Elenchiamo alcuni episodi.

*Applicatori professionali di sciolina*. Nella sciolina sono contenuti composti fluorurati (semifluoro alcani) con questa formula bruta:

$(CH_3(CH_2)_m(CF_2)_nCF_3)$ , dove m varia da 14 a 20 e n da 2 a 16 (m e n corrispondono ai gruppi funzionali indicati nelle parentesi che seguono alle due lettere).

Durante i campionati di sci gli addetti utilizzavano sciolina per 30 ore alla settimana. La concentrazione media di PFOA in questi

lavoratori era pari a 112 ng/ml. Il polimero complesso sopra ricordato si degradava liberando molecole più "semplici" tra cui i PFAS cui erano esposti i lavoratori.

*Vigili del fuoco.* Il PFOS era un comune surfactante delle schiume antincendio; D'Agostino e Mabury (2014) hanno identificato nelle schiume PFAS con differente lunghezza della catena carboniosa, da 3 a 15 atomi di carbonio, corrispondenti a 103 composti (isomeri). Sono stato misurati i livelli di PFAS nel sangue di una comunità che si serviva di un pozzo d'acqua potabile posto nelle vicinanze di un campo di addestramento di vigili del fuoco.

I massimi livelli di PFOS erano pari a 295 ng/ml, di PFOA 18 ng/ml, di PFHxS di 205 ng/ml.

*Pescatori.* In Scandinavia il consumo di pesce è considerato una importante fonte di PFOS. Furono controllati 196 inuit della Groenlandia, che hanno una dieta tradizionale a base di pesce; il livello medio di PFOS nel siero era pari a 51,9 ng/ml.

*Consumatori.* Una elevata concentrazione di PFHxS fu riscontrata nel siero di una famiglia. La loro casa, riscaldata a pavimento, era ricoperta muro a muro da un tappeto, già lavato industrialmente 15 volte. La polvere aspirata sul tappeto conteneva 2.780 ng/g di PFHxS.

Sono stati controllati anche 598 bambini in Canada il cui siero conteneva alte concentrazioni di PFHxS. Il fatto fu correlato alle abitudini di quei bambini, che giocavano più spesso sui tappeti. Furono trovati elevati livelli di perfluoroottanesulfonamidoacetato, un composto utilizzato per applicazioni di superfici.

La polvere di casa è generalmente ritenuta una fonte importante di PFAS. Vi si ritrova PFHxS e alcool fluorotelomerici.

Presente anche N-metilperfluoroottanesulfonamido acetato.

## **EFFETTI, STUDI OCCUPAZIONALI SUL PFOA**

Studi occupazionali sugli effetti sanitari del

PFOA sono stati eseguiti nelle aziende della 3M e della Dupont.

Essi non danno risultati significativi, con qualche eccezione:

Gilliand e Mandel trovano un eccesso di mortalità per tumore alla prostata presso la Dupont; il rischio era statisticamente significativo; Lundin e al. Trovano un rischio di 2,1 per la prostata, non statisticamente significativo, ma decrescente per i meno esposti presso la 3M (Cottage Grove); Raleigh e al. Trovano un rischio di 1,42 - 1,39 per il diabete e un rischio di 1,39 per il tumore al seno presso lo stabilimento di Saint Paul; nello stabilimento di Washington della Dupont, Sakr e al trovano un rischio non significativo per tumore epatico (1,45), rene (1,52 comparato alla popolazione degli USA; 1,81 comparato con i lavoratori degli stabilimenti Dupont), vescica (1,30 comparato ai lavoratori degli stabilimenti Dupont). Segnalo anche un aumento significativo di mesoteliomi (SMR 6,27 negli operai maggiormente esposti).

La coorte più numerosa è stata studiata da Consonni e al, consiste in 5.879 operai di sei stabilimenti. Lo studio è parzialmente inficiato dal fatto che gli operai erano esposti anche a Tetrafluoroetilene.

I risultati dello studio sono riassunti nella Tabella 4 che segue.

Sono presenti aumenti non significativi dei tumori dell'esofago, del fegato, del pancreas, del rene e della leucemia.

Per alcuni tumori, ad esempio l'esofago, non si nota un trend in aumento con esposizione crescente, in altri, per esempio il fegato, il trend è evidente.

Delle indagini sugli operai della Miteni abbiamo già riferito più sopra.

## **CONCLUSIONI**

Gli studi sugli effetti del PFOA sono pochi, e sono ritenuti, a mio avviso a torto, poco significativi.

In realtà questi studi hanno una potenza largamente insufficiente per evidenziare un qualunque effetto che raggiunga la significatività statistica, per i seguenti motivi:

- Esiguità della popolazione studiata; quella più numerosa è di poco più di 5.000 sog-

getti.

- Mancata distinzione fra esposti e non esposti; per esempio tutti gli operai dello stabilimento di Washington sono considerati esposti, sebbene solo il 23% dei 1.025 soggetti esaminati siano stati impiegati in area PFOA.

- Le coorti non sono complete ed è difficile risalire alla perdita di soggetto esposti.

- La maggioranza degli studi sono studi commissionati dalla Dupont e dalla 3M; è quindi presente un conflitto di interessi.

Come controprova, studi effettuati su un numero adeguato di soggetti, ad esposizioni nettamente inferiori, trattandosi di cittadini della Virginia e del Veneto e non lavoratori delle aziende, hanno dato risultati ben più significativi.

Nello specifico degli studi occupazionali

sul PFOS : gli unici studi occupazionali sul PFOS sono stati condotti presso lo stabilimento 3M di Decatur, Alabama. Lo stabilimento lavorava principalmente PFOS, ma siccome il PFOA è un sottoprodotto del PFOS, gli operai sono da considerare potenzialmente esposti anche a PFOA.

Alexander e al. condussero uno studio retrospettivo sugli operai esposti per almeno un anno. Lo stabilimento produceva principalmente perfluorottanosulfonilfluoruro (PFOSF) che viene metabolizzato in PFOS nel corpo umano. I 2.083 operai che parteciparono allo studio vennero suddivisi in tre gruppi: non esposti, esposti a basse dosi, esposti a dosi elevate.

Tutti quelli che lavoravano nello stabilimento delle pellicole (PFOS medio 100 ppb) furono considerati non esposti. I lavoratori addetti alla produzione di POSF furono-

**Tabella 4. Cause di morte per esposizione cumulativa a PFOA**

Causa di morte	Non esposti	Bassa esposizione (< 16)	Media esposizione (16-138)	Alta esposizione (139 +)
	Osservati/Attesi	Osservati/Attesi	Osservati/Attesi	Osservati/Attesi
	SMR (95 % IC)	SMR (95 % IC)	SMR (95 % IC)	SMR (95 % IC)
Tutte le cause	101/132,3	178 /243,3	178/220,9	178/225,2
	0,76 (0,62-0,93)	0,73 (0,63 -0,85)	0,81 (0,69-0,93)	0,79 (0,68-0,92)
Tutti i tumori	28/40,1	51/65,8	53/85,4	55/70,3
	0,70 (0,46-1,01)	0,78 (0,58-1,02)	0,81 (0,61-1,06)	0,78 (0,59-1,02)
Tumori esofagei	0/1,3	4/2,5	4/2,6	3/2,6
		1,62 (0,44-4,14)	1,54 (0,42-3,93)	1,16 (0,24-3,39)
Tumore al fegato	1/1,4	1/1,4	2/1,6	4/1,9
	0,72 (0,02-4,02)	0,70 (0,02-3,87)	1,25 (0,15-4,52)	2,14 (0,58-5,49)
Tumore al pancreas	3/1,8	0/3,2	4/3,1	6/3,3
	1,66 (0,34 -4,84)		1,30 (0,35-3,33)	1,84 (0,67 - 4,00)
Tumore al polmone	10/13,3	20/21,9	16/21,3	13/23,9
	0,75 (0,36 - 1,39)	0,91 (0,56 - 1,41)	0,75 (0,43-1,22)	0,54 (0,29-0,93)
Tumori ai reni e all'apparato urinario	0/1,0	3/1,9	3/2,0	4/2,0
		1,57 (0,32-4,59)	1,50 (0,31-4,39)	2,00 (0,54 -5,12)
Leucemia	1/1,3	4/2,4	3/2,2	4/2,2
	0,79 (0,02 -4,40)	1,64 (0,45 - 4,20)	1,35 (0,28-3,94)	1,86 (0,50 - 4,74)

Fonte : Consonni D, Straif K, Symons JM, et al. (2013). *Cancer risk among tetrafluoroethylene synthesis and polymerization workers*. Am J Epidemiol, 178:350-358

no suddivisi in due gruppi, meno esposti, esposti. (PFOS medio 900 ppb). Lo SMR per il tumore della vescica era 4,81, tre casi nei molto esposti, uno nei poco esposti.

Alexander e Olsen rividero la coorte successivamente, ed elaborarono i dati di incidenza. Il SMR era pari a 1,41 (11 casi).

Gli autori conclusero che l'aumento di mortalità non era attribuibile al PFOS ma a sostanze chimiche non conosciute, e che l'incidenza del tumore alla vescica era pari a quella della popolazione degli Stati Uniti, sulla base del fatto che l'aumento dell'incidenza non era statisticamente significativo. Le conclusioni si commentano da sole: sono un esempio lampante di conflitto di interessi. Nessuno studio epidemiologico basato su duemila persone è in grado di evidenziare un aumento significativo del cancro alla vescica. La bassa potenza dello studio infatti non è in grado di attribuire significatività statistica ad un aumento dell'SMR di quasi 5 volte ad uno superiore al 40% dell'incidenza.

Uno studio eseguito sulle denunce di malattia, comparando i lavoratori del PFOSF a quelli delle pellicole, rilevò 5 casi di tumore alla prostata contro 3,1 attesi. Lo studio si basa su pochi casi e chiaramente non permette conclusioni definitive, ma il rilievo di un aumento del tumore prostatico avrebbe dovuto, a mio parere, generare

qualche sospetto, visto che un simile aumento è stato rilevato anche fra i lavoratori esposti a PFOA.

Nel caso di studi di comunità esposte a PFOA attraverso la contaminazione di acqua potabile.

Si tratta essenzialmente di due casi: quello della Dupont in Virginia e quello della Miteni in Veneto. Su questi eventi si riferisce in un altro articolo di questa rivista.

#### *Commento conclusivo:*

PFOA e PFOS non sono più prodotti o utilizzati nel mondo occidentale, però alcune aziende, compresa la Miteni, hanno continuato o continuano ad utilizzare composti fluorurati a "catena corta" (quattro atomi di carbonio) ritenuti, senza alcun dato a supporto, meno pericolosi di quelli ad otto atomi di carbonio.

Su questo argomento va ricordata una forte presa di posizione, firmata da più di cento ricercatori, e compresa in un appello alle forze politiche perché considerassero potenzialmente pericolosi tutti i composti fluorurati, indipendentemente dalla lunghezza della catena carboniosa.

L'appello è riportato nel cosiddetto *Madrid Statement*, dal luogo dove è stata tenuta la conferenza che lo ha approvato nel maggio 2015, lo si riporta integralmente più avanti.



# Sostanze perfluoroalchilate (PFAS): cenni (generalità, breve rassegna) sulle caratteristiche chimiche, sui principali effetti tossici e sugli studi epidemiologici

di Vincenzo CORDIANO\*, Francesco BERTOLA\*\*

Recentemente, sono state identificate oltre 4.730 PFAS, 3.000 delle quali sintetizzate ad hoc dall'uomo, il resto si può formare per degradazione, trasformazione ambientale o come sottoprodotti dei processi produttivi e di utilizzo di queste molecole [1]. Il legame fra C (Carbonio) e F (Fluoro) è uno dei più forti in chimica organica e conferisce alle PFAS elevata stabilità termica, chimica e fisica. Queste proprietà spiegano l'enorme diffusione che hanno avuto queste sostanze a partire dagli anni 1960 nella manifattura di numerosi prodotti di uso quotidiano e nelle più svariate applicazioni industriali [2,3]. Le applicazioni commerciali più note, sono probabilmente il rivestimento antiaderente per il pentolame da cucina (Teflon®) e la produzione di indumenti impermeabilizzati (Gore-Tex®). Quest'ultimo è utilizzato anche per la produzione di protesi, punti di sutura e altro materiale di uso comune negli ospedali. Le proprietà chimico fisiche delle PFAS spiegano anche i problemi connessi con il loro universale utilizzo e con lo sconsigliato sversamento che è stato effettuato per decenni. Le PFAS costituiscono una classe di inquinanti globali emergenti la cui presenza può essere facilmente dimostrata in tutte le matrici ambientali e nella catena alimentare [2,4]. Inoltre, essendo idrosolubili, possono facilmente migrare dal suolo nelle falde acquifere ed essere trasportate a lunga distanza, anche per via aerea. Le PFAS sono state scoperte anche nei tessuti degli orsi polari e di tutti gli altri animali

selvatici finora esaminati in tutti i continenti [5,6,7], nel sangue degli Inuit [8], popolazione autoctona della Groenlandia e del Canada. Le principali vie d'esposizione alle PFAS sono l'ingestione di acqua potabile contaminata, cibi contaminati e la polvere di casa.

Le PFAS sono classificabili come molecole PBT (Persistenti, Bioaccumulabili e Tossiche) [9].

Il tempo di emivita di eliminazione nell'uomo (media geometrica) è stata stimata in 3,5 anni per il PFOA, 4,8 anni per il PFOS e 8,5 anni per il PFHxS [10].

L'elevata emivita delle PFAS testimonia la loro capacità di persistenza e bioaccumulo negli animali superiori, il loro legame preferenziale con le proteine plasmatiche, soprattutto con l'albumina, la distribuzione selettiva nel fegato, nei reni, nei polmoni, nel cervello, nei muscoli [11]. Il legame delle PFAS con l'albumina può interferire con diverse vie metaboliche e impedire il legame con ligandi fisiologici [12,13].

Le multinazionali erano a conoscenza delle proprietà delle PFAS, dell'inquinamento ambientale causato, dei rischi per la salute e hanno nascosto alle autorità queste informazioni.

In Italia, come nel resto d'Europa, non vi sono limiti specifici per le PFAS nell'acqua potabile. Nel gennaio 2014, dopo la scoperta di un'importante contaminazione delle acque superficiali, sotterranee e pota-

\*Dirigente Medico,  
AULSS 8 Berica  
Vicenza,  
Specialista in  
Medicina Interna  
ed in Ematologia  
Generale,  
Presidente ISDE  
Veneto.  
\*\*Già Direttore  
del Centro trasfu-  
sionale di  
Legnago (VR),  
ISDE Vicenza.

Gli autori sono tra  
i redattori del  
Position Paper di  
ISDE sui PFAS  
<https://www.isde.it/wp-content/uploads/2019/05/2019.04.09-Position-Paper-PFAS.pdf>



bili in una vasta area della regione del Veneto, l'Istituto superiore di sanità ha consigliato come limiti "obiettivo" o di "performance" da non superare pari a 30 ng/litro per PFOS; 500 ng/litro per il PFOA e 500 ng/litro per le altre PFAS.

Nell'ottobre del 2017 la Regione Veneto ha abbassato questi limiti a 90 ng/litro per PFOA e PFOS combinati e a 300 ng/l per le altre PFAS [14].

## IL CASO VENETO

Uno degli episodi più gravi di contaminazione delle acque potabili mai verificatosi al mondo finora, è quello del Veneto [15], dove circa 300.000 persone residenti in una sessantina di comuni di tre province della regione, sono state esposte per oltre cinquant'anni a queste sostanze ingerendole con l'acqua contaminata e con gli alimenti prodotti con acque superficiali e/o prelevate dalle falde profonde.

Dopo la scoperta della contaminazione in Veneto, le autorità sanità e le istituzioni scientifiche nazionali e locali hanno attuato alcune misure di contenimento dell'esposizione a queste sostanze da parte della popolazione. Queste misure, purtroppo, si sono rivelate soltanto parzialmente efficaci ai fini dell'abbattimento delle concentrazioni dei PFAS nelle acque destinate al consumo umano. A questo proposito, spiccano le notevoli differenze fra le misure attuate in Veneto attuate a tutela della salute della popolazione contaminata e, per esempio, negli Stati Uniti, dove, ad ogni episodio di contaminazione da PFAS le autorità consigliano di non bere acqua di rubinetto contaminata (soprattutto nel caso di donne gravide, bambini e anziani), di non usarla per la cottura di alimenti e, in caso di malattie cutanee di non usarla nemmeno per lavarsi. In Veneto, al contrario, alla popolazione è sempre stata data la rassicurazione sull'assenza di rischi "immediati" conseguenti all'utilizzo di acqua contaminata a scopo umano, anche nei neonati, tanto che la maggioranza dei sindaci dell'area rossa si è rifiutata di rifornire le mense scolastiche, delle scuole materne e degli asili nido con acqua non contaminata, come del resto è sempre stato

richiesto da ISDE fin dall'estate 2013. Ma questa come numerose altre richieste avanzate ufficialmente con una lettera al consiglio regionale del Veneto in occasione della seduta straordinaria del Consiglio regionale dedicata alle PFAS (16), tenutasi il 22 marzo 2016 a Venezia non è mai stata presa in considerazione. Tuttavia, è doveroso riconoscerlo, alla fine la Regione Veneto ha attuato molte delle proposte e dei provvedimenti consigliati da ISDE. Per esempio, fin dal 10 settembre 2013, con una lettera firmata da una quarantina di professionisti in maggioranza iscritti ad ISDE (17) chiedemmo che la popolazione fosse rifornita di acqua a scopo alimentare priva di PFAS. Soltanto nell'autunno del 2017, pochi giorni prima del costoso e inutile referendum per l'autonomia del Veneto, la giunta decise di investire un po' più di risorse raddoppiando i filtri in modo da raggiungere una concentrazione di PFOA e PFOS, ma non delle altre PFAS, al disotto del limite di quantificazione (18). Se l'avessero fatto fin da subito, si sarebbe evitato di mantenere esposta per anni la popolazione con l'acqua "potabile". Noi per primi, ancora prima dell'ISS, chiedemmo che fosse iniziato immediatamente lo screening sanitario dell'intera popolazione inquinata: soltanto nel dicembre 2016 la Regione Veneto deliberò la cosiddetta "presa in carico sanitaria" di una parte della popolazione, limitando i controlli ai soggetti di età compresa fra i 14 e 65 anni ed escludendo quelle che sono considerate le fasce di età più sensibili agli effetti degli interferenti endocrini, cioè bambini, donne gravide e anziani.

Sempre noi per primi chiedemmo che fossero avviate indagini epidemiologiche affidate a esperti indipendenti italiani ed esteri. Nella già citata lettera al consiglio regionale del marzo 2016 proponemmo il nome del professor Tony Fletcher, un epidemiologo londinese che aveva fatto parte della triade di esperti scelti dal tribunale dell'Ohio per effettuare le indagini epidemiologiche nella popolazione contaminata dalla Dupont. Un anno dopo, il professor Fletcher fu nominato consulente della procura di Vicenza e della commissione mista

regione –ISS che si sta occupando della questione PFAS in Veneto. Non sappiamo se il professore londinese abbia già consegnato la sua relazione al procuratore di Vicenza che nel frattempo continua a brillare per l'assenza di decisioni. Del resto la Procura non ha mosso ciglio nemmeno dopo i due esposti presentati da Legambiente e in seguito anche da Medicina Democratica, entrambe con la consulenza di uno di noi. In questi anni le istituzioni venete e nazionali non hanno mai accettato di ricevere ufficialmente ISDE che, probabilmente assieme a Greenpeace, è stata l'unica fra le associazioni ambientaliste a non essere ammessa nei palazzi veneziani.

Il governatore Zaia, l'assessore Coletto e la quasi totalità dei loro tecnici incaricati di seguire il problema PFAS nelle varie agenzie hanno messo in atto un ostracismo continuo nei confronti di ISDE che probabilmente è una delle associazioni accusate di *“aver causato il panico nella popolazione sulla contaminazione”* in un pamphlet autocelebrativo pubblicato per l'OMS dagli *“esperti”* regionali [19]. Noi non ci sentiamo di condividere l'autoincensamento e le lodi sulla *“trasparenza e professionalità”* con la quale la questione sarebbe stata affrontata in Veneto, come dichiarato nella prefazione del suddetto pamphlet. Anzi proprio a causa della mancanza di trasparenza, dell'evidente approssimazione con al quale la questione è stata affrontata almeno fino al maggio 2016, ISDE Vicenza decise di condurre in proprio studi epidemiologici sulla zona contaminata. Chiedemmo quindi di avere l'accesso ai dati relativi alle dimissioni ospedaliere, alle esenzioni ticket, alle cause di morte nei comuni della regione al SER (Servizio Epidemiologico Regionale) del Veneto. Questo perché da un'analisi dei dati ufficiali dello stesso SER e del Registro tumori del Veneto ci eravamo convinti che nei 21 comuni che inizialmente furono indicati dall'IRSA-CNR come contaminati da PFAS ci fosse un aumento della mortalità fin dagli anni '80 per malattie neoplastiche ed endocrino-dismetaboliche-degenerative che possiamo definire PFAS-associate rispetto alla media regionale.

Di fronte alla mancata risposta del SER ci rivolgemmo al garante per i diritti della persona del Veneto, il quale istruì una pratica, riconobbe il nostro diritto a ricevere i dati richiesti (Istanza n. 82/2016). Con nota protocollo N° 50/16 il responsabile tecnico scientifico del SEER del Veneto si rifiutò di ottemperare all'istanza affermando *“che la richiesta formulata dall'Associazione privata ISDE non appare accoglibile per la mancanza di un interesse diretto, concreto e attuale, corrispondente ad una situazione giuridicamente tutelata sotteso all'istanza, dichiaratamente riconducibile a “fini di ricerca e di protezione della salute umana e ambientale”, attività già posta istituzionalmente in capo a organismi pubblici anche con finalità di ricerca epidemiologica”*. Come dire, ci siamo già noi che facciamo le indagini epidemiologiche e nessun altro deve intromettersi e ficcare il naso nei nostri affari. Alla faccia della trasparenza.

Stante il netto rifiuto delle istituzioni venete a collaborare con noi, decidemmo di effettuare uno studio ecologico retrospettivo [20], il solo che potevamo condurre in base ai dati pubblici disponibili. Abbiamo esaminato le cause di morte dal 1980 al 2010 in una popolazione di circa 150.000 persone residenti nei comuni i cui acquedotti, nell'estate del 2013, prima cioè dell'applicazione di filtri a carbone attivo, contenevano PFAS in concentrazioni superiori ai limiti di performance stabiliti in seguito dal ministero per la salute che abbiamo sopra ricordato. In breve, rispetto ad una popolazione di controllo della regione veneta non esposta a PFAS con l'acqua potabile, abbiamo osservato, entrambi i sessi, un eccesso statisticamente significativo del rischio relativo per ogni causa di morte, diabete, malattia cerebrovascolare, infarto del miocardio e malattie di Alzheimer. Nelle femmine, un rischio relativo significativamente superiore a uno fu anche osservato per cancro della mammella, cancro dei reni e malattia di Parkinson [21].

Lo studio venne presentato nella sede dell'ENEA a Roma il 5 maggio 2016 (22). I risultati dello studio furono commentati nel corso di un'intervista andata in onda

nel TG3 del Veneto dello stesso giorno e subito suscitarono un grande scalpore. Nelle settimane successive io e altri coautori fummo surclassati da richieste di interviste da parte dei media di ogni genere sia locali che nazionali, tanto da non riuscire a tenere il conto del numero di giornali, riviste cartacee e trasmissioni radiotelevisive pubbliche e private alle quali abbiamo partecipato. Lo studio fu inviato anche a tutti i sindaci delle zone contaminate, ai direttori generali di tutte le ULS, ai presidenti degli ordini dei medici veneti ai consiglieri regionali veneti di maggioranza e opposizione, ma non ricevemmo nessuna richiesta di chiarimenti o critica. Silenzio di tomba.

Il notevole clamore mediatico fece risuonare comunque l'allarme nelle stanze del potere veneziano tanto che, probabilmente anche in concomitanza con il pensionamento e/o la sostituzione di altolocati dirigenti che fino a quel momento avevano tessuto le trame e gestito l'affaire, si assistette ad una parziale inversione di rotta ed un cambiamento dell'approccio anche comunicativo. Cominciarono quindi a saltare fuori i risultati di studi compiuti dalla regione e fino ad allora tenuti nel cassetto e altri furono iniziati.

In breve, il Servizio Epidemiologico Regionale (SER) del Veneto, ha confermato che nella *zona rossa* (a maggiore concentrazione nelle falde acquifere di PFAS) si è osservato un eccesso di SMR per le stesse malattie nel periodo 2007-2014, con un aumento della prevalenza di ipercolesterolemia e tireopatie e, negli anni 1997-2014, un eccesso significativo (+84%) di orchietomie per cancro del testicolo a Lonigo (VI) rispetto ai comuni vicini. Nel 2013 Lonigo aveva le più elevate concentrazioni di PFAS nell'acqua e ha anche i livelli medi più elevati nel siero di PFOA (l'unico PFAS classificato come cancerogeno di classe 2B dall'Agenzia internazio-

nale per la ricerca sul cancro – IARC). Nella coorte dei lavoratori dell'azienda è stato osservato un eccesso di SMR per cancro del fegato e dello stomaco e per alcune patologie non neoplastiche. Sempre nella zona rossa, è stato osservato un eccesso di diabete gestazionale e preeclampsia, e un eccesso di nati con bassissimo peso alla nascita (<1.000 grammi), di anomalie cromosomiche e di malformazioni a carico soprattutto del sistema nervoso e dell'apparato cardiovascolare.

Nell'ambito di un complesso e costoso programma di tutela della salute pubblica nella zona contaminata, la Regione Veneto ha deliberato un "*Piano di sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta alle sostanze perfluoroalchiliche*" della durata di dieci anni. Il piano prevede l'invito a partecipare ad una fascia consistente della popolazione contaminata, circa 89.000 persone su 300.000 potenzialmente esposte, ad un programma di visite e prelievi biennali. Finora hanno partecipato circa il 60% (all'incirca diecimila) degli invitati, nei quali sono state riscontrate concentrazioni mediane di PFOA e PFOS in linea con quelle del biomonitoraggio preliminare [23], con valori massimi di 1.400 ng/ml e di 142 ng/ml per il PFOS e il PFOA, rispettivamente [24]. Tutti le altre 10 PFAS cercate sono presenti, con notevole variabilità in termini di percentuali di soggetti contaminati e di concentrazioni delle singole molecole. Nella popolazione esaminata sono state riscontrate anomalie di alcuni parametri di laboratorio in linea con quelli riportati dalla letteratura medica: ipercolesterolemia totale (24%), anomalie degli indici di funzionalità epatica (4%) o renale (10%) o tiroidea (4%), iperuricemia (3%). Questi dati sono a nostro avviso notevolmente preoccupanti, anche perché si riferiscono ad una fascia molto giovane della popolazione di età compresa fra 14 e 44 anni.

**Le PFA, con ogni probabilità causano o concorrono a causare**

Cancro ai reni	Cancro ai testicoli
Malattie della tiroide	Iperensione della gravidanza
Colite ulcerosa	Aumento del colesterolo
Ictus cerebrale	Diabete mellito
Linfomi e leucemie	Basso peso alla nascita
Infertilità maschile	Infertilità femminile

## OLTRE IL VENETO

Oltre al caso ormai storico e paradigmatico della contaminazione delle acque del fiume Ohio da parte della DuPont, continuano a venire alla luce numerosi casi di contaminazione delle falde acquifere causata dai PFAS immessi nell'ambiente da varie multinazionali oltre alla Dupont, la francese Saint Gobain e l'americana Honeywell. Ma negli USA il principale responsabile della contaminazione diffusa che riguarda oltre 15 milioni di abitanti è il Pentagono. Sono le forze armate che hanno rifasciato e continuano a rilasciare nell'ambiente i PFAS contenuti nelle schiume anti incendio usate per spegnere gli aerei incendiati in seguito ad incidenti o sparse sulle carcasse d'aereo incendiate volutamente nel corso di addestramenti dei vigili del fuoco. Analoghi episodi di contaminazione delle falde circostanti aeroporti civili e militari sono stati segnalati in Svezia, Australia, Germania. In Italia non risulta che siano stati effettuati studi analoghi.

Uno studio di biomonitoraggio preliminare condotto negli anni 2015-2016 sulla popolazione contaminata ha dimostrato concentrazioni ematiche mediane di oltre 70 ng/ml per il PFOA e di circa 14 ng/ml per il PFOS [24]. Questi valori erano presenti a oltre due anni di distanza dall'applicazione di filtri a carbone attivo e la parziale sostituzione in una minoranza di piccoli comuni di fonti alternative di approvvigionamento di acqua potabile nella zona a massima esposizione all'acqua potabile contaminata.

Le concentrazioni ematiche mediane delle PFAS nei veneti esposti erano superiori a quelle osservate in precedenza nella popolazione generale italiana [24]. Notevole è la preoccupazione se si considera che la commissione tedesca per il biomonitoraggio umano nel 2016 aveva proposto come valori ematici "probabilmente" non associati con effetti tossici nell'uomo 5 ng/ml per il PFOS e 2 ng/ml per il PFOA [25].

## LA PLASMAFERESI, UNA INIZIATIVA UTILE PER LA SALUTE ?

Fra le iniziative della Regione Veneto che hanno suscitato notevoli perplessità anche a livello ministeriale e dell'Istituto

Superiore di Sanità, che pure ha collaborato con l'amministrazione regionale su molte altre iniziative legate alle PFAS, è stata quella di sottoporre a plasmaferesi o *plasma exchange* un centinaio di giovani senza prima effettuare uno studio pilota sperimentale approvato dai Comitati Etici. La plasmaferesi è infatti una procedura non approvata per la rimozione di sostanze chimiche a lento accumulo e non è mai stata utilizzata in precedenza per accelerare la velocità di espulsione dei PFAS dall'organismo e non vi sono prove scientifiche di una sua efficacia [26].

Prima che la procedura fosse fermata dal Ministero, nei soggetti che avevano deciso di sottoporvisi, si era ottenuta nell'arco di circa 9 mesi una riduzione media "spontanea" del 31% circa delle concentrazioni di PFOA; dopo 4 sedute di plasmaferesi la riduzione era salita al 35%, secondo i dati ufficiali della Regione Veneto[20]. Pertanto, è possibile che una procedura così invasiva e costosa non apporti alcun sostanziale beneficio rispetto alla cessazione dell'esposizione attraverso l'acqua potabile e la catena alimentare non contaminate.

## I "NUOVI" PFAS: TOSSICI COME QUELLI VECCHI, SE NON DI PIÙ

Nel 2015 oltre 200 scienziati di tutto il mondo firmarono l'appello di Madrid [27], con il quale chiedevano alla comunità internazionale, alle industrie produttrici ed utilizzatrici, ai governi di adoperarsi per limitare la produzione l'utilizzo di tutte le PFAS, manifestando le loro preoccupazioni sul crescente utilizzo dei nuovi composti perfluorurati a corta catena, con le quali l'industria sta cercando di sostituire i PFAS a catena lunga.

In Europa e negli Stati Uniti, non sono stati adottati limiti nell'acqua potabile validi legalmente per le PFAS. L'USEPA raccomanda dei limiti nell'acqua potabile per PFOA di 70 ng/litro, limite da non superare nemmeno quando nella stessa acqua presente anche il PFOS [9].

## LA TDI – LA GARA A CHI SCENDE PIÙ IN BASSO

L'EFSA nel 2008 ha indicato una dose

giornaliera accettabile o Tolerable Daily Intake (TDI) di 1.500 ng/kg/die per il PFOA e di 150 ng/kg/die per il PFOS [28].

Nel 2016 L'USEPA ha abbassato la TDI per il PFOA a 20 ng/kg/die dai precedenti 200 ng/kg/die; nel 2017 le autorità olandesi hanno ridotto la TDI per il PFOA portandola addirittura a 12,5 ng/kg/die. Per la fine del 2017 era attesa la revisione della TDI da parte dell'EFSA. Ad oggi non si ha notizia dell'approvazione della bozza proposta dagli dell'agenzia di Parma, nella quale i nuovi valori sarebbero di due o tre ordini di grandezza inferiori rispetto ai precedenti del 2008[29]. Recentemente in quella che sembra essere una corsa al ribasso senza fine, l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) negli USA, ha proposto una TDI di 2 ng/kg/die per PFOS, 3 ng/kg/die per PFOA e acido perfluorononanoico (PFNA), 20/ng/kg/die e acido perfluoroesansulfonico (PFHxS) rispettivamente[30]. I Valori di TDI recentemente proposti implicano che una proporzione rilevante, probabilmente maggioritaria, della popolazione generale, è cronicamente esposta a dosi quotidiane totali superiori a quelle considerate "sicure".

Gli studi più importanti su una popolazione esposta involontariamente a elevate concentrazioni di PFAS con l'acqua potabile, un episodio simile a quello avvenuto in Veneto, ha evidenziato un'associazione positiva fra cancro del rene dei testicoli, cancro dell'ovaio, della prostata e linfomi non-Hodgkin [31]. Nella stessa popolazione fu osservato un aumento significativo di ipercolesterolemia, malattie della tiroide, colite ulcerosa, preeclampsia.

## CONCLUSIONI

Le PFAS, inquinanti ambientali persistenti, sono state disperse globalmente nell'aria, nelle acque, nel suolo e, grazie alla loro scarsa o nulla biodegradabilità, si bioaccu-

mulano nella flora, nella fauna selvatica e negli esseri umani. Numerosi studi hanno confermato la pericolosità e la tossicità delle PFAS, intese come categoria, sia per l'ambiente che per la salute umana. Gli studi sperimentali condotti sugli animali e su sistemi cellulari in vitro hanno dimostrato numerosi effetti tossici a carico di vari organi e tessuti, soprattutto a carico del sistema immunitario, del metabolismo lipidico, della tiroide, del sistema nervoso centrale, del sistema genito-urinario e riproduttivo. Uno degli aspetti più inquietanti è che le stesse patologie riscontrate negli animali risultano essere più frequenti non solo sulle popolazioni esposte ad elevate concentrazioni di PFAS per motivi professionali, o per aver bevuto per decenni acqua "potabile" inquinata da scarichi industriali, ma anche nella popolazione generale residente a migliaia di chilometri dai siti di produzione di tali molecole. Negli Stati Uniti il progetto denominato C8 Health Project (C8HP), cui parteciparono circa 70.000 soggetti, esitò una dozzina di studi epidemiologici definiti dagli esperti dell'Istituto Superiore di Sanità "...di elevata qualità..", e tali per cui, essendo stati "*... svolti in relazione agli effetti sanitari dell'esposizione al PFOA presentano i requisiti di elevata affidabilità e riproducibilità, di potenza statistica e di informatività a livello individuale, richiesti affinché essi possano essere inclusi nei processi di valutazione del rischio per l'uomo associati all'esposizione a PFAS. In particolare, si ritiene che i risultati complessivi dell'attività valutativa effettuata dagli esperti del C8HP offrano nuovi rilevanti elementi di evidenza che l'esposizione ai PFAS attraverso le acque potabili possa comportare un aumentato rischio per un ampio spettro di esiti sanitari che vanno da effetti acuti quali l'ipercolesterolemia e l'ipertensione nella gravidanza a patologie rilevanti quali le malattie tiroidee, la colite ulcerosa e i tumori del testicolo e del rene*".

## Note e Bibliografia

1. OECD Portal on Per and Poly Fluorinated Chemicals - OECD Portal on Per and Poly Fluorinated Chemicals [Internet]. [cited 2017 Nov 20]. Available from:

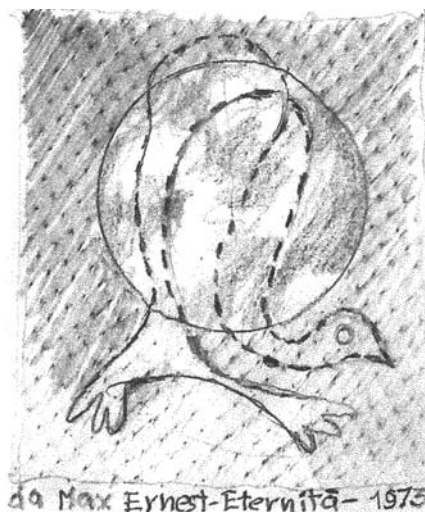
<http://www.oecd.org/chemicalsafety/portal-perfluorinated-chemicals/>

2. Buck RC, Franklin J, Berger U, Conder JM, Cousins IT, de Voogt P, Jensen AA, Kannan K, Mabury SA, van Leeuwen SP. *Perfluoroalkyl*

- and polyfluoroalkyl substances in the environment: Terminology, classification, and origins. *Integr Environ Assess Manag*. 2011; 7: 513–41.
3. Post GB, Cohn PD, Cooper KR. *Perfluorooctanoic acid (PFOA), an emerging drinking water contaminant: a critical review of recent literature*. *Environ Res*. 2012; 116: 93–117.
4. Ahrens L. *Polyfluoroalkyl compounds in the aquatic environment: a review of their occurrence and fate*. *J Environ Monit JEM*. 2011; 13: 20–31.
5. Giesy JP, Kannan K. *Global Distribution of Perfluorooctane Sulfonate in Wildlife*. *Environ Sci Technol*. 2001; 35: 1339–42.
6. Giesy JP, Kannan K. *Perfluorochemical surfactants in the environment*. *Environ Sci Technol*. 2002; 36: 146A-152A.
7. Giesy JP, Kannan K, Jones PD. *Global Biomonitoring of Perfluorinated Organics* [Internet]. *The Scientific World Journal*. 2001 [cited 2018 Aug 27]. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2001/346146/abs/>
8. Bonfeld-Jørgensen EC, Long M, Fredslund SO, Bossi R, Olsen J. *Breast cancer risk after exposure to perfluorinated compounds in Danish women: a case-control study nested in the Danish National Birth Cohort*. *Cancer Causes Control CCC*. 2014; 25: 1439–48.
9. Vierke L, Staude C, Biegel-Engler A, Drost W, Schulte C. *Perfluorooctanoic acid (PFOA)—main concerns and regulatory developments in Europe from an environmental point of view*. *Environ Sci Eur*. 2012; 24: 16.
10. Olsen GW, Burriss JM, Ehresman DJ, Froehlich JW, Seacat AM, Butenhoff JL, Zobel LR. *Half-life of serum elimination of perfluorooctanesulfonate, perfluorohexanesulfonate, and perfluorooctanoate in retired fluorochemical production workers*. *Environ Health Perspect*. 2007; 115: 1298–305.
11. Pérez F, Nadal M, Navarro-Ortega A, Fàbrega F, Domingo JL, Barceló D, Farré M. *Accumulation of perfluoroalkyl substances in human tissues*. *Environ Int*. 2013; 59: 354–62.
12. Bischel HN, Macmanus-Spencer LA, Zhang C, Luthy RG. *Strong associations of short-chain perfluoroalkyl acids with serum albumin and investigation of binding mechanisms*. *Environ Toxicol Chem*. 2011; 30: 2423–30.
13. Luebker DJ, Hansen KJ, Bass NM, Butenhoff JL, Seacat AM. *Interactions of fluorochemicals with rat liver fatty acid-binding protein*. *Toxicology*. 2002; 176: 175–85.
14. Regione Veneto - Comunicato n.1323 - PFAS. GIUNTA REGIONALE DELIBERA I LIMITI PIU' RESTRITTIVI D'EUROPA E STANZIA 1,2 MILIONI DI EURO PER POTENZIARE I FILTRI NEGLI ACQUEDOTTI. [Internet]. 2017 [cited 2017 Oct 3]. Available from: [https://www.regione.veneto.it/web/guest/comunicati-stampa/dettaglio-comunicati?\\_spp\\_detailId=3149605](https://www.regione.veneto.it/web/guest/comunicati-stampa/dettaglio-comunicati?_spp_detailId=3149605)
15. Tromba C. *Inquinamento da PFAS in Veneto*. Dopo gli USA tocca all'Italia. 2017; 232–6.
16. <http://www.isde.it/wp-content/uploads/2017/03/2017-Lettera-al-Consiglio-Regionale-del-Veneto.pdf>
17. <http://www.isde.it/wp-content/uploads/2017/03/2017-Backup-di-prima-lettera-2013.pdf>
18. <http://www.analisipfas.it/>
19. *Keeping our water clean: the case of water contamination in the Veneto Region, Italy*. : 72.
20. Ingelido AM, Abballe A, Gemma S, Dellatte E, Iacovella N, De Angelis G, Zampaglioni F, Marra V, Miniero R, Valentini S, Russo F, Vazzoler M, Testai E, et al. *Biomonitoring of perfluorinated compounds in adults exposed to contaminated drinking water in the Veneto Region, Italy*. *Environ Int*. 2018; 110: 149–59.
21. Apel P, Angerer J, Wilhelm M, Kolossa-Gehring M. *New HBM values for emerging substances, inventory of reference and HBM values in force, and working principles of the German Human Biomonitoring Commission*. *Int J Hyg Environ Health*. 2017; 220: 152–66.
22. <http://www.enea.it/it/seguici/events/isde/salutesistemiproduttivi>
23. Mastrantonio M, Bai E, Uccelli R, Cordiano V, Screpanti A, Crosignani P. *Drinking water contamination from perfluoroalkyl substances (PFAS): an ecological mortality study in the Veneto Region, Italy*. *Eur J Public Health*. 2017.
24. Cordiano V, Storti M, Bai E, Crosignani P. *[Perfluoroalkyl substances in groundwater in Veneto Region (Northern Italy): a new Seveso case?]*. *Epidemiol Prev*. 2017; 41: 148.
25. Regione Veneto - Tutela acque destinate al consumo umano [Internet]. [cited 2018 Jul 21]. Available from: <https://www.regione.veneto.it/web/sanita/tutela-acque-destinate-al-consumo-umano>
26. Plasmaferesi in Veneto. Lorenzin: “Nessuna evidenza scientifica su possibilità di rimuovere PFAS o PFOA attraverso uso plasmaferesi” - *Quotidiano Sanità* [Internet]. 2017 [cited 2017 Dec 18]. Available from: [http://www.quotidianosanita.it/governo-e-parlamento/articolo.php?articolo\\_id=56981](http://www.quotidianosanita.it/governo-e-parlamento/articolo.php?articolo_id=56981)
27. Blum A, Balan SA, Scheringer M, Trier X, Goldenman G, Cousins IT, Diamond M,

- Fletcher T, Higgins C, Lindeman AE, Peaslee G, de Voogt P, Wang Z, et al. *The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs)*. Environ Health Perspect. 2015; 123: A107–11.
28. Parere dell'EFSA su due inquinanti ambientali (PFOS e PFOA) presenti negli alimenti [Internet]. European Food Safety Authority. 2008 [cited 2018 Jul 21]. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/it/press/news/080721>
29. Pfoa, dall'Istituto per la salute pubblica olandese nuovi valori guida di esposizione umana. Attesa per l'aggiornamento di Efsa [Internet]. Sivemp Veneto. 2017 [cited 2017 Sep 24]. Available from: <http://www.sivempveneto.it/pfoa-dallistituto-per-la-salute-pubblic-olandese-nuovi-valori-guida-di-esposizione-umana-attesa-per-laggiornamento-di-efsa/>
30. Pfas. L'opinione sui livelli minimi del Dipartimento Usa per la salute infiamma il dibattito e implica una revisione al ribasso degli standard di qualità del 2016 di Epa [Internet]. Sivemp Veneto. 2018 [cited 2018 Jul 21]. Available from: <http://www.sivempveneto.it/pfas-lopinione-sui-livelli-minimi-del-dipartimento-usa-per-la-salute-infiamma-il-dibattito-e-implica-una-revisione-al-ribasso-degli-standard-di-qualita-del-2013-di-epa/>
31. Vieira VM, Hoffman K, Shin H-M, Weinberg JM, Webster TF, Fletcher T. *Perfluorooctanoic acid exposure and cancer outcomes in a contaminated community: a geographic analysis*. Environ Health Perspect. 2013; 121: 318–23.
32. DeWitt JC, Shnyra A, Badr MZ, Loveless SE, Hoban D, Frame SR, Cunard R, Anderson SE, Meade BJ, Peden-Adams MM, Luebke RW, Luster MI. *Immunotoxicity of perfluorooctanoic acid and perfluorooctane sulfonate and the role of peroxisome proliferator-activated receptor alpha*. Crit Rev Toxicol. 2009; 39: 76–94.
33. Kennedy GLJ, Butenhoff JL, Olsen GW, O'Connor JC, Seacat AM, Perkins RG, Biegel LB, Murphy SR, Farrar DG. *The toxicology of perfluorooctanoate*. Crit Rev Toxicol. 2004; 34: 351–84.
34. Abbott BD. *Review of the expression of peroxisome proliferator-activated receptors alpha (PPAR alpha), beta (PPAR beta), and gamma (PPAR gamma) in rodent and human development*. Reprod Toxicol Elmsford N. 2009; 27: 246–57.
35. Elangbam CS, Tyler RD, Lightfoot RM. *Peroxisome Proliferator-activated Receptors in Atherosclerosis and Inflammation-An Update*. Toxicol Pathol. 2001; 29: 224–31.
36. Fruchart JC, Duriez P, Staels B. *Peroxisome proliferator-activated receptor-alpha activators regulate genes governing lipoprotein metabolism, vascular inflammation and atherosclerosis*. Curr Opin Lipidol. 1999; 10: 245–57.
37. Chinetti G, Fruchart JC, Staels B. *Peroxisome proliferator-activated receptors (PPARs): nuclear receptors with functions in the vascular wall*. Z Für Kardiologie. 2001; 90 Suppl 3: 125–32.
38. Ferré P. *The Biology of Peroxisome Proliferator-Activated Receptors Relationship With Lipid Metabolism and Insulin Sensitivity*. Diabetes. 2004; 53: S43–50.
39. Delerive P, Fruchart JC, Staels B. *Peroxisome proliferator-activated receptors in inflammation control*. J Endocrinol. 2001; 169: 453–9.
40. Marx N, Libby P, Plutzky J. *Peroxisome proliferator-activated receptors (PPARs) and their role in the vessel wall: possible mediators of cardiovascular risk?* J Cardiovasc Risk. 2001; 8: 203–10.
41. White SS, Fenton SE, Hines EP. *Endocrine disrupting properties of perfluorooctanoic acid*. J Steroid Biochem Mol Biol. 2011; 127: 16–26.
42. Vanden Heuvel JP, Thompson JT, Frame SR, Gillies PJ. *Differential activation of nuclear receptors by perfluorinated fatty acid analogs and natural fatty acids: a comparison of human, mouse, and rat peroxisome proliferator-activated receptor-alpha, -beta, and -gamma, liver X receptor-beta, and retinoid X receptor-alpha*. Toxicol Sci Off J Soc Toxicol. 2006; 92: 476–89.
43. Bjork JA, Butenhoff JL, Wallace KB. *Multiplicity of nuclear receptor activation by PFOA and PFOS in primary human and rodent hepatocytes*. Toxicology. 2011; 288: 8–17.
44. Zhao B, Lian Q, Chu Y, Hardy DO, Li X-K, Ge R-S. *The inhibition of human and rat 11 -hydroxysteroid dehydrogenase 2 by perfluoroalkylated substances*. J Steroid Biochem Mol Biol. 2011; 125: 143–7.
45. Ye L, Zhao B, Cai X-H, Chu Y, Li C, Ge R-S. *The inhibitory effects of perfluoroalkyl substances on human and rat 11 -hydroxysteroid dehydrogenase 1*. Chem Biol Interact. 2012; 195: 114–8.
46. Guruge KS, Yeung LWY, Yamanaka N, Miyazaki S, Lam PKS, Giesy JP, Jones PD, Yamashita N. *Gene expression profiles in rat liver treated with perfluorooctanoic acid (PFOA)*. Toxicol Sci Off J Soc Toxicol. 2006; 89: 93–107.
47. Rosen MB, Abbott BD, Wolf DC, Corton JC,

- Wood CR, Schmid JE, Das KP, Zehr RD, Blair ET, Lau C. *Gene profiling in the livers of wild-type and PPAR $\alpha$ -null mice exposed to perfluorooctanoic acid*. *Toxicol Pathol*. 2008; 36: 592–607.
48. Liu C, Yu K, Shi X, Wang J, Lam PKS, Wu RSS, Zhou B. *Induction of oxidative stress and apoptosis by PFOS and PFOA in primary cultured hepatocytes of freshwater tilapia (*Oreochromis niloticus*)*. *Aquat Toxicol Amst Neth*. 2007; 82: 135–43.
49. Qazi MR, Bogdanska J, Butenhoff JL, Nelson BD, DePierre JW, Abedi-Valugerdi M. *High-dose, short-term exposure of mice to perfluorooctanesulfonate (PFOS) or perfluorooctanoate (PFOA) affects the number of circulating neutrophils differently, but enhances the inflammatory responses of macrophages to lipopolysaccharide (LPS) in a similar fashion*. *Toxicology*. 2009; 262: 207–14.
50. Yang B, Zou W, Hu Z, Liu F, Zhou L, Yang S, Kuang H, Wu L, Wei J, Wang J, Zou T, Zhang D. *Involvement of oxidative stress and inflammation in liver injury caused by perfluorooctanoic acid exposure in mice*. *BioMed Res Int*. 2014; 2014: 409837.
51. Hickey NJ, Crump D, Jones SP, Kennedy SW. *Effects of 18 Perfluoroalkyl Compounds on mRNA Expression in Chicken Embryo Hepatocyte Cultures*. *Toxicol Sci*. 2009; 111: 311–20.
52. Rosen MB, Thibodeaux JR, Wood CR, Zehr RD, Schmid JE, Lau C. *Gene expression profiling in the lung and liver of PFOA-exposed mouse fetuses*. *Toxicology*. 2007; 239: 15–33.
53. Watkins DJ, Wellenius GA, Butler RA, Bartell SM, Fletcher T, Kelsey KT. *Associations between serum perfluoroalkyl acids and LINE-1 DNA methylation*. *Environ Int*. 2014; 63: 71–6.
54. Leter G, Consales C, Eleuteri P, Uccelli R, Specht IO, Toft G, Moccia T, Budillon A, Jönsson BAG, Lindh CH, Giwercman A, Pedersen HS, Ludwicki JK, et al. *Exposure to perfluoroalkyl substances and sperm DNA global methylation in arctic and European populations*. *Environ Mol Mutagen*. 2014; 55: 591–600.
55. Tian M, Peng S, Martin FL, Zhang J, Liu L, Wang Z, Dong S, Shen H. *Perfluorooctanoic acid induces gene promoter hypermethylation of glutathione-S-transferase Pi in human liver L02 cells*. *Toxicology*. 2012; 296: 48–55.
56. Upham BL, Park J-S, Babica P, Sovadinova I, Rummel AM, Trosko JE, Hirose A, Hasegawa R, Kanno J, Sai K. *Structure-activity-dependent regulation of cell communication by perfluorinated fatty acids using in vivo and in vitro model systems*. *Environ Health Perspect*. 2009; 117: 545–51.
57. Jensen AA, Leffers H. *Emerging endocrine disruptors: perfluoroalkylated substances*. *Int J Androl*. 2008; 31: 161–9.
58. White SS, Fenton SE, Hines EP. *Endocrine disrupting properties of perfluorooctanoic acid*. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2011; 127: 16–26.
59. Jeng HA. *Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals and Male Reproductive Health*. *Front Public Health* [Internet]. 2014 [cited 2014 Aug 19]; 2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4046332/>
60. Uzumcu M, Zachow R. *Developmental Exposure to Environmental Endocrine Disruptors: Consequences within the Ovary and on Female Reproductive Function*. *Reprod Toxicol Elmsford N*. 2007; 23: 337–52.
61. Benbrahim-Tallaa L, Lauby-Secretan B, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, Bouvard V, Guha N, Mattock H, Straif K. *Carcinogenicity of perfluorooctanoic acid, tetrafluoroethylene, dichloromethane, 1,2-dichloropropane, and 1,3-propane sultone*. *Lancet Oncol*. 2014; 15: 924–5.





# Appello di Madrid sui poli - e per-fluorurati alchili (PFASs) - I maggio 2015

traduzione a cura della Redazione

Come scienziati e altri professionisti di una varietà di discipline siamo preoccupati per la produzione e il rilascio nell'ambiente di un numero crescente di sostanze poli- e perfluoroalchiliche (PFAS) per i seguenti motivi:

- I PFAS sono prodotti dall'uomo e trovati ovunque. I PFAS sono altamente persistenti, in quanto contengono catene perfluorate che degradano molto lentamente, se non parzialmente, in condizioni ambientali.

È documentato che alcune sostanze chimiche polifluorate si degradano per formare quelle perfluorate (D'Eon e Mabury 2007).

- I PFAS si trovano negli ambienti interni ed esterni, nella fauna selvatica, nei tessuti umani e nei fluidi corporei in tutto il mondo. Sono emessi attraverso processi industriali e operazioni militari e antincendio (Darwin 2011, Fire Fighting Foam Coalition 2014) e migrano dai prodotti di consumo all'aria (Shoeib et al., 2011), polvere domestica (Björklund et al., 2009), cibo (Begley et al., 2008; Tittlemier et al., 2007; Trier et al., 2011), suolo (Sepulvado et al., 2011; Strynar et al., 2012), terreno e acque superficiali, e si diffondono nell'acqua potabile (Eschauzier et al. 2012; Rahman et al., 2014).

In studi su animali, alcuni PFAS a catena lunga sono stati individuati quale causa di tossicità epatica, interruzione del metabolismo lipidico e dei sistemi immunitario ed endocrino, effetti neurocomportamentali avversi, tossicità neonatale e morte, tumori in sistemi multipli di organi (Lau et al., 2007; Post et al., 2012). Nel crescente corpo di evidenze epidemiologiche, alcuni di questi effetti sono supportati da associazioni significative o suggestive tra specifiche PFAS a catena lunga e esiti avversi, comprese associazioni con tumori testicolari e renali (Barry et al., 2013, Benbrahim-Tallaa et al. 2014), disfunzione epatica (Gallo et al., 2012), ipotiroidismo (Lopez-Espinosa et al.,

2012), colesterolo alto (Fitz-Simon et al., 2013 et al., 2009), colite ulcerosa (Steenland et al., 2013), peso e dimensioni inferiori alla nascita (Fei et al., 2007), obesità (Halldorsson et al., 2012), diminuzione della risposta immunitaria ai vaccini (Grandjean et al., 2012) e riduzione dei livelli ormonali e della pubertà ritardata (Lopez-Espinosa et al. 2011).

A causa della loro elevata persistenza, distribuzione globale, potenziale di bioaccumulo e tossicità, alcuni PFAS sono stati elencati alla Convenzione di Stoccolma (Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente 2009) come inquinanti organici persistenti (POP). Come documentato nella Dichiarazione di Helsingør (Scheringer et al., 2014), Sebbene alcuni dei PFAS a catena lunga vengano regolati o gradualmente eliminati, i sostituti più comuni sono i PFAS a catena corta con strutture simili o composti con segmenti fluorurati uniti da legami eterici.

Mentre alcune alternative fluorurate a catena più corta sembrano essere meno bioaccumulative, sono comunque persistenti dal punto di vista ambientale come le sostanze a catena lunga o hanno prodotti di degradazione persistenti. Pertanto, **il passaggio a sostituti a catena corta e altre sostanze fluorurate non può ridurre la quantità di PFAS nell'ambiente.** Inoltre, poiché alcuni PFAS a catena più corta sono industrialmente meno efficaci, potrebbero essere necessarie quantità maggiori per fornire le stesse prestazioni. Mentre molte alternative fluorurate vengono commercializzate, poche informazioni sono disponibili pubblicamente sulle loro strutture chimiche, proprietà, usi e profili tossicologici.

L'uso crescente di alternative fluorurate porterà ad aumentare i livelli di prodotti di degradazione perfluorurati stabili nell'ambiente, e possibilmente anche nel biota e nell'uomo. Ciò aumenterebbe i rischi di effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente.

Gli sforzi iniziali per stimare le emissioni complessive di PFAS nell'ambiente sono stati limitati a causa delle incertezze legate alle formulazioni dei prodotti, alle quantità di produzione, ai luoghi di produzione, all'efficienza dei controlli delle emissioni e alle tendenze a lungo termine nell'evoluzione della produzione (Wang et al., 2014).

La capacità tecnica di distruggere i PFAS è attualmente insufficiente in molte parti del mondo.

L'azione globale attraverso il Protocollo di Montreal (United Nations Environment Programme 2012) ha ridotto con successo l'uso dei clorofluorocarburi (CFC) altamente dannosi per l'ozono, consentendo così il recupero dello strato di ozono. Tuttavia, molte delle sostituzioni organofluorurate per i CFC sono ancora preoccupanti a causa del loro elevato potenziale di riscaldamento globale.

È essenziale imparare da tali sforzi passati e adottare misure a livello internazionale per ridurre l'uso di PFAS nei prodotti e impedire la loro sostituzione con alternative fluorurate al fine di evitare danni a lungo termine per la salute umana e l'ambiente. Per questo motivo chiediamo alla comunità internazionale di cooperare nel limitare la produzione e l'uso dei PFAS **e nello sviluppare alternative non fluorurate più sicure.**

Pertanto, sollecitiamo gli scienziati, i governi, i produttori di prodotti chimici e di prodotti, le organizzazioni di acquisto, i rivenditori e i consumatori a intraprendere le seguenti azioni:

#### *Agli Scienziati:*

- Censire, in collaborazione con l'industria e i governi, un inventario globale di tutti i PFAS in uso o nell'ambiente, compresi i precursori e i prodotti di degradazione e le loro funzionalità, proprietà e tossicologia.
- Sviluppare metodi analitici per l'identificazione e la quantificazione di famiglie aggiuntive di PFAS, comprese le alternative fluorurate.
- Continuare il monitoraggio di PFAS in diverse matrici e per matrici ambientali di PFAS.
- Continuare a studiare i meccanismi di tossicità ed esposizione (ad es. fonti, destino, trasporto e bioaccumulo di PFAS) e migliorare i metodi per testare la sicurezza delle alternative.
- Portare i risultati della ricerca all'attenzione dei responsabili politici, dell'industria, dei media e del pubblico.

#### *Ai governi:*

- Attuare la legislazione per richiedere solo gli usi essenziali dei PFAS e applicare l'etichettatura per indicare gli usi.
- Richiedere ai produttori di PFAS di condurre test tossicologici più estesi, rendere pubbliche le strutture chimiche, fornire metodi analitici convalidati per il rilevamento di PFASs, assumere la responsabilità estesa del produttore e implementare lo smaltimento sicuro di prodotti e scorte contenenti PFASs.
- Collaborare con l'industria per sviluppare registri pubblici di prodotti contenenti PFAS.
- Rendere pubblici i dati statistici annuali sulla produzione, le importazioni e le esportazioni di PFAS.
- Se possibile, evitare prodotti contenenti o fabbricati utilizzando PFAS negli appalti pubblici.
- In collaborazione con l'industria, assicurarsi che sia disponibile un'infrastruttura per trasportare, smaltire e distruggere in modo sicuro prodotti PFAS e prodotti contenenti PFAS e applicare tali misure.

#### *Ai produttori di sostanze chimiche:*

- Rendere pubblicamente disponibili i dati sui PFAS, comprese le strutture chimiche, le proprietà e la tossicologia.
- Fornire agli scienziati campioni standard di PFAS, compresi i precursori e i prodotti di degradazione, per consentire il monitoraggio ambientale dei PFAS.
- Collaborare con scienziati e governi per sviluppare metodi di smaltimento sicuri per i PFAS.
- Fornire alla catena di approvvigionamento la documentazione sul contenuto di PFAS e le linee guida per lo smaltimento sicuro.
- Sviluppare alternative non fluorurate che non sono né persistenti né tossiche.

#### *Ai produttori di articoli :*

- Smettere di usare i PFAS dove non sono essenziali o quando esistono alternative più sicure.
- Sviluppare metodi di quantificazione PFAS economici e sensibili per i test di conformità.
- Etichettare i prodotti contenenti PFASs comprensivi dell'identità chimica e di linee guida per lo smaltimento sicuro.
- Investire nello sviluppo e nell'uso di alternative non fluorurate.

# La lotta contro la contaminazione da Perfluoroalchili in Veneto delle Mamme No PFAS

di Mariangela PACHIN\*

Madre Teresa di Calcutta: *“quello che facciamo è solo una goccia nell’oceano, ma se non lo facessimo l’oceano avrebbe una goccia di meno”*.

Albert Einstein: *“stupidità significa fare e rifare la stessa cosa aspettandosi risultati diversi”*.

In un paese civilizzato e democratico come l’Italia le parole guerra, lotta, battaglia non dovrebbero mai essere usate dal popolo.

Sono ancora molti i sopravvissuti alla seconda guerra mondiale che ha sconvolto il Mondo, l’Europa e l’Italia, che ha colpito come ogni altro luogo il Veneto, già settanta anni fa. Eppure sono queste parole: guerra, lotta, battaglia che negli ultimi mesi si leggono e risuonano come funesti sussurri lontani nelle chiacchiere dei paesi: sussurri perché si teme di parlarne. Sussurri perché le incertezze sono molto più grandi e forti della verità.

Tornando indietro ..... nelle menti dei nostri anziani troviamo il ricordo delle sofferenze della guerra: il dolore, le privazioni, le devastazioni, la morte.... e il bisogno di riscatto e di vita. Sono state queste persone che hanno permesso la ricostruzione del Veneto attraverso duri sacrifici, lavoro indefesso, impegno e lavoro e lavoro.

Quando dopo la guerra non c’era più niente, quando la gente era poco istruita, le fabbriche sono state una certezza economica, una rinascita. I poli industriali hanno dato lavoro e benessere al popolo

Le zone industriali sono sorte sulla pedemontana e lungo i fiumi così ricchi di acqua, così facili da gestire. Bastava un pozzo, una presa di acqua ... : ma a che prezzo!

Dopo la guerra la gente non lo sapeva.

Oggi sappiamo!

*Oggi sappiamo che nella nostra acqua potabile sono presenti perfluoroalchilici da circa quaranta anni! L’ARPA Veneto e la Procura presso il Tribunale di Vicenza hanno attribuito l’inquinamento alla Miteni SpA di Trissino (VI).*

Perfluoroalchilici (PFAS), è una molecola non presente in natura, è stabile, è fatta per durare nel tempo, è di difficile eliminazione.

Il PFAS dà origine ad alti 3.000 composti derivati, attualmente utilizzati nelle industrie tessili, conciarie, chimico-farmaceutiche, dei prodotti fitosanitari, nei prodotti estinguenti, ecc.

E’ particolarmente utilizzato come impermeabilizzante dei tessuti, nelle padelle antiaderenti, ecc.

Il PFAS è incolore, insapore, inodore, invisibile, perciò subdolo.

I PFAS si aggregano alle proteine presenti nel sangue, sono bioaccumulabili ed interferenti endocrini. Per alcuni tipi di PFAS il tempo per il raggiungimento dell’emivalore è di otto anni.

Nel 2017 nasce il gruppo Mamme NoPFAS in seguito alla conferma della presenza dei perfluoroalchilici nel sangue dei nostri figli. Le autorità venete ed italiane non ammisero relazione tra patologie ad esposizione ai perfluoroalchilici,

\*Mamma Nopfas.

motivando questo con la mancanza di evidenze scientifiche. Peraltro la Regione stessa aveva dato evidenza di un aumento significativo per talune patologie nelle persone residenti nella cosiddetta “Zona Rossa”.

Il problema PFAS tocca tre provincie (Vicenza, Verona e Padova) per un numero abnorme di persone coinvolte. (350.000-800.000). Numero abnorme di persone coinvolte esprime la grandezza del nostro disastro: nella falda di acqua (grande come il lago di Garda), nei corsi d’acqua, negli acquedotti, nella terra e nell’aria da più di quaranta anni siamo contaminati da PFAS in tutte le sue variabili (PFOA, PFOS, PFOx, ....) e per altri cento anni almeno. Noi siamo fatti di PFAS, noi siamo pieni di PFAS, noi generiamo figli già contaminati e li nutriamo ... I valori riscontrati con le analisi del nostro sangue sono molto alti e raggiungono talvolta i 1.000 ng/ml, contro gli 8 ng/ml, valore di riferimento posto dalla Regione Veneto. La gente della mia terra ha nei propri corpi le patologie correlate all’esposizione ai perfluoroalchilici.

La preoccupazione per questo presente ci attanaglia il cuore e la mente. Sappiamo che molti Stati del Mondo hanno impegnato cervelli e denaro per lo studio e la ricerca scientifica delle malattie correlate e per la risoluzione e il risanamento ambientale; dal 2005 si cerca il nesso di causalità inquinante - interferente endocrino - malattia.

Per ora vediamo molte persone malate, molti più casi di morte rispetto alle stime ed alle attese previste e nascite a dir poco angoscianti: sottopeso, premature ...

Siamo tutti molto inquieti per il futuro dei nostri figli, per le malattie che si manifestano sempre più spesso e precocemente e per la qualità della vita sempre più scadente a causa di questa situazione. Solo adesso stiamo calcolando il prezzo dell’impatto: una grandissima falda di acqua (grande come il lago di Garda) irrimediabilmente compromessa, acque superficiali contaminate, PFAS nel sangue delle persone, habitat che non ci sostiene.

Come “*Mamme NoPFAS*” di fronte a tale disastro, abbiamo effettuato una serie enorme di iniziative.

Le prime attività sono state finalizzate a prendere conoscenza del problema con il supporto dei numerosi gruppi ambientalisti e medici presenti nel territorio. Successivamente ci siamo impegnate a trasmettere alle coscienze della popolazione e delle istituzioni la gravità della situazione, attraverso gruppi di lavoro, convegni pubblici con specialisti medici, tecnici e rappresentati delle istituzioni. Abbiamo incontrato gli amministratori comunali e regionali.

I governanti veneti sono parsi principalmente preoccupati di minimizzare il problema, minacciando in taluni casi di denunciarci per procurato allarme. La popolazione ha dovuto scegliere tra il pensiero degli amministratori e quello delle Mamme NoPFAS: il risultato non è stato particolarmente edificante.

Tuttavia alla prima manifestazione popolare organizzata in ottobre 2017 dalle Mamme NoPFAS con la collaborazione di tutti i gruppi ambientalisti, hanno aderito oltre 10.000 persone, numero enorme per la zona e la situazione. A conclusione della manifestazione, abbiamo avuto il conforto della presenza e della preghiera del vescovo di Vicenza in rappresentanza anche dei vescovi di Verona e di Padova, e delle preghiere dei rappresentati delle altre religioni presenti sul territorio.

A pochi giorni dalla manifestazione, la Regione ha provveduto ad installare i primi filtri a carboni attivi nelle centrali di potabilizzazione, con lo scopo di ridurre i PFAS presenti negli acquedotti; in seguito è stato predisposto il programma di sorveglianza sanitario (screening sanitario) alla popolazione maggiormente contaminata dai PFAS residenti nella *Zona Rossa* (85.000 persone).

Nel tempo da allora trascorso abbiamo bussato alle porte di tutte le istituzioni: Provincia, Ministeri, Parlamento Europeo, abbiamo incontrato i Gestori delle Acque, la Questura, il Commissario per l’emergenza dai quali abbiamo otte-

nuto attenzione. Dalle Organizzazioni Sindacali del mondo Industriale ed Agricolo, non abbiamo ricevuto disponibilità.

Dagli Amministratori abbiamo ottenuto:

- la promessa di una maggiore attenzione nella revisione dell'attuale Autorizzazione Integrata Ambientale per la Miteni (che comunque ha cessato l'attività dall'ottobre 2018);
- nella bolletta dell'acqua vengono riportati i valori delle ultime analisi dell'acqua potabile;
- è stato dichiarato lo stato di emergenza e nominato il Commissario Straordinario per gli acquedotti;
- sono stati sbloccati 80 milioni di euro per la realizzazione dei nuovi approvvigionamenti per gli acquedotti;
- sono stati abbassati i valori dei PFAS presenti nell'acqua potabile della "Zona Rossa" grazie all'installazione di una seconda serie di filtri a carboni attivi;
- è stata abbassata l'età di accesso allo screening sanitario ed è stata ampliata l'area della Zona Rossa.

E' attualmente in fase di revisione la "Direttiva Acque Potabili" da parte del Parlamento Europeo che vedrà la fase finale di approvazione da parte degli Stati membri entro metà 2019. Come Mamme NoPFAS, abbiamo tenuto una conferenza stampa al Parlamento Europeo con la presenza di parecchi parlamentari europei, che si sono impegnati di promuovere le nostre richieste, in particolare l'abbassamento dei limiti di PFAS presenti nelle acque. Alcuni parlamentari hanno chiesto la nostra collaborazione che stiamo fornendo volontariamente.

Noi Mamme NoPFAS ci siamo rivolte anche alla Chiesa Cattolica. Nell'Enciclica "Laudato sii", Papa Francesco evidenzia ancora una volta il bisogno improcrastinabile di avere "cura della casa comune". Dall'Enciclica Laudato sii : "Eppure, non tutto è perduto, perché gli esseri umani, capaci di degradarsi fino all'estremo, possono ..... ritornare a scegliere il bene ed a rigene-

rarsi, al di là di qualsiasi condizionamento psicologico e sociale ..... Sono capaci di guardare a se stessi con onestà".

Il Papa ci è vicino, in particolare con una lettera personale. I Vescovi ed i sacerdoti locali sono sempre disponibili a supportarci aprendo le porte dei patronati per le nostre riunioni e convegni.

Un ruolo importante è rivestito dai giornalisti, taluni solidali e sempre disposti a parlare delle nostre azioni ed a pubblicare i nostri comunicati. Siamo stati intervistati dai giornali, dalle radio e dalle TV



locali e regionali.

La "comunità" delle Mamme NoPFAS abita un territorio molto esteso, dal primo all'ultimo paese possono esserci anche 70 Km. Comuniciamo e ci confrontiamo attraverso messaggi, e-mail, telefonate e riunioni locali e di coordinamento. Siamo persone con conoscenze, cultura ed opinioni politiche diverse. Talvolta capita che divergiamo nei metodi, qualche volta il pensiero porta con sé l'influenza politica di appartenenza. Queste differenze, in taluni casi, portano a fratture ed ad incomprensioni, ma alla fine mettiamo tutte la maglietta con la stessa scritta "MAMME NoPFAS" e ci battiamo per lo stesso scopo: figli, acqua e futuro. Il nostro è un gruppo vastissimo, con genitori che rappresentano tutti i paesi coinvolti (oltre trenta paesi). Ognuno di noi dedica parte del proprio tempo a cer-

care informazioni e condividerle. Abbiamo formato dei gruppi di lavoro che approfondiscono tutte le tematiche: normative di legge, aspetti legali, aspetti sanitari, ricerche scientifiche, comunicazioni con i media, autorizzazioni e manifestazioni, rapporti con le Istituzioni e con il parlamento Europeo. Per ognuno di noi è fondamentale ascoltare e informare la nostra gente anche se non è sempre facile. Possiamo dire che abbiamo ottenuto tutto? Perché continuiamo a batterci?

Vogliamo i risultati dello screening sulla popolazione e sulla matrice alimentare.

Vogliamo la bonifica ed il risanamento dell'ambiente e della falda che sono stati contaminati dai PFAS.

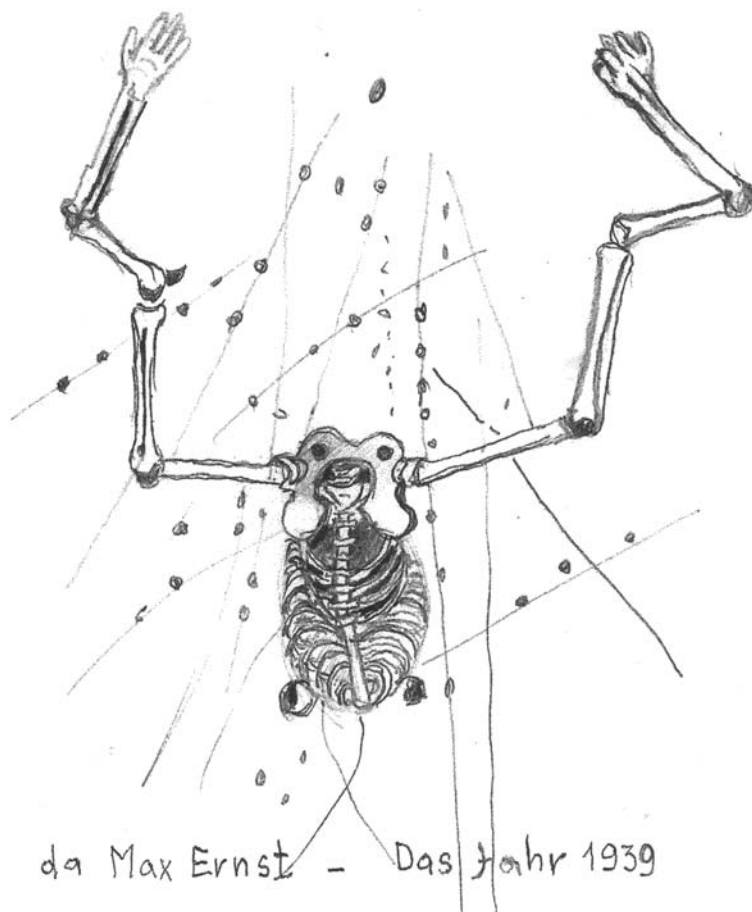
Ci chiediamo perché non è ancora stata

fatta giustizia. Solo negli ultimi mesi la Procura ha individuato indagati e formulato imputazioni.

Ci battiamo per avere controlli, cura, prevenzione e tutela del bene comune: acqua, terra ed aria.

Lottiamo per il rispetto delle leggi e l'applicazione dei controlli che devono essere ferrei soprattutto sulle sostanze emergenti a certezza che fatti analoghi non si ripetano nel futuro.

Oggi siamo consapevoli. Per noi è diventata una lotta contro il tempo e una battaglia contro l'esposizione ai perfluoroalchilici per salvare quel che resta di sano e per iniziare un modo ... gestibile, realizzabile, significativo, biologico, per tornare ad offrire la vita.



# Disastro ambientale per contaminazione da PFAS e PFOA, il ruolo e le proposte di Medicina Democratica

di Maria Chiara RODEGHIERO\*

(Il testo che segue è stato presentato in occasione di una audizione della Commissione Parlamentare sul Ciclo dei Rifiuti, sono stati apportati alcuni aggiornamenti e adattamenti al testo originario).

Medicina Democratica nasce 40 anni fa a Milano come movimento di lotta per la salute nei luoghi di lavoro, facendo inchieste e rivendicando l'applicazione delle leggi sulla sicurezza e salute in ogni luogo di lavoro. La caratteristica peculiare di MD è quella di essere un'organizzazione di volontari formata da medici, ricercatori, tecnici della prevenzione e della sanità insieme ai più svariati soggetti, cittadini utenti del Servizio Sanitario Nazionale.

Nei luoghi di lavoro, molti avevano capito che il diritto alla salute, delineato nell'ontologia costituzionale, precedeva e non seguiva l'organizzazione dell'impresa. L'impresa, nel postulato costituzionale, doveva organizzarsi sulla salute, non sulla sofferenza di chi lavora.

Una lotta collettiva per la salute, la sicurezza, l'ambiente salubre, i diritti umani che contestava alla radice non solo come produrre ma anche cosa, per chi e dove produrre.

MD ha particolarmente lavorato sui cancerogeni professionali, affermando al seguito degli studi del prof. Maccacaro e di altri, come il prof. Lorenzo Tomatis, recentemente scomparso, direttore per 10 anni della Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) che non esiste per gli agenti tossici cancerogeni, teratogeni e mutageni alcun valore limite (MAC o TLV) al di sotto del quale la salute degli esposti possa essere salvaguardata.

Uno dei primi interventi svolti da MD ha

riguardato il riconoscimento dei danni da amianto a partire dalle situazioni di esposizione delle officine grandi riparazione delle Ferrovie dello Stato e/o delle aziende che si occupavano della coibentazione e, in seguito, decoibentazione delle carrozze ferroviarie.

Sulla gravosa tematica dell'inquinamento da PFAS- PFOA delle falde acquifere nella regione Veneto Medicina Democratica ha partecipato tramite i propri esperti giuridici a decine di assemblee, convegni, interviste al fine di sensibilizzare la popolazione, l'autorità politica, amministrativa e giudiziaria al grave problema. Medicina Democratica si è direttamente impegnata nella vicenda tramite una serie di iniziative giudiziarie, in alcuni casi da sola, in altri insieme ad altri soggetti, ad ognuno degli atti qui elencati è allegata una copiosa documentazione.

**1. ESPOSTO ALLA PROCURA DELLA REPUBBLICA DI VICENZA DEL 18.03.2015** R.G.N.R. n. 2414/2015 P.M. Dott. Salvadori (inizialmente archiviato, fatto per noi non comprensibile).

**2. ESPOSTO ALLA PROCURA DELLA REPUBBLICA DI VICENZA DEL 08.04.2016** R.G. N.R. 1943/2016 P.M.: Dott.ssa B. DE MUNARI Dott. H.R. BLATTNER in cui si rinnova l'istanza di sequestro preventivo nei confronti della ditta Miteni Spa di Trissino (VI) ai sensi dell'art. 321 del codice di procedura penale.

**3. RICORSO AL TRIBUNALE AMMINISTRATIVO REGIONALE DEL VENETO** per l'annullamento del provvedimento regionale fondato sul parere dell'Istituto

*\*Medicina Democratica, Sezione di Vicenza.*

Superiore di Sanità “ *Richiesta definizione livelli di performance per le acque potabili relativi ai composti PFBA e PFBS prot. n. 11/08/2015 – 0024565* registrato alla Regione Veneto il 18.08.2015, in questo parere, a nostro avviso venivano immotivatamente elevati i limiti nelle acque potabili dei PFAS a “*catena corta*”.

**4. RICORSO AL TRIBUNALE AMMINISTRATIVO REGIONALE DEL VENETO** per l'annullamento della *DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE n. 1517 del 29 ottobre 2015* (Pubblicata in Bur n. 107 del 10/11/2015) *sulla sorveglianza sulle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS): acquisizione dei livelli di riferimento per i parametri “Altri PFAS” nelle acque destinate al consumo umano, nonché individuazione delle aree di esposizione per gli ambiti territoriali interessati dalla presenza di PFAS.*

**5. RICORSO STRAORDINARIO AL CAPO DELLO STATO** per l'annullamento – *PREVIA SOSPENSIONE* – del Decreto Ministeriale 6 luglio 2016, *recepimento della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.*

(16A05182) (GU Serie Generale n.165 del 16-7-2016). Nel Decreto venivano fissati, a livello nazionale, i limiti proposti (e contestati) dall'Istituto Superiore di Sanità nel 2015 per i PFAS nelle acque sotterranee.

Da quanto risulta dalle indagini delle autorità inquirenti, la principale responsabile di tale situazione sarebbe la società MITENI SPA di Trissino, la quale direttamente dal sito di produzione, da depositi irregolari di rifiuti e dagli sversamenti diretti nel depuratore consortile con concessione pubblica avrebbe pensato bene per decenni di sversare i suoi rifiuti tossici da lavorazione, PFOA e PFAS finiti poi nelle falde e nella rete idrica.

L'avvio della vicenda è stato caratterizzato da una generale sottovalutazione del gravissimo fenomeno da parte della pubblica

autorità. Basti segnalare l'iniziale archiviazione del primo esposto depositato e a seguire l'incredibile questione relativa ai limiti delle sostanze nelle acque potabili e in quelle sotterranee. Ad oggi non esiste infatti un limite nazionale fissato con determinazione legislativa, ma solo dei provvedimenti amministrativi provenienti dall'Istituto Superiore di Sanità. In particolare quest'ultimo ente oltre ad avere fissato limiti fra i più alti in Europa successivamente è intervenuto alzandoli ulteriormente e in particolare si fa riferimento al Parere dell'Istituto Superiore di Sanità avente ad oggetto *Richiesta definizione livelli di performance per le acque potabili relativi ai composti PFBA e PFBS prot. n. 11/08/2015 – 0024565* registrato alla Regione Veneto il 18.08.2015.

Inaccettabili sono pure i limiti fissati dal Ministero dell'Ambiente con proprio decreto 6 luglio 2016 già ricordato.

Sul punto si insiste per sottolineare che gli attuali limiti per le sostanze perfluoroalchiliche e corrispondenti a quelli fissati dall'Istituto Superiore di Sanità devono essere ridotti con normativa cogente nazionale almeno con valori prossimi alle migliori normative internazionali (si vedano gli Stati Uniti d'America o la Germania). La situazione della Regione Veneto dato il carattere di eccezionalità dell'evento per ampiezza e numero di persone coinvolte richiede infatti una normativa altrettanto eccezionale e stringente per ridurre il prima possibile la concentrazione delle predette sostanze nel sangue dei cittadini. D'altronde riteniamo che si siano perpetrate nel tempo gravi condotte illecite a danno irreversibile della popolazione estesa in tre province Vicenza, Verona, Padova coinvolgendo circa 400.000 persone nei comprensori citati.

Non solo, la situazione è ulteriormente aggravata se si considera l'avvelenamento della rete idrica che ha compromesso la filiera agroalimentare che usa l'acqua avvelenata. Tali filiere che abbisognano dell'acqua usano quella dei pozzi privati ancora attualmente, poiché nessun provvedimento di spessore è stato preso in tal senso così che ci troviamo a nutrirci con prodotti contaminati. Trattasi di un avvelenamento che non



trova riscontro analogo a livello europeo. Da una semplice attento esame si osserva che l'aggravarsi di questa situazione denota una totale assenza di prevenzione applicando la famigerata formula del silenzio-assenso, tutti sappiamo che il silenzio diventa in tal modo complice e colpevole come l'atto illecito.

Ora di fronte ai risultati delle analisi ematiche effettuate a campione nelle zone denominate rosse, si evince che la situazione determina un grave pericolo per patologie correlate a queste molecole, patologie ben evidenziate da studi scientifici statistici riportati su riviste qualificate.

**PERTANTO LE AZIONI CHE RITENIAMO SIANO AL MOMENTO INELUDIBILI SONO LE SEGUENTI:**

1. E' necessario porre immediatamente fine allo sversamento di tali sostanze nell'acqua tramite nuovi stringenti limiti, anche ai depuratori consortili che non sono in grado di trattare e abbattere questi principi chimici. Se ciò non fosse possibile è necessario anche valutare lo stop alla produzione da parte dell'azienda fino all'installazione di un sistema totale di abbattimento delle emissioni (nel frattempo l'azienda ha cessato l'attività da ottobre 2018).

2. La bonifica in atto presso la ditta Miteni deve essere effettuata sotto stringente controllo dell'autorità pubblica che deve verificare il rispetto della tempistica e delle modalità di esecuzione.

3. Ai cittadini e in particolare donne in stato di gravidanza e bambini deve essere fornita acqua pulita e ciò significa a PFAS ZERO anche tramite rifornimenti con autobotte e forniture di acqua in bottiglia se non fosse possibile raggiungere tale livello con le iniziative effettuate sugli acquedotti pubblici e questo fino a quando non saranno predisposti i nuovi allacciamenti idrici.

4. Devono essere poste in essere diffuse ed efficaci campagne informative sui PFAS dirette ai cittadini e agli operatori sanitari (medici di famiglia).

5. Devono essere controllati, almeno su base volontaria, tramite analisi del sangue non solo i cittadini della cosiddetta "zona Rossa" ma tutta la popolazione coinvolta dall'inquinamento, considerando che a causa della diffusa mobilità può capitare che taluni risiedano nella zona rossa, ma lavorino o abbiano i figli a scuola nella zona rossa stessa.

6. Si parla di plasmateresi come strumento di riduzione delle concentrazioni di PFAS nel sangue: tuttavia tale trattamento ad oggi non è stato mai sperimentato in questo



da Max Ernst - All'interno della vista

senso occorre quindi valutarne rischi e vantaggi prima di un'adozione su larga scala confrontandola con altre pratiche.

7. Una attenzione particolare, la serbiamo per i dipendenti dell'azienda MITENI, che non sono stati adeguatamente informati del rischio e pericolo per la salute che il lavoro stesso comportava. Gli stessi si ritrovano oggi, nel sangue con valori altissimi di PFOA- PFAS con patologie già in atto data la natura bioaccumulabile di dette sostanze. Con il rischio che gli stessi lavoratori debbano soffrire delle malattie correlate anche dopo la cessazione del periodo lavorativo. Deve pertanto essere posta in essere una rete di controllo stringente sul loro stato di salute a costo zero per gli stessi.

8. La Miteni di Trissino dopo aver ottenuto dalla Regione Veneto l'autorizzazione a trattare rifiuti chimici pericolosi, ha ricevuto ogni anno dall'Olanda, e nello specifico dall'azienda chimica Du Pont (oggi Chemours), quantitativi accertati fino a 100 tonnellate

annue di rifiuti chimici pericolosi (codice CER 07 02 01) contenenti il GenX (acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2(eptafluoropropossi)-propanoico). Una sostanza che, oltre ad essere persistente e di difficile degradazione, è classificata come potenzialmente cancerogena, e con possibili effetti negativi anche sul fegato che si manifestano agli stessi livelli di concentrazione del PFOA. Dalla consultazione dei documenti si evince che a Miteni non è stato imposto alcun limite allo sversamento del GenX, rendendo del tutto inefficace l'Autorizzazione Integrata Ambientale concessa nel 2014. Chiediamo al Ministro di far pressione alla Regione affinché venga revocata questa autorizzazione.

9. La ditta Miteni rientra fra le attività produttive soggette ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) di competenza della Provincia di Vicenza, ai sensi degli art. 29 bis e seguenti del D.Lgs. 152/2006 e tale Autorizzazione è in corso di aggiornamento/revisione.

Si chiede altresì al Ministro di impedire il rinnovo dell'autorizzazione integrata ambientale che, negli ultimi anni, era in corso di riesame presso la provincia di Vicenza. Ogni nuova eventuale autorizzazione per nuove produzioni nel sito dovrà essere preceduta da una seria valutazione di impatto ambientale sia per il pregresso e comunque vietare qualunque nuova attività che possa determinare ulteriori contaminazioni.

10. Occorre a questo proposito valutare un integrale ripensamento della gestione ambientale e delle emissioni industriali del distretto conciario delle valli del Chiampo col cosiddetto *Tubone Arica* e lo scarico nel Fratta Gorzone, non essendo più un sistema gestibile e a passo coi tempi e le normative moderne. Occorre intervenire sui cicli produttivi esistenti per ridurre l'impatto ed eliminare le sostanze pericolose, bioaccumulabili e persistenti nell'ambiente, trattando in modo idoneo (recupero/riciclo) i rifiuti ancora prodotti.

Da ultimo ma non per importanza, tutti i

diretti responsabili di questo disastro devono essere individuati e puniti anche con l'integrale risarcimento del danno arrecato all'ambiente e alla salute dei cittadini e con il ripristino dei luoghi (falde, suoli, corsi d'acqua contaminati).

IN PARTICOLARE PER QUANTO RIGUARDA LA SPECIFICA COMPETENZA DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE SI CHIEDE ESPRESSAMENTE:

#### LA BONIFICA

Premesso che siamo di fronte a una estrema gravità della entità e una notevole estensione dell'inquinamento,

- la sorgente dell'inquinamento non è stata ancora rimossa ed è sempre a contatto o frequentemente (a seconda dei regimi idrogeologici) con la falda;
- il protrarsi della contaminazione potrebbe comportare ulteriori gravi rischi per la salute umana, oltre all'aggravamento del danno ambientale (falda ed ecosistema);
- la non totale efficacia della barriera idraulica presente presso lo stabilimento
- il plausibile tentativo della MITENI di limitare gli interventi di bonifica del terreno solo per la parte adiacente al torrente Poscola;
- dall'avvio del procedimento di bonifica del sito, iniziato nel 2013, sono stati rinvenuti solo una minima parte dei rifiuti interrati, ovvero quelli presenti quelli lungo il torrente Poscola;

considerato:

- l'art. 242 comma 7 del D.Lgs. 152/2006, il quale prevede: "(...) *Per la selezione delle tecnologie di bonifica in situ più idonee, la Regione può autorizzare l'applicazione a scala pilota, in campo, di tecnologie di bonifica innovative, anche finalizzata all'individuazione dei parametri di progetto necessari per l'applicazione a piena scala, a condizione che tale applicazione avvenga in condizioni di sicurezza con riguardo ai rischi sanitari e ambientali (...). Nell'ambito dell'articolazione temporale potrà essere valutata l'adozione di tecnologie innovative, di dimostrata efficienza ed efficacia, a costi sopportabili, resesi disponibili a seguito dello sviluppo tecnico-scientifico del settore*

(...);

-l'art. 6, comma 2, della L.R. 3/20001: “Sono delegate alle province le funzioni regionali in materia di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati (...);”

- art. 7, comma 1 lett. c), della L.R. 3/2000: “Le competenze dei COMUNI nel quadro dell'ordinamento statale e, in particolare, dell'articolo 21 del D.Lgs. 22/1997, consistono principalmente: nella approvazione dei progetti di bonifica dei siti inquinati ai sensi dell'articolo 17 del D.Lgs. 22/1997 ” (ora dlgs 152/2006);

- l'art. 50, comma 5, del D.Lgs. 267/2000: “In particolare, in caso di emergenze sanitarie o di igiene pubblica a carattere esclusivamente locale le ordinanze contingibili e urgenti sono adottate dal sindaco, quale rappresentante della comunità locale (...) Negli altri casi l'adozione dei provvedimenti d'urgenza (...) spetta allo Stato o alle regioni in ragione della dimensione dell'emergenza e dell'eventuale interessamento di più ambiti territoriali regionali”;

- l'art. 4 della L.R. 78/1980: “Spetta al Presidente della Regione l'emanazione di ordinanze contingibili e urgenti in materia di igiene e sanità pubblica interessanti il territorio di più comuni”;

- la D.G.R. n. 160 del 14 febbraio 2017 “Verifica della situazione ambientale correlata alla presenza di rifiuti interrati rinvenuti durante l'esecuzione delle indagini di caratterizzazione effettuate sull'argine del torrente Poscola (...)” nella quale viene deliberato: “(...) si chiede ad ARPAV di elaborare, in accordo con il Comune di Trissino, una dettagliata mappatura delle presenze di inquinamento nel sottosuolo avviando e realizzando un'indagine di massimo dettaglio sullo stato della contaminazione delle matrici ambientali coinvolte; ad esempio, potranno essere effettuati carotaggi a maglia stretta - indicativamente fino a 10 m x 10 m - spinti adeguatamente in profondità - sempre a titolo di esempio, almeno 10 m -, che interessino sia le aree esterne all'impianto sia quelle interne e quelle coperte (...)”;

Dalle indagini concluse nel 2017 il Nucleo dei Carabinieri concludeva che la Regione del Veneto era pregata di valutare l'opportunità di emanare un apposito provvedimento

finalizzato a ricondurre il procedimento amministrativo di bonifica ad un ente amministrativo sovraordinato rispetto al Comune, dotato di adeguate capacità tecniche, come la stessa Regione del Veneto.

L'ARPAV era inoltre pregata di:

- valutare l'opportunità di dare esecuzione alla citata D.G.R. n. 160 del 14/02/2017;

- eseguire monitoraggi ambientali che prendano in considerazione i contaminanti già individuati nonché le materie prime utilizzate e gli scarti prodotti dall'avvio dello stabilimento ad oggi.

Al termine degli eventuali monitoraggi



ambientali, l'Area Sanità e Sociale della Regione del Veneto valuterà eventualmente, se integrare gli screening clinico-strumentali già eseguiti sulla popolazione;

-eseguire uno studio finalizzato ad accertare se l'inquinamento da PFAS (e da altre eventuali sostanze quali BTF) sia riconducibile ai rifiuti interrati nel sito in questione. La Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del M.A.T.T.M. era pregata di valutare l'opportunità di richiedere all'I.S.P.R.A. se i sistemi per la bonifica della falda attuate dalla MITENI costituiscono le migliori tecniche disponibili e le migliori pratiche gestionali.

Tuttavia tali prescrizioni non sono state rispettate né vi è oggi garanzia che questo avvenga.

In particolare dall'audizione dei responsabili del Noe di Treviso, Maresciallo Tagliaferri il 14.09.2017 durante la Missione a Vicenza della Commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali ad esse corre-

lati sarebbe emerso che sul sedime dello stabilimento ad oggi non risulta sia stata effettuata alcuna analisi relativa all'estensione delle aree inquinate né per quanto riguarda la loro profondità.

Non solo il piano di caratterizzazione dell'azienda prevedeva che solo un'area corrispondente a circa il 10% per cento dell'azienda venisse indagata con una maglia 10 per 10 metri, quindi con un numero di punti di indagine adeguato rispetto all'area di interesse mentre per il restante 90 per cento, è prevista la individuazione dei punti di indagine con maglia 50 per 50 metri

Successivamente è stato aggiunto un altro punto centrale, quindi i punti di indagine sono cinque in tutto ogni 2.500 mq, quattro agli angoli corrispondenti al quadrato di 50 x 50 metri e un ulteriore punto al centro. Ma non è finita. È stata prevista una ulteriore condizione : è stato scritto, infatti, «*dove sarà tecnicamente possibile*», quindi non è detto che di questa maglia tutti i prelievi saranno fatti perché possono esserci degli impianti che non devono essere toccati (la chiusura della fabbrica dovrebbe risolvere ogni impedimento in tal senso. In ogni caso con maglie di queste dimensioni (sul 90 % della superficie indagata) il rischio di non individuare delle zone contaminate è alto. Peraltro queste perplessità erano state fatte proprie dal sindaco di Trissino, comune ove persiste lo stabilimento della Miteni e dall'assessore regionale all'ambiente ing. Bottacin, come da medesime dichiarazioni del NOE di Treviso.

C'è poi un altro aspetto. Il dottor Drusian, che è il delegato responsabile della Miteni, assunto nel 2003 come assistente al vecchio responsabile dell'ambiente e dal 2007 ed è responsabile sia per la parte ambientale sia per la parte sicurezza dei lavoratori – ha riferito sempre al NOE, che dei tre pozzi di emungimento che costituiscono la barriera idraulica per contenere l'inquinamento della falda, una a metà stabilimento, una nella parte finale lato sud e una fuori nell'ex copertificio a nord/est dello stabilimento, il 75 per cento circa dell'inquinamento esce da quella a metà stabilimento, che è a monte idrogeologico dell'area vasche. Ciò significa

che Arpav e la Regione indaga a livello fitto solo l'area vasche, però a monte di quell'area c'è l'inquinamento più forte, il 75 per cento. Il restante 24 per cento dell'inquinamento esce nella barriera sud e l'un per cento nel pozzo fuori sito.

Ciò significa che ad oggi il piano di caratterizzazione non solo è stato sostanzialmente delegato dagli organi regionali all'azienda, ma la caratterizzazione stessa è stata limitata nelle forme e nelle modalità necessarie a solo una piccola parte dello stabilimento, lasciando da parte proprio la zona dove molto probabilmente è presente la parte più pesante di inquinanti.

A prescindere dalle motivazioni che hanno portato la Regione tramite i suoi uffici, in primis l'Arpav, ad accogliere un tale piano di caratterizzazione in maniera acritica e ingiustificata che eventualmente saranno oggetto di valutazione da parte delle autorità amministrative e giudiziarie preposte, questo comportamento è sostanzialmente indice dell'incapacità e/o della sottovalutazione da parte delle autorità locali di affrontare compiutamente la situazione di aggravamento con ciò ritardando o impedendo la bonifica come era stata indicata e richiesta dal nucleo operativo ecologico dei Carabinieri di Treviso. E' evidente che ogni ritardo di intervento determina non solo un ulteriore aggravamento della situazione con il rischio che la popolazione si veda ulteriormente esposta ai contaminanti, ma inoltre potrebbe impedire o rallentare l'accertamento delle responsabilità *in ordine ai fatti de quo*.

Si rammenta che la società Miteni spa è soggetta ai controlli della cosiddetta normativa Seveso di cui decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105.

Si chiede pertanto che il Ministero dell'Ambiente per quanto in suo potere ai sensi dell'art. 29 decies comma 3 del D. lgs n. 152/06 e art. 27 del decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105 dia mandato all'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, di accertare, secondo quanto previsto e programmato nell'autorizzazione ambientale e nei piani di bonifica da parte della società Miteni spa:

- a) il rispetto delle condizioni dell'autorizzazione integrata ambientale;
- b) la regolarità dei controlli a carico del gestore, con particolare riferimento alla regolarità delle misure e dei dispositivi di prevenzione dell'inquinamento nonché al rispetto dei valori limite di emissione;
- c) che il gestore abbia ottemperato ai propri obblighi di comunicazione e in particolare che abbia informato l'autorità competente regolarmente e, in caso di inconvenienti o incidenti che influiscano in modo significativo sull'ambiente, tempestivamente dei risultati della sorveglianza delle emissioni del proprio impianto;
- d) di aver adottato misure adeguate, tenuto conto delle attività esercitate nello stabilimento, per prevenire qualsiasi incidente rilevante;
- e) di disporre dei mezzi sufficienti a limitare le conseguenze di incidenti rilevanti all'interno ed all'esterno del sito;
- f) che i dati e le informazioni contenuti nel rapporto di sicurezza o in altra documentazione descrivano fedelmente la situazione dello stabilimento;
- g) che le informazioni raccolte a tal fine siano rese pubbliche.

Con ciò dove fosse necessario anche sostituendosi agli organi ispettivi periferici e locali (tali richieste vanno ovviamente aggiornate e modificate tenendo conto della cessazione della attività affinché tale situazione non determini un ulteriore aggravamento della situazione).

#### **QUANTO AI LIMITI NELLE ACQUE SOTTERRANEE DELLE SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE.**

E' competenza del Ministero dell'Ambiente l'individuazione dei limiti delle sostanze contaminanti nelle acque/falde sotterranee ai sensi della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Ciò avveniva con D.M. 06.07.2016 (pubblicato in G.U. il 16.07.2016).

Tale decreto contiene anche limiti per quan-

to riguarda le sostanze perfluoroalchiliche. In particolare con sgomento e preoccupazione ci si è accorti che tali limiti sono stati fissati tra i più alti del mondo, molto più alti di quelli per le medesime sostanze fissate dall'Istituto Superiore di Sanità per le acque potabili e di quelli, inferiori, fissati dalla Regione Veneto recentemente.

Rammentiamo che l'inquinamento causato dalla Miteni spa riguarda soprattutto le falde acquifere che poi attraverso gli acquedotti che da queste attingono è arrivato nei rubinetti di 350.000 cittadini veneti.

La distinzione acque di falda / acque sotterranee non ha quindi alcuna ragione d'essere facendo entrambe parte del medesimo sistema per cui l'uno è inseparabilmente intrecciato all'altro. I limiti delle acque sotterranee devono essere uguali a quelli delle acque superficiali e tendenti a zero.

In particolare i limiti fissati dall'indicato decreto sono stati impugnati da Medicina Democratica Onlus nel mese di novembre 2016 con ricorso straordinario al Capo dello Stato e contestuale richiesta di sospensione dell'efficacia.

E' stato richiesto, invano, di conoscere a che punto è la trattazione di tale ricorso e in particolare la richiesta di sospensione del decreto indicata nell'atto nonché di procedere comunque, nelle more della decisione, in via di autotutela, a una radicale revisione di detto decreto con la parificazione di tali limiti a quelli posti dalla Regione Veneto appena fissati con Delibera della Giunta Regionale n. 1590 del 13.10.2017 PFOA + PFOS  $\leq$  90 ng/l, di cui il PFOS non superiore a 30 ng/l ed i valori della somma degli "altri PFAS"  $\leq$  300 ng/l limite specifico.

E' evidente che l'adozione irragionevole di limiti così elevati nelle acque sotterranee oltre a vanificare qualunque serio tentativo di bonifica fornisce ai responsabili dell'inquinamento un alibi per impugnare gli altri limiti posti da altri enti e molto più bassi, determinando quindi un indiretto vulnus a tutte le azioni di tutela poste in essere fino ad oggi.

# Fluoropolimeri, PFAS e contaminazione nella Regione Veneto (e non solo). Il ruolo dei processi di sintesi e produttivi

di Marco CALDIROLI\*

La vicenda della produzione di PFAS presso la Miteni di Trissino (VI) che, in decenni ha determinato una amplissima contaminazione delle acque superficiali e sotterranee utilizzate negli acquedotti, è stata ampiamente illustrata soprattutto per gli aspetti ambientali e sanitari in altri contributi di questo fascicolo.

Le indagini giudiziarie hanno definito la imputazione di numerosi dirigenti della Miteni e hanno anche, parzialmente, posto in evidenza i fattori della contaminazione (“storica” e successiva) principalmente connessi con la pratica del seppellimento degli scarti industriali dei processi di sintesi di composti fluorurati come pure, nel migliore dei casi, l’inerzia degli enti preposti al controllo dell’ambiente e delle produzioni.

Non ci sembra (probabilmente emergerà meglio durante il processo) sia stato adeguatamente approfondito l’apporto dei processi di sintesi e di produzione (e la presenza di idonei sistemi di protezione ambientale e dei lavoratori) concretamente messi in atto alla Miteni nel tempo.

Questo anche perché si tratta di processi complessi che implicano trasformazioni chimiche di alcuni monomeri di partenza per produrre semilavorati o polimeri per svariati impieghi e quindi con caratteristiche chimiche e tecniche molto varie e modificatesi nel tempo.

Proviamo, nel discorrere di alcuni passaggi fondamentali della “storia” della Miteni e delle sue produzioni (e inquinamenti), a mettere in chiaro per quanto è possibile dalle informazioni disponibili, alcune conoscenze fondamentali (anche) per la necessa-

ria decontaminazione del sito e del territorio coinvolto.

## LE PRODUZIONI DELLA MITENI DI TRISSINO

I processi produttivi della Miteni non appaiono in primo piano nelle indagini svolte che hanno portato al rinvio a giudizio di 13 imputati nel processo iniziato il 11.11.2019. E’ quindi importante, per quanto possibile, portare all’attenzione la materialità della produzione delle merci come insegnato da Giorgio Nebbia e l’analisi dei cicli produttivi per l’individuazione delle nocività e delle azioni di bonifica da parte della soggettività espressa dal gruppo omogeneo dei lavoratori esposti come insegnato da Luigi Mara e dal gruppo collettivo operaio della ex Montedison di Castellanza (v. numero 237-239 di questa rivista).

Tali aspetti sono fondamentali per capire l’esposizione, a partire dai lavoratori fino ai rilasci ambientali “autorizzati” e illeciti che hanno determinato, in decenni, l’attuale disastro ambientale.

Tra i documenti disponibili da cui possiamo trarre delle informazioni utili ci possiamo concentrare sui seguenti atti :

1. L’Autorizzazione Integrata Ambientale “provvisoria” (2007) (1) e “definitiva” (2014) (2)
2. La relazione della commissione tecnica istituita dalla Regione Veneto (3).
3. La relazione di indagine del NOE. (4)

Per quanto riguarda l’AIA appare evidente dalla “storia” del procedimento che la stessa è tardiva: arriva a 7 anni di distanza da

\*Medicina  
Democratica Onlus  
- Sezione di  
Castellanza, (VA)

quello che era l'obbligo normativo europeo (direttiva IPPC del 1996). L'AIA del 2007 non è altro che l'assemblaggio delle autorizzazioni previgenti (impiantistiche, emissioni, rifiuti, scarichi) per rispettare formalmente il termine europeo del 30.10.2007 mentre quella del 2014, oramai "fuori tempo massimo" rispetto all'emergenza del disastro ambientale, non entra nel merito dei processi né si occupa – come dovrebbe – di una revisione degli stessi alla luce delle migliori tecnologie disponibili applicabili nei comparti delle produzioni chimiche organiche e inorganiche, del trattamento dei rifiuti e degli scarichi per rimanere a quelle principali correlabili con le produzioni Miteni.

Un tale ritardo non deve, purtroppo, sorprendere: conferma i ritardi generalizzati da parte delle diverse autorità italiane (con una condanna europea per i ritardi del

Ministero dell'Ambiente nel rilascio delle AIA degli impianti esistenti). Nel caso della Regione Veneto vi è la particolarità di un espediente per "allungare i termini" adottato per molti impianti: nella imminenza della scadenza ha adottato degli atti (Decreto n. 24 del 4.09.2007) che hanno prorogato il rilascio delle autorizzazioni per i comparti e i corrispondenti impianti per i quali non fossero disponibili delle linee guida italiane in materia di applicazione delle "migliori tecnologie disponibili". Tra questi quello della chimica organica e inorganica, pur essendo disponibili le linee guida europee sulle BAT/MTD dell'agosto 2007 e quella sul trattamento degli scarichi e delle emissioni industriali risalente al 2003 pienamente vigenti all'epoca e applicabili al nostro caso (ancorchè in inglese). Non si è avuto modo di "sistemare" il tutto con il riesame della AIA perché, a procedu-

**Tabella 1. Produzioni autorizzate presso la Miteni nel 1990**

1	Fluoruro di Capriloile	32	2 Fluoro 6 clorotoluolo
2	Ottisolfonilfluoruro	33	2 Fluoro 4 clorotoluolo
3	Etilbenzensolfofluoruro	34	2 Fluoro 4 nitrotoluolo
4	Tributilammina Fluoridrato	35	2 Fluoro benzotricloruro
5	Trietilammina Fluoridrato	36	2 Fluoro benzoilcloruro
6	Perfluoro Ottanoilfluoruro grezzo	37	Acido 2 fluoro benzoico
7	Perfluoro Ottisolfofluoruro grezzo	38	4 Fluoro Benzilcloruro
8	Perfluoro Butansolfofluoruro grezzo	39	4 Fluorobenzaldeide
9	Perfluoro Etilcicloesilsolfofluoruro grezzo	40	2 Fluoro 6 cloro benzaldeide
10	Perfluoro Tributillamina grezzo	41	2 Fluoro 4 cloro benzotricloruro
11	Acido fluoridrico soluzione 40 %	42	Benzotrifluoro
12	Acido Perfluoro Ottanoico RM258	43	2,4 Dicloro benzoilcloruro
13	Acido Perfluoro Ottanoico RM242	44	2,4 Dicloro benzotrifluoro
14	Ammonio Perfluoro Ottanoato RM364	45	3,4 Dicloro benzotrifluoro
15	Ammonio Perfluoro Ottanoato RM359	46	4 Fluoro Benzotrifluoro
16	Acidi perfluoro carbossilici RM230	47	1,3 Bis trifluorometilbenzene
17	Ammonio perfluoro carbossilati RM345	48	4 Fluoro 3 cloro benzotrifluoro
18	Sodio perfluoro ottanoato RM356	49	2 Cloro benzotricloruro
19	Perfluoro ottasolfofluoruro RM90	50	2 Cloro benzotrifluoro
20	Acido perfluoro ottansolfonico sale potassico RM95	51	4 Cloro benzotrifluoro
21	Perfluoro Butansolfofluoruro RM60	52	4 Cloro 3 Nitrobenzotrifluoro
22	Acido perfluoro ottansolfonico sale potassico RM65	53	4 Cloro 3,5 dinitrobenzotrifluoro
23	N-Etil perfluoro ottansolfonamide RM505	54	2,4 dicloro 3,5 dinitrobenzotrifluoro
24	Acido Perfluoro etilcicloesilsolfonico sale potassico RM98	55	2,4 dicloro 3,5 dinitrobenzotrifluoro
25	Perfluoro esano RM56	56	Acido cloridrico soluzione 32 %
26	Perfluoro eptano RM82	57	Acido cloridrico soluzione 30 %
27	Perfluoro eteri ciclici RM101	58	Ipclorito di sodio soluzione
28	Perfluoro tributillamina RM170/RM175	59	Acido Solforico 75 %
29	Fluoro benzene	60	Acido fluoridrico anidro in bombole
30	2 Fluoro toluolo	61	USIVAL 299
31	4 Fluoro toluolo		

Fonte: Decreto della Giunta Regionale del Veneto n. 110 del 31.10.1990.

ra iniziata, l'azienda ha dichiarato fallimento (9.11.2018).

Una carenza che si somma alla inerzia decennale di fronte alle contaminazioni pregresse causate dalle proprietà precedenti e continuate dall'ultima come ben indicato nella relazione del NOE nell'ambito dell'indagine delegata che ha determinato i contenuti del rinvio a giudizio.

Un'idea della complessità e della ampia gamma delle produzioni di "individui chimici" legati alla sintesi di molecole (polimeri inclusi) fluorurate può darla l'elenco delle produzioni "ufficiali" della Miteni e delle società che l'hanno preceduta a partire dalla RIMAR. (5)

Le prime produzioni della RIMAR furono infatti degli antimacchia per il finissaggio dei tessuti, dal 1966 inizia la produzione, quale intermedio, dell'acido perfluorotetanoico (PFOA) per tale finalità e successivamente quale additivo nella produzione dei polimeri fluorurati (in concorrenza con la 3M poi Dupont allora monopolista mondiale). La capacità produttiva nel 1970 era di 12 t/anno di PFOA, nel 1973 inizia la produzione dei benzotrifluoruri (inizialmente per la produzione, presso terzi, di diserbanti come il Trifluralin).

Lo sviluppo delle produzioni, al 1990, arrivava a coprire le sostanze elencate nella tabella 1.

Con l'AIA del 2014 le lavorazioni autorizzate sono passate a ben 77.

Le produzioni erano suddivise in cinque aree :

- a) zona stoccaggio cloro;
- b) zona produzione perfluorurati (lavorazio-

- ne dalla n. 4 alla n. 19, e parte di 25,26 e 27) – processi elettrochimici e chimico-fisici;
- c) zone produzione fluoroaromatici (lavorazione dal n. 19 alla n. 40 e parte di 36,43,47,50) – processi di fluorurazione, clorurazione e idrolisi;
- d) zona produzione benzotrifluoruri e relativi nitroderivati (lavorazione da n. 42 a n. 58), questi ultimi per diazotazione;
- e) servizi di stabilimento (produzione vapore e laboratori) - (cui si aggiungeva l'impianto pilota delle elettrofluorurazioni).

Nello specifico, secondo quanto dichiarato da Miteni, le produzioni di PFOA e PFOS si sono ridotte tra il 2001 e il 2011 del 50-70 % fino a cessare completamente nel 2011 (in realtà fino al 2013).

### LE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Un aspetto non emerso chiaramente nelle indagini svolte è anche quello della emissione in atmosfera di composti fluorurati.

Dalla prima autorizzazione delle emissioni risalente al 1990 si può vedere il passaggio da una portata emissiva del camino principale (n. 2) pari a ben 15 kg/h di composti perfluorurati (dichiarati dall'azienda) a un valore quasi a zero (6 g/h – 5 mg/Nmc - come acido fluoridrico) nella nuova emissione 17 tramite la combustione "degli effluenti liquidi e gassosi contenenti sostanze organiche ad elevato contenuto di fluoro in apposito forno operante a 1.200 °C" e alimentato a idrogeno e metano, in grado di recuperare il fluoro sotto forma di acido fluoridrico al 40 %".

A questi contaminanti si aggiungevano emissioni di composti cancerogeni aromati-

**Tabella 2. Flussi emissivi autorizzati di composti fluorurati organici e inorganici (1990-2007). Fonte : AIA 2007**

Parametro	Emissione 2	Emissione 3	Emissione 4	Emissione 6,7,8	Emissione 17	Totale Emissioni
Portata media	1.000 mc/h	3.000 mc/h	1.000 mc/h	4.500 mc/h	1.200 mc/h	
Acido fluoridrico	6 g/h	n.d.	5 g/h	n.d.	6 g/h	17 g/h
Composti fluoroaromatici	n.d.	30 g/h	5 g/h	n.d.	n.d.	35 g/h
Benzotrifloruri	n.d.	10 g/h	n.d.	n.d.	n.d.	10 g/h



ci – come nel caso della Solvay di Spinetta Marengo - quali tetracloruro di carbonio e cloroformio – nonché clorotoluoli, cloruro di allile, toluolo, xilolo, aromatici nitroalogenati, cloro, idrocarburi oltre ai composti derivanti da combustione (ossidi di azoto, carbonio organico, ossidi di zolfo, ossidi di carbonio). Le polveri non erano considerate negli atti disponibili.

Anche se a posteriori è oramai noto che “*La popolazione generale può essere anche esposta (ai PFAS. ndr) attraverso l’inalazione di aria contenente polveri o dal contatto con superfici o suoli contaminati, principalmente nei bambini*” (Ministero della Salute, 2016).

Le principali modifiche successive a tale configurazione sono state (1997) relative alla emissione dalle lavorazioni di benzotri-fluoruri (6) e nitroderivati (camino 19) con l’introduzione di un sistema di abbattimento di termocombustione (7).

Superfluo ricordare che nessuno dei punti di emissione era dotato di un sistema di monitoraggio in continuo, le analisi previste – in autocontrollo – erano tre all’anno.

Nella seconda AIA (2014) si arriva ad autorizzare anche un impianto di incenerimento “*misto*” (portata 5.000 Nmc/h) ovvero relativo sia a fondi e residui di reazione alogenati (per 150 kg/h) sia reflui gassosi (come inizialmente autorizzato nel 1990) da processi produttivi, silos e serbatoi per un totale di 2.000 mc/h (quindi in incremento rispetto alla configurazione precedente). Valgono i limiti (e le misurazioni in continuo) per gli impianti di incenerimento ovvero tra 1 mg/Nmc (media giornaliera) e 4 mg/Nmc (semiorario) per il fluoro espresso come HF (acido fluoridrico).

Nella autorizzazione si individua anche il tenore massimo (concentrazione) del fluoro nei rifiuti avviati a incenerimento pari a 330 g/kg e del cloro pari a 650 g/kg. Si tratta di valori elevatissimi e che potevano determinare impatti altrettanto elevati in particolare in condizione anomala di funzionamento e guasti.

Per le altre emissioni tutti i limiti per l’acido fluoridrico vengono “*abbassati*” a 2 mg/Nmc (rispetto ai precedenti 5-6 mg/Nmc) ma “*spariscono*” limiti riferiti a

composti fluorurati organici ovvero quelli di maggior interesse per queste note.

La questione della contaminazione atmosferica e relativa ricaduta sul suolo viene così riassunta da ARPAV al 2017: “*Questi primi risultati ottenuti indicano che le concentrazioni misurate in aria nella zona circostante la ditta, tenendo conto di quelle ottenute all’area urbana di Vicenza, risultano confrontabili con quelle di altre generiche aree urbane, ma inferiori a quelle di aree urbane ove erano presenti stabilimenti di produzione di PFAS. Le prime evidenze comportano, analogamente alla matrice suolo di cui si è detto sopra, l’opportunità di svolgere approfondimenti, estendendo le misure, ricalibrando il modello matematico impiegato per la previsione delle ricadute. Gli aspetti concernenti le emissioni in atmosfera sono in corso di approfondimento nell’ambito della procedura di revisione dell’AIA dello stabilimento MITENI SpA, il cui procedimento è stato avviato dalla Provincia di Vicenza con propria nota n. 3513 del 18.01.2017 ed è attualmente in corso.*” (La procedura per la nuova AIA non si è conclusa per la chiusura dell’azienda). Queste considerazioni, almeno in termini “*storici*” sono falsate dal fatto che si tratta di modellizzazioni basate quasi esclusivamente sui “*fumi emessi dal camino E17, caratterizzati secondo quanto acquisito nel controllo a camino di ARPAV del 16 febbraio 2017 (circa 300 ng/Nm<sub>3</sub> di PFAS)*” (8) quando abbiamo visto che le autorizzazioni previgenti permettevano emissioni di 17 g/h di fluoro e di ben 35 g/h di fluororomatici, all’interno dei quali la componente dei PFAS non era certo secondaria e comunque di diversi ordini di grandezza superiori a quelli utilizzati da ARPAV.

### GLI SCARICHI IDRICI

Le autorizzazioni allo scarico preesistenti e confluite/modificate nelle AIA riguardavano esclusivamente acque di raffreddamento provenienti dai circuiti di scambio termico, quindi, presuntivamente, a bassa contaminazione in quanto non si trattava di scarichi di processo da trattare invece come rifiuti liquidi.

Dalla prima autorizzazione di scarico nel

torrente Poscola (del 8.07.2005) possiamo ottenere alcune informazioni di base : la portata annuale autorizzata era di ben 1.465.128 mc (con indicazioni non corrispondenti per quanto riguarda la soglia giornaliera e oraria 1.500 mc/giorno – 75 mc/h). Tra i parametri da monitorare, inizialmente non figurano neppure i fluoruri anche se si rimanda ai limiti della normativa allora vigente (pari a 6 mg/l per scarichi in acque superficiali e 12 mg/l per scarichi in fognatura) ma, contestualmente, con una “deroga” concessa dalla società Alto Vicentino Servizi (nota del 20.05.2004) innalzava (per 4 anni) il limite per i fluoruri a 20 mg/l (oltre a incrementare anche i limiti per cloruri, solfati, azoto nitroso e nitrico, tensioattivi). Nel corso del 2013 analisi svolte da Arpav sullo scarico di Miteni mostravano valori oltre i 5 mg/l di PFAS (5.406.847 ng/l) (9) e valori in uscita dal depuratore consortile (quindi diluiti da scarichi di altra provenienza) pari a 0,25 mg/l di PFAS (249.057 ng/l) con un effetto depurativo vicino allo zero.

L'AIA del 2014 ha inoltre definito limiti agli scarichi nel Torrente Poscola come segue : “entro un anno comunque dovranno essere rispettati almeno i seguenti obiettivi: PFOS  $\leq 0,03$   $\mu\text{g/litro}$ ; PFOA  $\leq 0,5$   $\mu\text{g/litro}$ , altri PFAS:  $\leq 0,5$   $\mu\text{g/litro}$ ”. (10)

E' pacifico che l'ulteriore contributo alla contaminazione delle acque superficiali sia dovuto agli scarichi (non) depurati del consorzio dall'impianto di Trissino (11).

La stima svolta da Arpav, tenuto conto delle diverse portate dei depuratori del consorzio, ha quantificato in 4,816 kg/giorno i PFAS in uscita dall'impianto di Trissino, pari al 96,9 % del totale dai cinque depuratori consortili dell'area interessata.

Anche le concentrazioni di PFAS scaricate nel torrente Poscola con le acque di raffreddamento non erano indifferenti (quasi 10 microg/l secondo ARPAV nel 2013) tenendo conto della elevata portata sopra ricordata. Nella AIA del 2014 viene infine autorizzato lo stoccaggio e il trattamento per il recupero di rifiuti di terzi (soluzioni acquose di lavaggio ed acque madri) per 119 t/anno per il quale si prevede il riconoscimento come “materiale che ha cessa-

to la qualifica di rifiuto” (12).

## LA CONTAMINAZIONE DEL SITO, DALLA RIMAR, ALLA MITSUBISHI CORPORATION ALLA MITENI

L'inizio della contaminazione del sottosuolo e quindi delle falde sotterranee è ben conosciuto da decenni (almeno da parte degli enti): “Nel settembre del 1974 la RIMAR (13) (divenuta in seguito MITENI) realizzò due vasche, scavate direttamente nel terreno, una della quali era stata riempita con scarti di produzione in forma liquida. Inizialmente la RIMAR aveva dichiarato che tali vasche risultavano a tenuta, successivamente, è stato verificato che il terreno sottostante era contaminato, pertanto, il Sindaco pro tempore, con ordinanza n. 64 del 03/12/1974 ne dispose la chiusura e la copertura entro otto giorni dalla notifica dell'ordinanza. Esaminando lo studio ambientale eseguito dalla ERM ITALIA nel 1996 (...) si osserva che la parte più inquinata del sito MITENI coincide, sostanzialmente, con l'ubicazione delle vasche realizzate nel 1974. ... Come illustrato meglio in seguito, **la contaminazione del terreno e della falda ha avuto inizio in quel periodo ed è proseguita sino ad oggi**” (dalla relazione NOE del 9.07.2018). (14)

Risulta agli atti che fino al 1975 i reflui contenenti le code produttive venivano scaricati direttamente nel torrente, questa pratica è durata fino al 1987 (attivazione dello scarico industriale verso il depuratore di Trissino). I contaminanti rilevati già allora appartengono al gruppo dei “trifluorobenzeni (BTFS) e i derivati azotati. Tra tali composti fu rilevata la presenza di nitrobenzotrifluoruro” (documento ARPAV del 30.09.2013). Va considerato che la Miteni ha iniziato a produrre i BTF dopo l'inizio della produzione di PFOA (1970), quindi questi ultimi erano sicuramente presenti, ma non sottoposti ad analisi (anche per limitazioni delle metodiche disponibili).

Le rilevazioni di allora portarono a un primo procedimento penale centrato sui benzotrifluoruri (i PFAS non vengono considerati), una delle perizie svolte, di tipo tossicologico, affermava l'assenza di nocività in base ad esperimenti svolti sui topi per

queste sostanze: “*le sostanze rinvenute nelle acque di Altavilla, Sovizzo, Creazzo e Basmar non hanno avvelenato né contribuito ad avvelenare le acque medesime*”. La sentenza, emessa nell’aprile 1979 assolve tutti gli imputati da due dei reati ascritti per non aver commesso il fatto (avvelenamento di acque e apertura di scarico non autorizzato) e per amnistia per il terzo reato (adulterazione di alimenti).

Uno studio del 1979 svolto dall’Istituto Regionale di Studi e Ricerche Economico-Sociali del Veneto (15) aveva già caratterizzato la fase di estensione di tali contaminanti, nel 1990 la società Ecodeco e poi la società ERM in studi successivi (1996 e 2004) avevano confermato al committente aziendale la presenza di contaminazione da benzotrifluoruri del suolo e della falda presso il sito industriale. Le conclusioni circa le attese dell’andamento della contaminazione erano ottimistiche: “*non ci si deve attendere un allargamento dell’area inquinata, né un suo spostamento*”, tra i fattori di interferenza di tale previsione, secondo lo studio, il caso di “*una nuova immissione della sostanza (che se immessa nella zona dello stabilimento, influirebbe più sui valori di concentrazione che sulla distribuzione aerea)*”. Lo studio ipotizzava inoltre un tempo di 50 anni per l’ “*esaurimento naturale*” della contaminazione.

Stiamo parlando di un sito industriale posto in corrispondenza di un’area di ricarica della falda acquifera sotterranea, dove quindi qualunque contaminazione viene magnificata (non a caso le norme più recenti limitano o vietano la realizzazione di siti industriali potenzialmente contaminanti il sottosuolo in tali aree). Inoltre, paradossalmente, l’avvio alla depurazione consortile degli scarichi industriali (senza che i depuratori disponessero di sistemi idonei di abbattimento di questi contaminanti) ha determinato la formazione di ulteriori fonti di rilascio dei contaminanti fluorurati tramite i corpi idrici che ricevono le acque depurate. Questi studi forniscono (e forniranno sicuramente anche in sede processuale) un “*assist*” agli imputati per una difesa alla “*pesce in barile*” (non sapevamo e/o nessuno ce l’ha detto chiaramente) perché, tra l’al-

tro, già si fa leva sulla assenza di limiti nella normativa per tali sostanze (16) anche se nel contempo “*mettono le mani avanti*” per il futuro: “*Posto il quadro ambientale di sintesi sopra illustrato, il fatto che la normativa vigente non stabilisca una concentrazione massima ammissibile per i composti fluorurati prodotti da Miteni costituisce un elemento fondante per l’eventuale esistenza di sorgenti secondarie di impatto. Infatti, un’eventuale futura modifica dei limiti da parte dell’autorità competente, potrebbe evidenziare l’esistenza di campioni di terreno in concentrazioni tali da rendere necessario l’avvio di una procedura ex DM 471/99*” (relazione ERM Italia 2004, il decreto ministeriale citato è quello allora vigente sui siti contaminati).

Un ulteriore elemento che sarà al centro della discussione nel procedimento sarà quello dei “*limiti*” da attribuire alle diverse sostanze interessate sia in termini di contaminazione dell’area industriale (definizione o meno di sito inquinato o di “*sito potenzialmente inquinato*”) che per le matrici ambientali esterne (acque superficiali, acque sotterranee, acque potabili da acquedotto).

Nelle tabelle 3, 4 che seguono si cerca di riassumere – con riferimento al sito industriale, quindi alla “*fonte*” della vicenda – questi aspetti: dai “*limiti per assimilazione*” indicati dai consulenti aziendali, ai limiti individuati (ex post) dall’Istituto Superiore di Sanità, ai valori riscontrati nel sito per le sostanze prese in considerazione (prima solo i trifluorobenzene e solo successivamente i PFAS).

L’estensione dell’inquinamento esterno al sito è stato poi confermato dallo studio “*Progetto Giada*” sviluppato tra il 2003 e il 2010 che segnalava un incremento (tra il 2003 e il 2009) delle concentrazioni di cinque contaminanti: lo studio, infatti “*ha riguardato cinque composti che costituiscono alcuni degli intermedi di sintesi o sottoprodotti derivanti dall’attività dell’azienda MITENI Spa (ex-RIMAR): Benzotrifluoruro (BTF), 4-Cloro-Benzotrifluoruro (4ClBTF), 3-Nitro-Benzotrifluoruro (3NBTF), 4-Cloro-3-Nitro-Benzotrifluoruro (4Cl<sub>3</sub>NBTF), 4-Cloro-3,5-Dinitro-Benzotrifluoruro (4Cl<sub>3,5</sub>NBTF).*”

Come si può leggere non è ancora la “stagione” dei PFOA/PFOS né quella degli altri PFAS che emerge solo “a seguito dello studio dello studio datato 25/03/2013 eseguito dall’Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR (IRSA-CNR) tra il 2011 e il 2013 finalizzato alla valutazione del Rischio Ambientale e Sanitario associato alla contaminazione da sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) nel bacino del Po” (relazione NOE cit).

In particolare il reticolo idrico superficiale nel 2013 (e quindi parliamo di provenienza da scarichi e non “solo” dalle discariche del 1975) (17) è caratterizzato dalla presenza predominante di PFOA “insieme a compo-

sti di catena più corta come PFBA e PFBS che dovrebbero sostituire PFOA e PFOS in molti processi produttivi”.

Questo passaggio, oltre a ricordarci il passaggio del “testimone” della contaminazione (in termini però di una diversificazione dell’accumulo degli inquinanti nell’ambiente) dai trifluorobenzoni, ai PFOA/PFOS ai PFAS a catena corta, ci ricorda che questi ultimi sono emersi come sostituti di quelli a catena lunga oramai noti (caso Dupont) a livello mondiale.

Il resto è una storia nella quale, in sintesi, i consulenti avvertono del problema le proprietà che si sono succedute, pur inqua-

**Tabella 3. Valori massimi riscontrati nelle acque del sito Miteni (pozzi “barriera”) prima della dichiarazione di sito “potenzialmente contaminato” (2013)**

Sostanza	Valori di concentrazione limite di “assimilazione” (ERM Italia 2004) (1)		CSC indicate dall’Istituto Superiore di Sanità 2005 – 2017 (2)		Valori di concentrazione (Ecodeco 1990) (3)	Valori di concentrazione acque sito Miteni ( E R M 2004) (4)	Valori di concentrazione acque sito Miteni (ERM 2008) (5)		Valori di concentrazione acque sito Miteni ( E R M 2009) (6)
	Suolo uso industriale mg/kg	Acque sotterranee µ/l	Suolo uso industriale mg/kg	Acque sotterranee µ/l			Suolo uso industriale mg/kg	Acque sotterranee µ/l	
4 clorobenzotrifluoruro	50	270	n.d	n.d	86	314,06	101	3.200	1.050
3,4 diclorobenzotrifluoruro	50	270	1.700	21	n.d	16,03	45,7	260	687
4 cloro 3 nitrobenzotrifluoruro	50	270	n.d	n.d	1.413	4,56	n.d	212	640
4 cloro 3,5 dinitrobenzotrifluoruro	50	270	840	10,5	435	0,28	n.d	323	107
Perfluorototono di ammonio (APFO)	n.d	0,5 (*)	15	0,5	n.d	n.d	n.d	214	6.430 (**)

Note alla tabella

CSC = Concentrazione Soglia di Contaminazione.

1) ERM Italia “Rapporto tecnico. Miteni S.p.A. Assistenza alle procedure di bonifica e Proposta di indagine iniziale: Stabilimento Miteni di Trissino. 22 giugno 2004. Rif.: P04/MTS/D04”.

2) Dipartimento Ambiente e Salute dell’Istituto Superiore di Sanità, nota prot. AOO-ISS 05/03/2018 - 0007213.

3) relazione della ECODECO S.p.A. “Certificazione ambientale dello stabilimento” del 19/12/1990.

4) ERM Italia: “Rapporto tecnico. Miteni S.p.A. Indagine Ambientale del Sottosuolo e delle Acque di Falda: Stabilimento Miteni di Trissino. 12 ottobre 2004. Reference: 0021465”.

5) studio della ERM Italia “Final report. Mitsubishi. Soil and Groundwater Investigation: Miteni Facility – Trissino (VI). Reference: 0080757” datato 12/11/2008.

6) studio della ERM Italia “Technical report. Miteni S.p.A. Groundwater study: Miteni Facility – Trissino (VI) - reference: 96660” datato 25/09/2009

(\*) Valore “concordato tra USEPA e Dupont : Dupont offriva acqua potabile o trattamento alternativo per gli utenti di acqua pubblica o privata che vivono nei pressi dell’impianto Washington Works se il livello di PFOA rilevato nell’acqua potabile è pari o superiore a 0,50 parti per miliardo (ppb)”. Questo è il valore di letteratura rilevato da ERM nel 2004.

drandolo nelle carenze della normativa italiana richiamano le conoscenze di letteratura (caso Dupont in primo luogo), evidenziano l'insufficienza dell'azione dei tre pozzi barriera realizzati (solo) nel 2005, segnalano la presenza di PFAS non appena vengono ricercati nelle acque sotto l'insediamento industriale (18), condizione tale da rendere necessaria la "autodenuncia" di sito potenzialmente contaminato (si confronti l'analoga situazione rilevata per la società Solvay per gli impianti di Spinetta Marengo, ricordata in altro articolo di questo numero).

Condizione confermata anche negli studi più recenti rispetto all'emergere pubblico della situazione ovvero quelli della società Copernico dal 2012. (19)

Solo il 25.03.2013 Miteni formalizza la segnalazione della contaminazione e, contestualmente, dichiara di aver messo in opera una barriera idraulica con i pozzi in realtà in funzione dal 2005 nonché di attuare un

monitoraggio su tutta la gamma dei contaminanti fluorurati. (20)

Inoltre solo nel gennaio/febbraio 2017, a seguito di approfondimenti richiesti nel piano di caratterizzazione del sito contaminato, sull'argine del torrente Poscola vengono scoperti ulteriori rifiuti interrati "sconosciuti" fino ad allora e rimossi nei mesi successivi.

Cosa è successo nel sito Miteni in questo lasso di tempo? Quale azione è stata intrapresa dagli enti che erano a conoscenza del problema (dal 1975) e della sua evoluzione nel tempo?

Lo riassume ARPAV a seguito di richiesta del NOE: "si desume che l'evoluzione temporale degli inquinamenti si sia sviluppata su scala pluridecennale, con un'origine temporale del fenomeno stimato per i BTFs con l'inizio della stessa attività produttiva del sito industriale chimico. Per quanto riguarda i PFAS, pur mancando di qualsia-

**Tabella 4. Concentrazioni di PFOA, PFOS e altri PFAS nelle acque del sito Miteni**

Parametro	CSC indicate dall'Istituto Superiore di Sanità 2005 – 2017 (1)	Valori di concentrazione acque sito Miteni (ARPAV) 2013 (2)	Valori di concentrazione acque sito Miteni 2015 (3)
	Acque sotterranee ng/l	Acque sotterranee ng/l	Acque sotterranee ng/l
Acido Perfluorooctanoico (PFOA) (**)	500 (*)	16.067	7.937
Acido perfluorooctansolfonico (PFOS)	30 (*)	3.460	1.765
Perfluorobutansolfonil fluoruro	10.500	n.d.	3.400
Sommatoria PFAS diversi da PFOA e PFOS	n.d.(500) (***)	28.320	16.075

1. Dipartimento Ambiente e Salute dell'Istituto Superiore di Sanità, nota prot. AOO-ISS 05/03/2018 - 0007213.

2. ARPAV report 30/09/2013 denominato «Stato dell'inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) in Provincia di Vicenza, Padova, Verona».

3. Arpav Report Informativo Consiglio Regionale Veneto 23.03.2016.

(\*) Valori stabiliti dal ISS Dipartimento Ambiente e Salute nel 2005 e confermati nel 2018 sulla base del DM 6.07.2016.

(\*\*) PFOA e APFO (v. tabella 1): si tratta, in pratica, della stessa sostanza: "l'acido perfluorooctanoico (PFOA) e un acido organico fluorurato, mentre il perfluorooctanoato di ammonio (APFO) e la base coniugata (sale ammonico) del primo composto citato. Entrambi i composti quando vengono solubilizzati in acqua subiscono una trasformazione, ovvero il PFOA perde il protone (H+) e APFO perde lo ione ammonio (NH4+). In questo modo la distinzione dal punto di vista analitico tra i due composti non è più possibile perché in acqua si trova ora il medesimo anione. Pertanto, per quanto riguarda la determinazione analitica dei composti citati, nel caso di campionamenti effettuata nella matrice acqua, in entrambi i casi viene ricercato solo l'anione (perfluorooctanoato). Dal punto di vista delle schede tecniche sia il PFOA che l'APFO presentano gli stessi codici di classe di pericolo e la stessa etichettatura" (dalla relazione NOE citata).

(\*\*\*) concentrazione ritenuta di non rischio per la popolazione umana come somma di "Altri PFAS" (Nota dell'Istituto Superiore di Sanità n. 19993 del 7.07.2015).

si riscontro analitico anteriore al 2013, la collocazione temporale dell'inizio dell'evento si estende ad oltre 20 anni dal presente e, verosimilmente, è anch'esso riconducibile ad un'epoca prossima all'insediamento RIMAR.

Questo elemento deve, tuttavia, essere valutato tenendo in dovuto conto del fatto che, ad oggi, concentrazioni significative di BTFs sono riscontrabili nelle acque sotterranee (oltre che nella matrice terreni) del sito industriale di Trissino. Pertanto, a partire dal sito sorgente, il trasporto di BTFs attraverso le acque sotterranee è avvenuto assieme ad altri contaminati presenti e rinvenuti presso il sito (tra cui gli PFAS) si è mantenuto fino al 2013.

Subito dopo, a seguito dell'attivazione di misure di messa in sicurezza di emergenza, attuate in ossequio alle disposizioni del Titolo V, parte IV, del D.Lgs. 152/06, è stata implementata e potenziata la barriera idraulica del sito MITENI che ha progressivamente ridotto anche se non annullato, in termini di flussi di massa, l'immissione all'esterno del perimetro del sito dei BTFs e di altri contaminanti, tra cui i PFAS" (21).

Questa ricostruzione di Arpav conferma, secondo il NOE, la scelta aziendale di nascondere la situazione che " le comunicazioni inviate dalla MITENI agli enti nell'anno 2005 – volutamente fuorvianti, avessero la precisa finalità di non far emergere l'inquinamento riscontrato, così da scongiurare l'avvio dell'onerosa bonifica del sito. Aspetto ancora più grave e drammatico è che tale atteggiamento è proseguito senza soluzione di continuità sino ad oggi." Nello stesso tempo il NOE sottolinea il ruolo negativo di Arpav in modo netto come segue: "Completamente diversa, invece, è la posizione dell'ARPAV, la quale nella propria relazione del 30/09/2013 sullo «Stato dell'inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) in Provincia di Vicenza, Padova, Verona», ha confermato la teoria – assolutamente falsa – della MITENI (...) che la barriera idraulica sarebbe stata realizzata solo nel luglio del 2013(...) **In tale contesto non si può non valutare l'operato dell'ARPAV di Vicenza. L'ARPAV di Vicenza durante le numerose ispezioni/**

verifiche effettuate presso lo stabilimento MITENI a partire dal luglio del 2013 (avvio della bonifica), vista anche la gravità dell'inquinamento emerso, **avrebbe dovuto immediatamente segnalare** (Autorità Giudiziaria ed enti competenti per la bonifica) **che la barriera idraulica non era stata allestita in quel momento dalla MITENI semplicemente "allineando" un filtro, ma era stata realizzata dalla ERM ITALIA nel 2005.**" (tutte le citazioni provengono dalla relazione NOE del 2018). Più avanti : "**Tra i comportamenti ingannevoli adottati dalla MITENI possiamo citare:**

- il tentativo di ricondurre l'inquinamento della falda riscontrato nel 2013 all'incidente verificatosi nel 1976, nonché alla gestione da parte di Rimar Chimica S.p.A., escludendo "in ogni caso" la possibilità di un contributo attuale alla riscontrata presenza nella falda delle sostanze nitroalogenidervati e PFOA (...);

- la comunicazione del 2005 finalizzata a dissimulare la vera finalità per cui era stata realizzata la barriera idraulica ..... In merito, dopo lo scoppio del caso Pfas del 2013 la MITENI ha tentato di indurre gli enti e organi di controllo a credere che la barriera idraulica fosse stata realizzata solo a seguito della bonifica avviata nel 2013;

- l'errata datazione dell'anno di cessazione di produzione del PFOA." (2011 dichiarato da Miteni anziché 2013 come emerso da documentazione reperita dal NOE).

Ancora più nette le conclusioni : se Arpav avesse segnalato immediatamente la situazione e si fosse preoccupata da subito di analizzare le acque dei pozzi barriera "la bonifica sarebbe potuta partire nel 2005".

Dal punto di vista giudiziario tale situazione favorisce la tesi di Miteni di non essere responsabile della "potenziale contaminazione" ma di ricondurla alle precedenti proprietà: Rimar dal 1964 al 1988; Miteni Srl ovvero Mitsubishi-Enichem dal 1988. Dopo diverse modifiche di ragione sociale nel 2009 la Mitsubishi ha ceduto le sue quote alla International Chemical Investors S.E. del Lussemburgo sotto la ragione sociale di Miteni Spa) che sosterrà di essere all'oscuro della situazione nell'ultimo passaggio proprietario nel 2009. (22)

Sarà il procedimento a far luce (speriamo) sulle responsabilità individuali e delle singole società.

### LA (NON) TUTELA DEI LAVORATORI

Nei documenti che abbiamo utilizzato per mettere insieme queste note dedicate alla realtà produttiva del sito di Trissino possiamo anche estrarre dei passaggi significativi sulla inerzia dei datori di lavoro che si sono succeduti per non garantire in pieno la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori. Uno dei testimoni afferma davanti al NOE che *“In tale contesto (iniziative di monitoraggio attivate nel corso del 2007, ndr) la DuPont ha rappresentato alla MITENI la preoccupazione in relazione all’esposizione da PFOA in tema di salute/sicurezza dei lavoratori. A riguardo, l’Ing. Fabris ebbe l’idea di realizzare il reparto produzione per fluorurati della MITENI in segregazione, proprio al fine di minimizzare e/o annullare i rischi per la salute del personale dipendente”* (Dr. Marco CRISTINI, responsabile del laboratorio controllo dal 2004 al 2008)

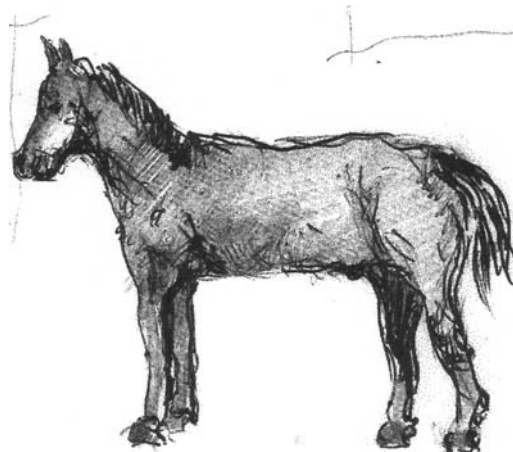
Era stato, inoltre, previsto il progetto di **« produzione originaria e migliorata di PFOA nell’area di progetto segregata - riconversione del reparto ECF474 »** del costo di €1.850.000, in questo caso, nel commento della citata voce di spesa veniva indicato: *«La pressione crescente dell’autorità europea/italiana per ridurre l’emissione di PFOA probabilmente andrà verso un limite DNEL di 2 ppm (contenuto PFOA nel siero dei lavoratori) - Questo fatto costringerà Miteni ad adottare un piano d’azione al fine di ridurre fortemente il contenuto di PFOA siero esposto. Il volume e la strategia verranno condivisi con i principali clienti inclusi i costi di investimento, sulla base di accordi aziendali ... »* (dalla relazione del NOE).

Gli studi epidemiologici sui lavoratori (23), citati in altri articoli di questo fascicolo, hanno fatto emergere una sovramortalità per tutte le cause dei lavoratori Miteni; dato considerato ancor più sorprendente anche in confronto di altri gruppi di lavoratori dell’industria chimica esposti a perfluorurati che evidenziano una tendenza opposta nel-

l’ambito dell’esposizione ad agenti chimici. Dalle indagini la percezione del rischio che emerge dai diretti interessati (lavoratori e organo di vigilanza) appare del tutto inadeguata e sottostimata.

I lavoratori prendono coscienza della propria esposizione (in termini di concentrazioni di PFAS nel sangue) solo dopo l’emergere pubblico della questione, dal 2013 anche se analisi periodiche su parte dei lavoratori erano iniziate nel 2000.

*“Negli anni, il professor Giovanni Costa, che ricopriva il ruolo prima di medico di fabbrica e poi di medico competente, ci ha sem-*



*pre riferito che la presenza nell’organismo di queste sostanze non dava particolari negative conseguenze per la salute “sola-*  
*mente” alcune alterazioni comportanti l’au-*  
*mento dell’acido urico e del colesterolo,*  
*risultate modeste e comunque non compro-*  
*mettenti lo stato di salute. A tale proposito il*  
*professor Costa adottava una specie di*  
*“procedura”, di “prassi”: ovvero, quando*  
*un lavoratore superava una determinata*  
*soglia di concentrazione di PFAS, questo*  
*veniva spostato d reparto e spesso sostituito*  
*con un altro operatore proveniente da altri*  
*impianti. “* (dalla Relazione della RSU Miteni alla Commissione regionale PFAS del 2.11.2017).(24)

Un caso esemplare di *“fiducia”* dei lavoratori nei confronti dei loro *“carnefici”*, nel caso specifico di un *“luminare”* (25).

Il NOE ricorda anche, a proposito del Dr. Giovanni Costa (che è stato consulente anche per la Solvay di Spinetta Marengo) che *“Da una sommaria analisi della docu-*

mentazione rinvenuta a seguito della citata perquisizione è emerso che il Prof. Giovanni Costa venne incaricato dalla MITENI in data 18/12/2000 di rappresentare la Miteri nello "APFO ad hoc-group" dell'APME, ovvero l'associazione dei produttori di materie plastiche in Europa. La parcella per tale prestazione era pari a Lire 30.000.000 annui. Pertanto, il Prof. Costa contemporaneamente ha svolto il ruolo di medico competente per la MITENI e ha rappresentato la medesima società nel corso dei meeting a cui partecipavano i maggiori produttori mondiali di Pfoa."

La mancanza di una azione collettiva, a partire dalla ricostruzione del ciclo produttivo e dell'esposizione del gruppo omogeneo (la cui storia è stata ampiamente riportata nel fascicolo 237-239 di questa rivista) ha avuto come risultato, anche in questo caso, la malattia e la morte operaia (e la perpetuazione dell'inquinamento).

Ma se i lavoratori possono disporre di una giustificazione per le difficoltà tecniche, culturali, politiche di partenza per arrivare a una piena coscienza della propria situazione e autoorganizzarsi per modificarla, non vi può essere giustificazione valida da parte dell'organo di vigilanza. "Quello che posso dire io è che di questa attività siamo stati organo di vigilanza, nel senso che noi avevamo il compito di essere informati su come l'azienda provvedeva a prevenire questi fattori di rischio e siamo stati regolarmente informati tramite relazioni annuali da parte del medico competente, con il quale abbiamo anche avuto degli incontri di approfondimento, non frequentissimi, e abbiamo avuto occasione di valutare la situazione degli ambienti di lavoro in occasione di sopralluoghi eseguiti per vari motivi, per verifiche relative all'igiene ambientale e per verifiche relative a eventi infortunistici, o per altri motivi, tipo un'indagine richiesta dalla Regione per fare delle verifiche sul sistema RIC, questo nel 2014.

**Nel corso di tutte queste occasioni di controllo abbiamo riscontrato un'adeguata gestione delle misure di prevenzione dei rischi e procedure di lavoro adeguate per quello che riguarda la prevenzione del contatto con le sostanze perfluorurate, che**

**sono state naturalmente sempre via via migliorate arrivando alla situazione attuale che prevede lavorazioni in confinamento con camere bianche, tutta una serie di procedure di sicurezza che sono in grado di ridurre al minimo la possibilità di esposizione. (...)**

Per quello che riguarda le condizioni di salute nel corso degli anni il medico competente non ha mai rilevato l'insorgenza di particolari patologie, in particolare di patologie connesse all'esposizione alle sostanze lavorative, I lavoratori periodicamente controllati sono sempre risultati tutti idonei, questa è la situazione attuale. **Noi abbiamo chiesto all'attuale medico competente di aggiornarci su quello che sta facendo adesso per il 2017 e ci ha tranquillizzati dicendo che non ha riscontrato nessuna situazione particolare di incidenza di patologie.**" (testimonianza dirigente SPI-SAL Vicenza riportata nella relazione finale della Commissione Parlamentare sul ciclo dei rifiuti, seduta del 14.02.2018).

La posizione dell'azienda è, appunto, "tranquillizzante": "Quello che mi hanno detto è che il reparto è stato interamente rifatto e infatti l'anno del rifacimento del reparto coincide proprio con il 2000-2001 ... è stato fatto da zero, è stato buttato giù e rifatto praticamente, concettualmente diverso, è stato riprogettato: mentre in precedenza le operazioni avvenivano - questo è quello che mi raccontano perché non le ho mai viste - con recipienti aperti, poi tutte le operazioni sono state condotte con recipienti chiusi in modo da avere un circuito chiuso su tutta la lavorazione. In particolare, quello che avevano individuato era la criticità dell'esposizione non tanto alla lavorazione del prodotto, ma alla solubilizzazione dello stesso, perché si trattava di solubilizzare in acqua della polvere e, da quello che mi hanno detto, il grosso dell'esposizione derivava appunto da questa polvere che era presente nell'ambiente di lavoro.

Dopo, nel 2000-2001 queste attività sono state interamente riprogettate in modo da poter utilizzare un circuito chiuso e, come dimostrano anche i risultati analitici nel sangue dei lavoratori, le concentrazioni sono progressivamente discese. Secondo il



nostro medico, era indicazione del fatto che non c'era più assimilazione della sostanza da parte dei lavoratori, ma che stavano progressivamente, nel corso degli anni, riducendo quello che avevano assimilato negli anni precedenti.” (audizione Davide Drusian alla commissione regionale 24.10.2017, questo dirigente è tra i rinviati a giudizio).

Eppure oggi vi sono lavoratori che segnalano che le condizioni di lavoro non erano così ottimali :

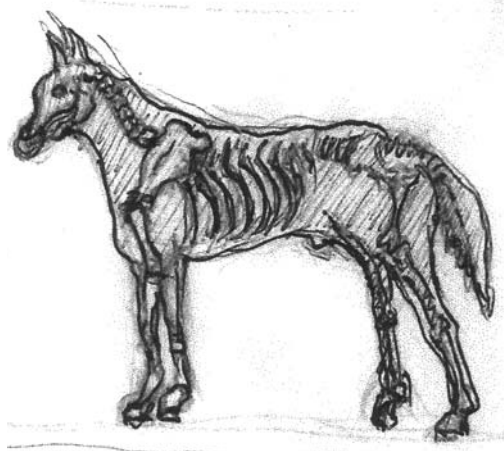
“In particolare le cristallizzazioni centrifugate e anche la salificazione che, ripetiamo, fino al 2004 veniva effettuate tutte a mano. Ciò causava che tutte le lavorazioni, in particolare quelle a caldo si svolgessero in un ambiente umido e polveroso, formandosi una sorta di aerosol contenente tutte le sostanze prodotte e di risulta delle lavorazioni che veniva respirato dagli operai. Erano disponibili delle maschere ma queste non venivano utilizzate stante la difficoltà di sopportare il calore soprattutto d'estate e la necessità di parlarsi tra colleghi e comunque nessuno veniva mai rimproverato per queste mancanze. Anzi i superiori continuavano a ripetere che il prodotto era del tutto innocuo e non causava nessun danno.”

Solo nel 2017, a seguito del sopralluogo congiunto NOE – SPISAL di Venezia emerge che «I documenti aziendali di valutazione dei rischi evidenziano operazioni critiche per rischio espositivo a PFOA e PFOS. L'attività di verifica dell'efficacia delle misure di prevenzione del rischio adottate, a causa di un'errata procedura di valutazione, non ha consentito il riconoscimento degli effettivi livelli di rischio da esposizione a PFOA per i lavoratori dei reparti “Celle Elettrochimiche” e “Purificazione Perfluorurati”. Di conseguenza l'azienda non ha preso misure conseguenti di riduzione del rischio, come previsto dalle normative vigenti, salvo per un breve periodo, nel 2008, con l'adozione di un ambiente segregato per le lavorazioni.

(...) Anche la scarsa valorizzazione del notevole accumulo dei tossici nell'organismo degli esposti verificatori nell'ultimo decennio è andato nel senso della sottova-

lutazione dei livelli di rischio.

**Un corretto approccio, avrebbe potuto orientare l'azienda ad adottare le misure specifiche di protezione e di prevenzione secondo l'ordine di priorità previsto dalla normativa, privilegiando la progettazione di appropriati processi lavorativi e controlli tecnici e di appropriate misure organizzative e di protezione collettive alla fonte del rischio, con ad esempio interventi più efficaci di segregazione dei cicli di lavoro, come del resto l'azienda stessa indica nelle schede dati di sicurezza autoprodotte, o di maggiore efficienza dei sistemi di aspira-**



**zione localizzata, rispetto all'adozione dei DPI e della sorveglianza sanitaria.**

**Una tale politica avrebbe potuto limitare la dose di esposizione dei lavoratori a sostanze pericolose non consentendone un così forte accumulo nelle matrici biologiche”.** (dalla relazione redatta il 30/11/2017 dallo SPISAL dell'AULSS 3 Serenissima di Venezia).

Valutazioni oramai fuori “tempo massimo”.

Come pure lo sono quelle dell'impresa : “Vogliamo ricordare che Miteni ha svolto **centinaia di controlli** sulla **sicurezza** e la salute dei lavoratori che si sommano agli oltre **duecento** controlli da parte di enti e istituzioni documentati con verbali e atti, solo negli ultimi due anni. Lo **stabilimento Miteni** e la **salute** dei suoi lavoratori sono tra i più controllati in Italia ormai da molto tempo. Miteni ha dimostrato coi fatti grande attenzione alla sicurezza e alla salute come documentano in modo chiaro i dati e

*i valori degli ingenti investimenti effettuati.” (comunicato stampa Miteni, 5.10.2018).*

## **IL PROCESSO**

Gli imputati al processo iniziato il 11.11.2019 sono rappresentativi di una platea internazionale, indice della importanza delle produzioni i cui impatti ambientali sono oggetto del procedimento (in funzione del periodo di esercizio di funzioni societarie):

- HOSODA Maki (*Business manager — Fluoro Fine Chemicals Team* della Mitsubishi Corporation) controllante Miteni fino al 5/2/2009;

- ITO Kenji (*Business manager — Fluoro Fine Chemicals Team* della Mitsubishi Corporation);

- KIMURA Naoyuki (*General manager — Fine Chemicals Unit della Mitsubishi Corporation*); presidente del C.d.A. di Miteni s.p.a. e consigliere di Miteni s.p.a. per periodi diversi;

- SUETSUNE Yuji Presidente dal 2003 al 2006 del C.d.A. di Miteni s.p.a. e Business Manager, Fluoro Fine Chemicals Team di Mitsubishi Corporation;

- SCHNITZER Patrick Hendrik, Amministratore Delegato dell'INTERNATIONAL CHEMICAL INVESTORS S.E. (ICIG) società proprietaria del 100% delle quote di INTERNATIONAL CHEMICAL INVESTORS ITALIA 3 HOLDING S.r.l., controllante di diritto di Miteni s.p.a. dal 5/2/2009 alla data del fallimento (9/11/2018);

- RIEMANN Achim Georg Hannes componente del Consiglio di Amministrazione dell'INTERNATIONAL CHEMICAL INVESTORS S.E. (ICIG);

- SMIT Alexander Nicolaas Presidente del C.d.A. di Miteni s.p.a.;

- MC GLYNN Brian Anthony Presidente del C.d.A. MITENI poi Amministratore Delegato di Miteni s.p.a. con delega specifica in materia di ambiente e sicurezza;

- GUARRACINO Luigi, direttore operativo Miteni S.p.a. e A.D. Miteni s.p.a. per periodi diversi con delega in materia ambiente e sicurezza nonché procuratore con delega specifica in materia di scarichi idrici dal 24/4/2012 alla data del fallimento

(9/11/2018);

- FABRIS Mario direttore tecnico di Miteni s.p.a. e Procuratore di Miteni s.p.a. con delega in materia di ambiente e sicurezza;

- DRUSIAN Davide Procuratore di Miteni s.p.a. con delega per le responsabilità ambientali alla data del fallimento (9/11/2018);

- COGNOLATO Mauro Procuratore di Miteni s.p.a. con delega per le responsabilità ambientali in un periodo;

- MISTRORIGO Mario Procuratore di Miteni s.p.a. con delega in materia di ambiente e sicurezza dal 3/4/1996 al 25/11/2010.

Non si può non notare la presenza di Guarracino Luigi, tra i dirigenti Solvay condannati per il disastro ambientale degli impianti di Spinetta Marengo e “prescritto” nell’ambito del procedimento agli ex dirigenti Montedison per le contaminazioni ambientali degli impianti di Bussi sul Tirino.

Allo stesso modo si può notare l’assenza del medico competente e dei rappresentanti degli enti preposti al controllo nonostante i rilievi del NOE sopra ricordati.

Le motivazioni del rinvio a giudizio sono riassunte come segue nel rispettivo decreto: “*dopo che erano stati dispersi nel suolo e sottosuolo del sito vari composti chimici tra cui anche e soprattutto composti caratteristici della produzione di Rimar — Miteni e ciò a causa sia dell’interramento di rifiuti e scarti di lavorazione sia delle carenti modalità adottate per lo smaltimento dei residui di lavorazione sia della carente tenuta degli impianti dopo che tale situazione era stata ripetutamente rilevata negli studi ambientali commissionati da Miteni ai propri consulenti (Ecodeco, Ingeo e Erm Italia) che avevano evidenziata la significativa presenza nelle matrici suolo e acque dei composti BTF, alluminio, ferro, manganese, dicloropropano, cloroformio, tetracloroetilene, tricoloroetilene, pfass e altri; la alterazione oltre che analitica anche visiva del sottosuolo; la presenza di materiale anomalo nel sottosuolo; lo sfioramento dei valori tollerati dalla normativa per vari composti normali (quali alluminio, ferro, manganese, dicloropropano, cloroformio, tetracloroetilene, tricoloroetilene, esaclorobenzene, DDT) e dei valori*

determinati mediante studi di assimilazione ovvero ricerche di letteratura scientifica e di legislazione e linee guida internazionali per le sostanze non normate; uno stato di contaminazione di tutta l'area industriale e la progressiva propagazione dei contaminanti anche alle acque sotterranee e superficiali, avvelenavano le acque di falda e superficiali insistenti sotto il sito e nelle sue vicinanze:

1. omettendo di dare avvio alle procedure previste dal d.lgs. 22/97 e dal DM 471/99 per le ipotesi di sito inquinato e di pericolo concreto e attuale di inquinamento (in particolare art. 17 d.lgs. 22/97 e art. 7, 8 e 9 DM 471/99);

2. omettendo di dare avvio alle procedure previste dal d.lgs. 152/06 per il caso di rilevata presenza di sostanze non normate nonché per il caso di superamento delle soglie previste per le sostanze normate;

3. omettendo di attivare le procedure previste dal d.lgs. 152/06 (art. 242 e segg.) che possa contaminare un sito o in caso di contaminazioni storiche che potrebbero comportare rischi di peggioramento della situazione di contaminazione;

4. tenendo nascosti dati e circostanze rilevanti che dovevano essere comunicati ai competenti organi pubblici (quali ad esempio la creazione di una barriera idraulica con finalità di contenimento della contaminazione, le successive implementazioni della stessa, l'attivazione di procedure finalizzate a contenere la contaminazione, il verificarsi di episodi di sversamento di sostanze nel terreno) e al contrario inducendo i consulenti nominati per le verifiche ambientali a rivedere e a ridimensionare la portata delle affermazioni contenute negli studi di volta in volta commissionati;

5. comunque omettendo di attivarsi ovvero di attivarsi adeguatamente, pur in presenza di accertata diffusione dal sito Miteni all'ambiente circostante di sostanze qualificate come pericolose per la salute quali i pfass, al fine di prevenire l'aggravarsi di tale diffusione e ciò anche in violazione del principio di precauzione di cui all'art. 3 ter d.lgs. 152/06.

Con tali condotte consentivano la propagazione protratta per anni dei contaminanti

sopra indicati nelle acque della falda sottostante e nelle acque superficiali così rendendole pericolose per la salute pubblica in ragione del riscontrato elevato bioaccumulo dei contaminanti PFAS-PFOA nella popolazione esposta (con valori sierici rilevati ampiamente superiori ai c.d. valori obiettivo di esposizione interna) con conseguente aumentata incidenza di effetti sanitari indesiderati quali l'aumento di livello del colesterolo nel siero umano. In Trissino nei periodi per ciascuno indicati e comunque sino al 23/7/2013.”

Da qui le ipotesi di reato relative al disastro



(ambientale) innominato (art. 434 c.p.) e avvelenamento di acque con l'aggravante del concorso di più persone.

Nelle imputazioni non vi sono aspetti direttamente riguardanti il rispetto delle autorizzazioni (come l'idoneità delle stesse autorizzazioni), il riconoscimento del danno ambientale, la gestione dei rifiuti (26) e il mancato rispetto delle norme in tema di sicurezza e igiene del lavoro.

Manca inoltre la "motivazione" di tali comportamenti che, a nostro avviso, sono riconducibili a quelli che l'allora PM Felice Casson, dopo l'elenco delle imputazioni per l'oramai storico processo di Porto Marghera, suggellava come segue: "con l'aggravante del futile motivo: il profitto".

Possiamo agevolmente prevedere su quali filoni le difese cercheranno di portare il dibattito e sfiancare pubblico ministero e parti civili:

- La responsabilità sono di Rimar (e quindi risalgono agli anni '70) o comunque delle

imprese che hanno gestito le produzioni e il sito prima (l'ultima proprietaria la ICIIG 3 Holding Italia Srl aveva preannunciato un'azione contro la Mitsubishi).

- Non essendoci limiti non vi erano obblighi, quando i limiti sono stati definiti abbiamo fatto di tutto per rispettarli e li abbiamo rispettati.

- Nessuna violazione (ambientale e/o di sicurezza/igiene del lavoro) è stata riscontrata dagli enti preposti.

- La tossicità dei PFOA/PFOS non è così tragica, l'unico aspetto "certo" è l'aumento del colesterolo (quindi nulla di preoccupante), è emersa solo negli ultimi anni e si è proceduto a sostituirli con i PFAS a catena corta.

- La tossicità dei PFAS a catena corta è ancora in discussione.

Su alcuni di questi aspetti abbiamo ora un "precedente" positivo rappresentato, da ultimo, dalla sentenza della Corte di Cassazione del 12.12.2019 sul caso di Spinetta Marengo.

#### Note

1. Decreto della Giunta Regionale del Veneto n. 138 del 30.10.2007 "Ditta Miteni Spa con sede legale in via Mecenate 90, Milano e ubicazione integrata ambientale provvisoria punti 4.1f, 4.2b e 4.2d dell'Allegato I del Dlgs 18 febbraio 2005 n. 59". Nel decreto si precisa che l'atto è "un provvedimento amministrativo con carattere provvisorio e di natura puramente ricognitiva", una provvisorietà durata 7 anni ....

2. Decreto del Direttore del Dipartimento Ambiente n. 39 del 30.07.2014 "Ditta Miteni Spa, con sede legale in Loc. Colombara 91 a Trissino (VI) e ubicazione impianto in Loc. Colombara 91 a Trissino. Autorizzazione Integrata Ambientale 4.1f, 4.2b e 4.2d dell'Allegato VIII, parte II del Dlgs n. 152/2006".

3. Commissione d'inchiesta per le acque inquinate del Veneto in relazione alla contaminazione di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) "Relazione finale, in esecuzione del mandato conferito alla Commissione d'inchiesta per le acque inquinate del Veneto in relazione alla contaminazione di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)", luglio 2018.

4. Comando Carabinieri per la Tutela Ambientale Nucleo Operativo Ecologico di Treviso "annotazione di polizia giudiziaria conclusiva (ex artt. 357 co. 1 c.p.p., 115 norme att. c.p.p.) degli accertamenti svolti in ordine alla delega di indagine emessa dall'A.G. di Vicenza (PPMM. Dr.ssa Barbara De Munari e Dr. Hans Roderich Blattner) in data 13/03/2017 nell'ambito del proc. pen. n.

Medicina Democratica si è costituita nel processo e cercherà di far valere, anche con apporti tecnici dedicati, le ragioni delle popolazioni e dei lavoratori per evitare che gli imputati possano "svicolare" rispetto alle loro responsabilità.

Nel contempo si è aperta la questione della bonifica del sito (oltre le misure di sicurezza parziali di messa in sicurezza operativa di emergenza e quelle relative al trattamento e/o approvvigionamento di acqua potabile) che sarà uno dei temi centrali che il procedimento dovrà "risolvere" in termini di responsabilità e quindi di obblighi di intervento, i consulenti aziendali, nel 2008, stimavano i costi di bonifica tra i 12 e i 18 milioni di euro (al netto della demolizione degli impianti). Questo aspetto, unitamente agli interventi per garantire acqua potabile salubre per tutte le popolazioni esposte (come per le produzioni agroalimentari), sarà sicuramente al centro delle attenzioni e delle iniziative dei comitati locali nei prossimi mesi.

1943/16 RGNR, relativa all'inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle province di Vicenza, Padova e Verona", 9.07.2018.

5. Decreto della Giunta Regionale del Veneto n. 110 del 31.10.1990 "DPR 24.5.1988 n. 203 - art. 12 e 13. Ditta Miteni Srl via Caboni 3, Cagliari. Autorizzazione per impianto chimico sito in Comune di Trissino (VI), località Colombara 91 alla continuazione delle emissioni". Una coincidenza l'allora sede legale nelle vicinanze della Fluorsid ??

6. Il benzotrifluoruro (CAS 98-08-8) è una sostanza "abbandonata" (o meglio, inattiva) da almeno 10 anni in termini produttivi in Europa vi è un unico "registrante" nell'ambito del regolamento REACH (la società Sigma Aldrich) comunque entro le 10 t/a o come intermedio va segnalato che le registrazioni sono recenti, del 2019, sembrano pertanto indicare un rinnovato interesse per la sostanza. La sintesi è basata sulla reazione tra acido fluoridrico e fenilcloroformio.

7. Quello esistente, ad umido, "vista anche la previsione di incrementi produttivi dei processi a monte, risulta strutturalmente obsoleto ed al limite delle capacità di trattamento" (v. Parere 01/0397 del 20.03.1997 della Commissione Tecnica Provincia (Vicenza) per l'Ambiente.

8. ARPAV "Contaminazione da PFAS - Studio preliminare sulla presenza nella matrice aria - Periodo di riferimento: anno 2017".

9. Campioni prelevati a fine 2007 denominati "acqua AVS" (quindi scarichi in fognatura) indicano concentrazioni di APFO fino a 28.400

microg/l (28.400.000 ng/l). V. relazione NOE 2018.

10. Questi valori (allo scarico) risultano più restrittivi rispetto ai limiti successivamente introdotti con il d.m. 6.07.2016 pur essendo quest'ultimo riferito alla introduzione di standard di "buona qualità chimica" di acque destinate anche all'uso potabile.

11. ARPAV "Analisi sulle Fonti di Pressione Ambientale, Collettore consortile ARICA, Sistema dei cinque depuratori, Ditta MITENI S.p.A. - Periodo di riferimento: 25/06/2013 - 04/05/2016". I cinque depuratori sono quelli di Arzignano, Montecchio Maggiore, Montebello Vicentino, Lonigo e Trissino.

12. Il tema generale degli EOW (End of Waste) ha avuto una accesa discussione nel corso del 2019, dalla introduzione di limiti alle autorizzazioni "caso per caso" da parte degli enti locali (in assenza di regolamenti europei o nazionali) per effetto di una sentenza del Consiglio di Stato, alla rivolta delle imprese del recupero spalleggiate da diverse associazioni ambientaliste come Legambiente, fino a un recente compromesso normativo. Sul tema si veda <https://www.medicinademocratica.org/wp/wp-admin/post.php?post=8550&action=edit>.

Questa situazione è una di quelle difese a spada tratta in modo "bipartisan" e senza un approfondimento sui casi concreti.

13. La "Ricerca MARzotto" venne fondata da Gaetano Marzotto nel 1964. Dal 1968 nella sede attuale.

14. In un altro passaggio si riportano le conclusioni di uno studio di una consulenza Miteni del 2012: "In particolare nel 1976 si è verificata una vasta contaminazione delle acque di falda dovuta a massicci sversamenti al suolo di soluzione residue delle attività di sintesi relative ai processi produttivi di nitroalogenoderivati e di perfluorurati. L'area coinvolta dallo scarico al suolo dei reflui (indicata approssimativamente in corrispondenza dell'area di stoccaggio e deposito e del reparto nitroalogeno-derivati) è stata scavata nelle parti più superficiali senza realizzare interventi nelle zone più profonde, che sicuramente sono state coinvolte dalla contaminazione che ha raggiunto la falda. La non biodegradabilità di molti dei composti ha probabilmente mantenuto inalterata nel tempo la loro presenza determinandone una graduale lisciviazione. Un ulteriore elemento di criticità va segnalato in riferimento ai reflui derivanti dalle attività produttive e canalizzati verso lo scarico nel torrente Poscola (cfr. cap. 4.1.4.). Solo nel 1977 è stato realizzato il primo impianto di trattamento chimico-fisico delle acque che inizialmente, comunque, non consentiva di ridurre le concentrazioni di BTF e PFAS presenti in uscita dai processi produttivi (si parlava infatti solo di neutralizzazione acida). Solamente in un secondo momento il sistema è stato implementato con l'impianto a carboni attivi atto a ridurre le concentrazioni in uscita dei

composti fluorurati. Si ritiene che precedentemente i reflui fossero inviati allo scarico con elevate concentrazioni dei vari contaminanti provocando sia effetti sulle acque fluviali che nelle acque di falda per gli eventi permeazione in falda." (dalla relazione NOE, 2018).

15. IRSEV "Studio geologico e chimico dell'inquinamento della falda acquifera nei Comuni di Montecchio M., Creazzo, Sovizzo e Altavilla V." giugno 1979.

16. I consulenti aziendali comunque segnalano la presenza elevata di altre sostanze problematiche: i "risultati analitici delle acque mostrano la presenza dei seguenti superamenti dei limiti previsti dal DM 471/99 per le acque sotterranee - Alluminio (MW2, Pozzo B); - Ferro (MW1, MW2, Pozzo B, Pozzo C, Pozzo 1); - Manganese (Pozzo B); - 1,2 dicloropropano (Pozzo A, Pozzo 2, Pozzo 3); - cloroformio (Pozzo A, Pozzo 2, Pozzo 3); - tetracloroetilene (Pozzo A, Pozzo 2, Pozzo 3); - trichloroetilene (Pozzo A); - esaclorobenzene (Pozzo B)." (dalla relazione ERM Italia, 2004).

17. "È interessante notare come le concentrazioni in falda e in acqua superficiale seguano lo stesso andamento, suggerendo un'origine comune da scarichi in acqua superficiale e scambio tra falda e acqua superficiale in aree di ricarica (corrispondente alla fascia a cavallo dell'autostrada). Valutando criticamente questi dati, si suggerisce perciò di approfondire, anche con l'aiuto degli enti e agenzie territoriali, l'origine di queste sostanze in falda e la possibilità di mettere a punto misure di contenimento e trattamento per queste sostanze che costituiscono un rischio potenziale per la popolazione residente." (dallo studio ISS del 2013, citato).

18. A titolo d'esempio riportiamo un passo della relazione NOE del 2018 "il rapporto della ERM ITALIA del 2008 non lascia alcun dubbio. La Miteni era stata informata che la barriera idraulica non era sufficiente e che vi era il rischio di fuoriuscita all'esterno del sito delle acque di falda contaminate. Inoltre, la ERM ITALIA informava la MITENI che tale situazione (anche in considerazione dei superamenti riscontrati) richiedeva l'invio della comunicazione agli enti ex art. 242 del D.Lgs. 152/2006 per l'avvio del procedimento di bonifica."

19. Relazioni tecniche "Valutazione delle caratteristiche idrogeologiche nell'area dell'insediamento produttivo MITENI Spa di Trissino", ottobre 2012; "Valutazione della vulnerabilità della falda acquifera e del rischio di contaminazione della stessa nell'ambito dello stabilimento Miteni SpA" marzo 2013; "Piano di Caratterizzazione Ambientale dello stabilimento della Miteni SpA, ai sensi del D.lgs 152/06 e s.m." ottobre del 2013.

20. "A partire dal 26 agosto 2013 il monitoraggio è stato esteso anche ai seguenti composti: cloroformio, trichloroetilene, tetracloroetilene e 1,2-dicloropropano. I risultati (tabelle e grafici) con l'andamento delle concentrazioni e l'efficienza dei carboni sono riportati nella relazione elabo-

rata dalla Miteni del 09/10/2013. Le varie sostanze oggetto di trattamento sono state raggruppate nelle seguenti famiglie:

PFOA = Acido Perfluorottanoico espresso come Perfluorottanoato di Ammonio

PFOS = Acido Perfluorottansolfonico

PFAS= sommatoria di Acido Perfluorobutanoico, Acido Perfluoropentanoico, Acido Perfluoroesanoico, Acido Perfluoroeptanoico, Acido Perfluorooctanoico, Acido Perfluorononanoico, Acido Perfluorodecanoico, Acido Perfluorobutansolfonico, Acido Perfluoroesansolfonico, Acido Perfluorooctansolfonico,

Derivati BTF: sommatoria di 1,3-esfluoro-xilene, 4-cloro-benzotrifluoruro, 2,4-diclorobenzotrifluoruro, 3,4-dicloro-benzotrifluoruro

Derivati Ammino-BTF: sommatoria di 3-ammino-benzotrifluoruro, 4-cloro-3-amminobenzotrifluoruro, Derivati Nitro-BTF: sommatoria di 3-nitro-benzotrifluoruro, 4-cloro-3-nitrobenzotrifluoruro, 4-cloro-3,5-dinitro-benzotrifluoruro, 2,4-dicloro-5-nitrobenzotrifluoruro, 2,4-dicloro-3,5-dinitro-benzotrifluoruro

Solventi clorurati: cloroformio, tricloroetilene, tetracloroetilene, 1,2-dicloro propano (...)" (dalla relazione NOE del 2018).

21. ARPAV - relazione redatta nel maggio 2018 "Valutazioni sull'evoluzione degli inquinamenti da PFAS e BTFs nella falde acquifere dell'ovest vicentino".

22. Dal contratto di acquisto del 9.12.2008 : «4. **Il prezzo totale di acquisto delle Azioni di vendita dovrà essere pari ad Euro 1**, senza alcuna rettifica di prezzo e, pertanto, senza pregiudizio sull'impatto delle deviazioni rispetto all'obiettivo di Capitale Circolante Commerciale dopo la conclusione, come stabilito nella clausola 5.3 di seguito (...).7. **GARANZIE / 7.4 RIMEDI DELL'ACQUIRENTE**

L'Acquirente riconosce di non essere stato indotto a sottoscrivere il presente Contratto e che non è in relazione con il presente Accordo o il suo oggetto si basa su alcuna dichiarazione, garanzia, promessa o garanzia da parte dei Venditori o di qualsiasi altra persona, salvo per quelli contenuti nel presente Accordo. In particolare, l'Acquirente riconosce e accetta che **i Venditori non forniscono alcuna garanzia rispetto, senza limitazioni:**

**(A) ai locali, comprese eventuali problematiche ambientali correlate;**

**(B) qualsiasi problematica ambientale relativa alla Società" (...).** In pratica il costo di acquisto è pari al debito che viene trasmesso al nuovo proprietario e pari a 17,6 milioni di euro.

23. Studi a cura del Dr. P. Girardi e Dr. E. Merler "Valutazione degli effetti a lungo termine sulla salute dei dipendenti di un'azienda chimica che ha prodotto intermedi per l'industria agroalimentare, l'industria farmaceutica e derivati per-

fluorurati (PFOA, PFOS)" del 20 marzo 2017. Valutazione della mortalità di addetti alla produzione di fluorurati di sintesi, comprensivi di PFOA e PFOS", 05/04/2018; "Relazione intermedia del progetto "Valutazione della biopersistenza e dell'associazione con indicatori dello stato di salute di sostanze fluorurate (benzotrifloruri, perfluorurati, fluoro mammine)", in addetti alla loro produzione", giugno 2018.

24. Si confronti tale "approccio" con l'obbligo di legge, sintetizzato all'art. 224 del dlgs 81/2008: "... I rischi derivanti da agenti chimici pericolosi devono essere eliminati o ridotti al minimo mediante le seguenti misure: a) progettazione e organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro;

b) fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e relative procedure di manutenzione adeguate; c) riduzione al minimo del numero di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti; d) riduzione al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione; e) misure igieniche adeguate;

f) riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione; g) metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici."

25. Il Prof. Giovanni Costa è stato medico competente storico della MITENI (dal 1989 al 31/12/2016) e dal 2007 al 2017 ha ricoperto la carica di Professore Ordinario di Medicina del Lavoro all'Università degli Studi di Milano e di Direttore del Dipartimento di Medicina Preventiva e Direttore dell'U.O.C. Medicina del Lavoro presso il Dipartimento di Medicina Preventiva della Fondazione IRCCS "Ca' Granda - Ospedale Maggiore Policlinico" di Milano.

26. La produzione di fanghi dalla depurazione degli scarichi come pure delle peci fluorurate ha determinato negli anni il loro smaltimento in discariche non ancora pienamente individuate e con effetti non ancora idoneamente studiati.

La relazione ARPAV del 2016 ha individuato almeno 10 discariche dislocate in diverse province del Veneto con valori elevati di PFAS ed esattamente: " PFOA + PFOS: in 19 campioni il percolato presenta valori tra 5.000 e 50.000 ng/l (9 VR, 5 TV, 4 VI, 1 BL) e in 7 supera i 50.000 ng/L (3 VI, 2 VR, 1 TV, 1 RO); Somma Altri PFAS: in 43 campioni il percolato presenta valori tra 5.000 e 50.000 ng/l (14 VR, 13 VI, 5 TV, 4 VE, 3 PD, 2 RO, 2 BL) e in 13 supera i 50.000 (5 VI, 4 VR, 3 TV, 1 RO)." ARPAV "Programma di controllo delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nelle fonti di pressione della Regione Veneto. Anno 2016" .

# Dalla “brace” della produzione di composti fluorurati organici alle padelle in teflon

di Marco CALDIROLI\*

La vicenda delle produzioni della società River Spa di Podenzano (PC) permettono di trattare diversi aspetti legati ad una delle applicazioni dei composti organici fluorurati:

- Il tema della produzione di oggetti destinati a venire a contatto con gli alimenti e quindi i rischi di rilascio negli stessi di composti chimici indesiderati nel tempo e a fronte di sollecitazioni importanti (cicli di cottura).
- Il tema degli impatti ambientali della attività di polimerizzazione, fissaggio e stampa (solventi organici) per la produzione di tali oggetti e l'efficacia delle azioni della popolazione esposta.
- Il tema più generale delle procedure autorizzative e dell'atteggiamento degli enti pubblici rispetto agli impatti industriali e, nello specifico, al tema dell'emissione di solventi organici volatili (VOC). (1)

## FLUORURI E OGGETTI A CONTATTO CON GLI ALIMENTI (MOCA)

I “MOCA” sono i *Materiali e Oggetti a Contatto con gli Alimenti*, la normativa in proposito ha avuto una evoluzione a partire dal DM 21.03.1973 fino ai vigenti regolamenti UE che includono le “*Buone Pratiche di Produzione*” (acronimo in inglese, GMP).(2)

In linea generale il Regolamento stabilisce che tutti i MOCA devono essere prodotti in modo tale che, in condizioni d'impiego normale o prevedibile, non trasferiscano agli alimenti componenti in quantità tale da:

- costituire un pericolo per la salute

umana;

- comportare una modifica inaccettabile della composizione dei prodotti alimentari;
- comportare un deterioramento delle loro caratteristiche organolettiche.

I materiali oggetto del regolamento e delle norme nazionali sono: materie plastiche, gomma, cellulosa rigenerata, carta e cartone, vetro, acciaio inossidabile. Altri materiali sono oggetto di provvedimenti nazionali specifici come: banda stagnata, banda cromata verniciata, ceramica e alluminio. Sia chiaro, non si pensi solo agli imballaggi e/o ad oggetti di uso in cucina ma anche a macchine per la produzione alimentare, serbatoi per il trasporto e qualunque altro oggetto il cui utilizzo implica un contatto con alimenti (acqua inclusa).

La vigilanza sulla applicazione delle norme, oltre agli organi nazionali (in Italia, il Ministero della Salute), è svolta dalla Autorità di Sicurezza sugli Alimenti (EFSA), organo tecnico che, su richiesta delle autorità nazionali, valuta i materiali a contatto con gli alimenti, definisce e propone norme tecniche.

Anche in questo caso, come in molti altri ove ci si confronta con limiti “legali” di esposizione, il dibattito sulla liceità di esporre persone a sostanze aventi proprietà pericolose ad un livello considerato tale da non determinare un pericolo per la salute è oggetto di un confronto che non può avere un punto “definitivo” nemmeno sotto il profilo “tecnico”. Gli interessi produttivi da un lato e le esigenze di tutela delle persone (che nella maggior parte dei casi non hanno modo di rappresentarsi da sé ma vengono “rappresentate” dalle istituzioni)

\**Medicina Democratica Onlus Sezione di Castellanza, (VA).*

*Si ringrazia per le informazioni utili alla stesura di questo testo:*

- *Angela BONANNO; Comitato Abitanti Località Colombaia – Podenzano (PC)*
- *Avv.ti Lauretta ALBERTI, Rosarita MANNINA; difensori del Comitato Abitanti Località Colombaia.*

si scontrano e nel confronto che ne segue gli aspetti “*tecnico-scientifici*” (come ad esempio la definizione di concentrazioni di non effetto per sostanze pericolose) non hanno una connotazione “*neutra*”. Basti pensare alle sostanze cancerogene, mutagene, teratogene come pure di sostanze ad elevata cumulabilità nell’ambiente e gli interferenti endocrini, sostanze per le quali la “*quantità*” di esposizione in un dato momento è secondaria rispetto alla esposizione in sé e la durata dell’esposizione è un “*modulatore*” determinante del rischio.

In questo contesto è importante che le decisioni possano essere continuamente riviste sia a fronte di nuove conoscenze scientifiche sia in relazione a opportunità sociali. Non è un caso, infatti, che le restrizioni di cui è oggetto proprio il PFOS (direttiva 2006/122) comprendano il “*principio*” per cui “*l’utilizzo dei PFOS sia gradualmente abbandonato non appena l’uso di alternative più sicure divenga tecnicamente ed economicamente praticabile*” (una frase che riassume il dilemma delle istituzioni di fronte alle spinte in direzione contrapposte che i “*limiti*” sollevano).

Pertanto, rimanendo nel campo della normativa MOCA, un elemento importante è la individuazione della “*quantità*” di trasferimento di sostanze contenute negli oggetti a contatto con gli alimenti tali da non determinare pericolo per la salute o modifiche nella composizione degli alimenti stessi (una sorta di “*TLV*” professionale trasferito agli oggetti a disposizione dei consumatori) avendo ben presente l’incertezza connessa con le attuali modalità per giungere a quantificare questa soglia e il significato ambientale e/o sanitario correlato.

Per avere informazioni idonee per valutare questo aspetto (rimaniamo nel campo dei polimeri), occorre “*mettere assieme*” oltre alle norme già citate alcune norme europee ed in particolare :

- la direttiva 2002/72 relativa ai materiali e agli oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari;
- il successivo regolamento 10/2011 che ha sostituito la direttiva sempre con riferimento ai materiali e agli oggetti di materia

plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari.

In sintesi la direttiva 2002/72 conteneva un elenco “*positivo*” (autorizzato) di materiali (monomeri) e additivi contenuti nelle materie plastiche destinate ad entrare in contatto con gli alimenti definendo altresì limiti di migrazione specifiche.

Tra questi, per il tema che ci occupa, figura il politetrafluoroetilene (PTFE) con un LMS (limite di migrazione specifico) pari a 0,05 mg/kg di alimento (equivalenti a 50 ng/g di alimento), i PFAS invece non erano inclusi in questa lista “*positiva*”.

Il regolamento 10/2011, di pari oggetto, nel confermare il PTFE ha aggiunto anche alcuni PFAS per i quali non vengono definiti dei limiti ma delle restrizioni d’uso come segue:

- Per l’Acido perfluorooctanoico (PFOA) non viene definito un limite di migrazione ma viene indicata una restrizione d’uso o meglio un uso specifico consentito : “*Da utilizzarsi unicamente negli oggetti a uso ripetuto, sinterizzati ad alte temperature*” che è proprio il caso delle padelle (della River). Il motivo è la presunzione che le alte temperature durante la produzione garantiscano una polimerizzazione completa o comunque che un numero “*significativo*” di molecole del PFOA non possano rimanere libere di migrare dal polimero al cibo.
- L’Acido perfluoroacetico e derivati non possono essere utilizzati nella formazione di fluoropolimeri in concentrazioni superiori a 0,5 % in peso e comunque devono essere trattati a temperature pari a superiori a 340 °C.
- Gli Acidi perfluoropropionici possono essere utilizzati nella formazione di fluoropolimeri solo se trattati a temperature pari o superiori a 265 °C.

Per dare una idea concreta i produttori di padelle in Teflon consigliano di non superare i 260 °C nell’uso.

Si rammentano alcune condizioni d’uso casalinghe e le relative temperature:

- Ebollizione dell’acqua = 100 °C;



- Intervallo di cottura in forno di biscotti, torte ecc = 160-200 °C
- Intervallo di temperatura per saltare la carne in padella – 200-240 °C
- Arrostitimento pollame/verdure = 230 °C
- Cucina alla griglia = 260 – 290 °C

Secondo l'EFSA, per rimanere al tema che ci interessa, *“Il cibo potrebbe contaminarsi durante i processi di produzione e/o la cottura a causa del contatto con pentolame trattato che può rilasciare PFAS. Tuttavia, (...) per i rapidi cambiamenti nella tecnologia di produzione alimentare a livello industriale, ci si può aspettare che la contaminazione da lavorazione, imballaggio o cottura sia stata di minore importanza per l'esposizione umana totale a determinati PFAS negli ultimi anni”* (comunque prima del 2005) (3).

In altri termini EFSA ritiene che il rilascio nel cibo di fluorurati contenuti nei rivestimenti delle padelle dia un contributo ridotto rispetto all'esposizione diretta a cibo contaminato per fattori ambientali (in particolare il pesce) ovvero legato a rilasci industriali in fase di sintesi e/o di utilizzo industriale come nel caso trattato delle produzioni Rimar/Mitenti.

A maggiore rischio è invece considerata la cessione di PFOA e altri PFAS nel caso di carte trattate come quelle utilizzate per contenere pop corn da scaldare in microonde come rilevato dalla Food and Drugs Administration (FDA), l'equivalente dell'EFSA negli USA.

Dalle considerazioni di EFSA sono derivate le restrizioni e i limiti di utilizzo per alcuni PFAS nell'ambito della normativa MOCA.

E' da notare che le concentrazioni di PFOA rilevate nel cibo cotto con oggetti rivestiti in PTFE sarebbero nell'ordine del ng/g (caso peggiore rilevato 17 ng/g di alimento) ovvero considerati bassi (rispetto al limite indicato di 50 ng/g) e dovuti alle alte temperature nel processo di rivestimento dell'acciaio utilizzato per la produzione di manufatti. Le cause dei livelli più elevati di rilascio erano il ridotto spessore del rivestimento e la volatilizzazione delle sostanze fluorurate (condizione che invece viene

negata nella situazione dell'impianto che andremo a valutare).

### **LE PARTICOLARITA' DELLE PRODUZIONI E DEGLI IMPATTI AMBIENTALI DELLA SOCIETA' RIVER DI PODENZANO (PC)**

La vicenda della River è certamente simile a molte altre, in particolare a quelle ove si utilizzano ampiamente per la produzione solventi organici volatili (4), nel nostro caso tale impatto è associato all'applicazione di composti fluorurati su metalli poi utilizzati per la produzione di padelle e altri



prodotti analoghi.

Questa vicenda merita un breve ma significativo excursus di oltre un ventennio, soprattutto, per ricordare e riconoscere l'impegno civile dei cittadini di Podenzano le cui pressioni hanno permesso rilevazioni ambientali che hanno evidenziato una correlazione tra situazioni *“anomale”* nella conduzione della attività e percezione di problemi da parte dei residenti, contribuendo in maniera determinante ad interventi di miglioramento legati all'evoluzione autorizzativa e prescrittiva dei corrispondenti atti fino alla Autorizzazione Unica Ambientale.

Nel Comune di Podenzano (PC), nella località Colombaia in via Araldi, sostanzialmente all'interno del centro abitato ed a ridosso delle abitazioni (lì esistenti dagli anni '50), dal 1995, è attivo lo stabilimento della società River S.p.A., (attività classificata insalubre ai sensi dell'art. 216 del Regio Decreto 27 luglio 1934, n. 1265 Testo Unico delle Leggi Sanitarie) con attività di

decapaggio metalli (prima ad umido ora a secco), verniciatura e teflonatura, in cui si fanno uso di elevate quantità di solventi e vernici nonché di Politetrafluoroetilene (Teflon).

Non risultano altre realtà industriali che utilizzano estesamente solventi o polimeri nelle vicinanze.(5)

Le vicende autorizzative sono complesse e più volte contestate dai cittadini sia in termini di adeguatezza dei presidi ambientali (modalità di captazione, trattamento delle emissioni ed espulsione, presenza di elevate emissioni diffuse non convogliate) sia per continue modifiche nella configurazione degli impianti non preventivamente considerate e valutate dagli organi preposti.

Un momento particolare delle vicende autorizzative è il 1997 quando la Provincia di Piacenza autorizza l'unificazione dei flussi emissivi della linea di verniciatura (caratterizzata dalla presenza di solventi) e quella di teflonatura (caratterizzata dalla presenza anche di emissioni di fluoro organico) incrementando poi, nel 1999, la portata (32.000 Nmc/h autorizzati ex novo rispetto alla somma delle due precedenti distinte emissioni pari in totale a 23.000 Nmc/h) (6).

L'unificazione, unitamente alla presenza di bypass non regolamentati (7) su entrambe le linee, determina la miscelazione, prima della emissione nel punto principale, dei due flussi. Considerato che i limiti e gli obblighi di monitoraggio riguardano l'emissione dopo l'unificazione è agevole capire come sia concreta la possibilità di diluizioni vicendevoli.

Una scelta del genere, non esclusa dalla normativa vigente in quel momento, è stata considerata non ottimale dalla normativa successiva (dlgs 152/2006) (8), anzi da evitare quando le caratteristiche chimiche dei flussi siano tra loro diverse (come in questo caso, secondo chi scrive).

La regione Emilia Romagna arriva invece a considerare questa situazione come un esempio positivo (9) in quanto, apparentemente, era stato fissato un limite restrittivo (11,8 mg/Nmc di sostanze organiche volatili - SOV - rispetto agli "usuali" 50

mg/Nmc) senza considerare che tale limite si applicava su una emissione unificata cui partecipava un flusso in cui erano pressoché assenti i SOV come quello della teflonatura (ovviamente il fluoro non era neppure preso in considerazione).(10).

A questa condizione si aggiunge la presenza di emissioni di "raffreddamento" dei forni delle diverse linee posti lateralmente all'edificio industriale e con elevate portate (quattro punti emissivi ognuno da 36.000 Nm<sup>3</sup>/h, anche questi raddoppiati rispetto alla situazione precedente) (11), senza alcuna forma di trattamento né obblighi di monitoraggio e/o limiti.

Il Prof. Gian Carlo Redi dell'Università di Pavia intervenuto sulla questione per conto della Provincia di Piacenza, avvertì che l'impianto utilizzato dalla ditta River (teflonatura) portava all'emissione di materiale corpuscolato e di sostanze allo stato gassoso di diversa natura: sostanze organiche volatili, sostanze alcaline, aldeidi ed ovviamente composti fluorurati molti dei quali classificati tra le 275 sostanze più pericolose per la salute umana, delle quali era già ben nota la capacità di determinare azioni di tipo citotossico.

Durante una perizia disposta dal Tribunale di Piacenza cui ha potuto partecipare, per conto degli esposti, anche l'autore di queste note si è potuto, almeno in parte, individuare le sostanze utilizzate.

Da un lato solventi organici quali Acetato di 1 metil 2 metossietile; 2 Butossietanolo; Toluene; Xilene; Acetato di butilglicole; Etandiolo; Metiletilchetone (MEK); Metilacetato con effetti noti (e analoghi a quelli lamentati dai residenti in molteplici occasioni) quali :

- in caso di sovraesposizione acuta anche temporanea:
  - irritazione delle vie respiratorie, tosse, dispnea, edema polmonare;
  - effetti sul sistema nervoso centrale quali cefalea, depressione generale, debolezza, torpore, possibile perdita della memoria, difficoltà respiratorie;
- in caso di esposizione cronica:
  - sul sistema respiratorio : infiammazione e bruciori alle vie respiratorie, tosse persi-

stente, tracheite e bronchiti croniche;  
- sul sistema nervoso centrale : cefalee, depressione generale, debolezza, torpore, vertigini, sonnolenza, fenomeni di narcosi  
Si tratta inoltre di sostanze dotate di potere irritante primario sia per la pelle che per gli occhi.

A queste sostanze di “partenza” occorre considerare anche quelle emesse per effetto di trasformazioni chimiche durante i processi o non dichiarate nel corso degli accertamenti ma rilevate in occasione di analisi svolte da Arpa nel corso del 2005 quali Metanolo; Cicloesano; 1,2 Dicloropropano; Metilisobutilchetone; N Butilacetato; Etilbenzene; Cicloesanone; Butilcellosolve; Acetato di 1 metil 2 metossietile, Formaldeide e Acetaldeide. Sostanze con pericolosità paragonabile se non superiore e, nel caso delle aldeidi, con soglie olfattive molto basse e quindi più agevolmente percepibili (che dire poi che, nel 2016, la formaldeide è stata classificata anche dall’Unione Europea come sostanza cancerogena).

A questa “allegra brigata” occorre poi aggiungere il PTFE o meglio i prodotti della (più che probabile) degradazione di questo polimero fluorurato nelle condizioni d’uso (elevate temperature), temperature peraltro “consigliate” dalla normativa relativa al contatto di polimeri con gli alimenti.

Le stesse schede tecniche dei prodotti utilizzati dall’azienda, allegata alla procedura AUA (Autorizzazione Unica Ambientale - 2014), riportavano quanto segue: “*le resine fluoropolimeriche utilizzate in questi rivestimenti iniziano a decomporsi a temperature superiori a 205°C. La decomposizione termica è più rapida a temperature sopra 400°C. Sopra i 425°C i polimeri fluorurati sviluppano tutta una serie di composti quali, tetrafluoroetilene- esafluoropropilene -perisofluorobutilene - fluoruro di carbonile- fluoruro di idrogeno; queste sostanze sono molto tossiche e se respirate in quantità sufficientemente elevate possono essere dannose*”, oltre i 650 °C, inoltre, si forma tetrafluoruro di carbonio. La River è stata autorizzata a esercire i forni fino a

480/490 °C ma nei primi anni non risulta che i forni avessero sistemi di controllo in continuo delle temperature di esercizio atte ad evitare momenti di sovratemperatura né i sistemi utilizzati attualmente (analogici) garantiscono rilevazioni accurate della temperatura. (12)

Ma il problema non era riferibile solo alla temperatura dei forni di “teflonatura” delle padelle ma anche ad una “scoperta” durante gli accertamenti tecnico-legali : la presenza di un collegamento (un tubo) tra il forno della linea PTFE e il condotto di emissione della linea di verniciatura, una



unificazione delle emissioni “a necessità del gestore” (occorreva salire sul forno e aprire manualmente la mandata) prima del sistema di trattamento delle emissioni dovute alla verniciatura: un postcombustore esercito a oltre 800 °C e quindi a temperature di degradazione come sopra ricordate. La presenza di composti di degradazione del PTFE è però sempre stata negata da AUSL e da Arpa (sulla base di una unica campagna di rilevamento sui forni).(13)

Una “derivazione” non autorizzata, di cui nessun ente preposto si era accorto (o si era posto il problema della sua funzione) ed eliminato (cecato) solo con la AUA del 2014.

Sintetizzando la letteratura in materia i prodotti di decomposizione del Teflon sono noti come irritanti degli occhi e delle mucose, sono caratterizzati da un odore pungente e un sapore “metallico”.

L’esposizione acuta può determinare pro-

blemi cardiovascolari (tachicardia), respiratori (irritazione delle vie respiratorie, edema, polmonite), a livello neurologico (cefalee, senso di debolezza e di malessere) e digestivo (nausea).

Si tratta di evidenze riconosciute anche dalla AUSL che, nel 2005, dichiarava “*Le caratteristiche tossicologiche delle sostanze emesse (sostanzialmente irritanti), la significatività della documentazione sanitaria acquisita e delle segnalazioni pervenute, permettono di affermare che nella zona circostante la River esiste un problema sanitario e che detto problema si può correlare all’attività della ditta stessa. Al momento attuale, non ci sono elementi per ritenere che esistano effetti cronici o effetti acuti più rilevanti per la salute, di quelli che fino ad ora sono stati certificati (irritazione delle mucose congiuntivali e prime vie aeree)*”, ma nessuna indagine epidemiologica veniva intrapresa.<sup>(14)</sup>

In parallelo l’Arpa nel 2005, affermava che “*gli accertamenti effettuati su inquinanti particolari, aldeidi e SOV (...) evidenziano nella zona l’influenza della attività della ditta River, in modo più o meno marcato in funzione dei periodi di accertamento. Indagini particolari sul ciclo lavorativo indicano che l’influenza può essere attribuita, in alcuni casi, ad emissioni diffuse, a causa sia di fattori accidentali, sia di attività periodiche e/o straordinarie tipiche del ciclo produttivo*”.

Infine, dalla procedura di AUA, tenuta sotto “osservazione” dal comitato si è rilevata la presenza, tra le sostanze che costituiscono alcuni preparati di ampio utilizzo aziendale, del N-metil2pirrolidone; si tratta di un solvente classificato come teratogeno e per il quale si applicano (a partire dal D.Lgs. 152/06 nella sua prima versione) indicazioni specifiche: “*tali sostanze vanno sostituite quanto prima con sostanze e preparati meno nocivi tenendo conto delle linee guida della Commissione europea ove emanate*”, sostituibilità che non risulta essere stata presa in considerazione nella procedura di AUA e quindi neppure dall’impresa.

La storia dell’insediamento e l’evoluzione della attività è stata costellata, dall’inizio,

dall’insorgere di disturbi alla salute, nella forma di malesseri, se non di vere e proprie intossicazioni o stati comunque difficilmente sopportabili inclusi ricoveri al Pronto Soccorso locale e, in un caso, dalla Medicina del Lavoro di Pavia con una diagnosi in uscita di BPCO:

“*Enfisema bolloso con evidente compromissione della funzionalità respiratoria. Tale condizione rende il paziente particolarmente suscettibile all’azione nociva degli inquinanti aerodispersi*”. I cittadini residenti decisero di mobilitarsi, contro le emissioni dell’azienda River che si abbattavano sulle loro abitazioni e su loro stessi, e tale mobilitazione è proseguita, nel corso degli anni, attraverso varie iniziative, tra cui il ricorso alle autorità politiche e giudiziarie competenti attraverso formali denunce ed esposti in cui si evidenziavano danni alla salute, malesseri continui (giustificati da oltre duecentocinquanta certificati medico-specialisti dell’AUSL), che provocavano una condizione di vita travagliata ed una varietà di alterazioni ambientali.

Danni alla salute o noxae patogene come dissero due medici durante la loro deposizione in Tribunale? Dispnee, iperemie congiuntivale e faringea, nausea marcata, cefalea, bruciore agli occhi e alla gola, faringolaringite, malessere generale e per qualcuno in particolare, notevole iperemia alle mucose palpebrali e congiuntivali, blefarocongiuntivite, cheratocongiuntivite tossica nonché iperemia congiuntivale refrattaria a terapia e dispnea (probabile broncospasmo reattivo) o notevole iperemia. E ancora, ostruzione a carico delle prime vie aeree prossimali, senso di soffocamento, aumento della pressione diastolica e sistolica anche nei giovani che erano ricorsi alla Guardia Medica all’uopo istituita, dopo l’esposizione ai fumi.

Durante questa storia si sono succeduti eventi quali una indagine del CNR (1997) effettuata per conto del Comune di Podenzano con il successivo intervento della Magistratura che coinvolse l’impresa e si concluse con la condanna dell’impre-

ditore per un episodio di “*nube tossica*”. Nel 1998 a seguito di un’altra indagine con “*incidente probatorio*” condotto da Arpa, oltre ad essere riscontrati diversi superamenti di parametri autorizzati (che non ebbero alcuna efficacia ai fini decisionali), venivano fissati i limiti dell’inquinante SOV nei “*raffreddatori*”. La frequenza in autocontrollo era però solo annuale e sono stati mantenuti in posizione laterale e non oltre il colmo della copertura dell’edificio industriale come la buona tecnica indica, a un’altezza ridotta rispetto al terreno quindi in una configurazione che non favorisce la diluizione e dispersione dei contaminanti (il punto di emissione principale dal 1997 è posto a 23 metri dal suolo). Le emissioni diffuse sono state prese in considerazione nelle autorizzazioni solo quando si è imposto all’impresa di presentare un piano organico di contenimento entro il 31 ottobre 2006 a seguito della approvazione del Dlgs 152/2006, ma nessun contenimento significativo è stato attuato.

Da ultimo (2014) il Comitato ha promosso richieste specifiche per il miglioramento delle condizioni operative dell’azienda (che riguardano i lavoratori che, secondo la stessa, sono esposti a livelli “*irrilevanti*” per la salute a sostanze chimiche) mediante prescrizioni più stringenti e modifiche impiantistiche significative (inclusa la sostituzione di alcune sostanze).

Solo una parte di queste richieste sono state incluse nella AUA, quelle di maggior impatto (positivo) sono state considerate troppo onerose e ciò ha determinato sì una riduzione nell’entità degli eventi di evidente esposizione dei residenti ma non la scomparsa di eventi significativi avversi.

Tali richieste riguardavano in particolare:

a) emissioni da raffreddamento E7/14, E9/11, E10/12: andrebbero portate all’altezza di 10 metri dal terreno e oltre il colmo del tetto (questa richiesta è stata successivamente attuata) nonché convogliate e trattate (secondo il gestore non tecnicamente fattibile);

b) sostituzione del butilglicole nelle emissioni diffuse connesse con le operazioni di

lavaggio (manuale) delle teste di spalmatura della linea al solvente, con una ricerca indirizzata in primis verso sostanze di origine vegetale (ad es. a base di esteri di olio di cocco, colza, soia, ecc) comunque con bassa volatilità e bassa tensione di vapore;

c) sostituzione del N.metil2pirrolidone (CAS 827-50-4) sostanza classificata come teratogena;

d) la formula di calcolo del piano solventi andrebbe applicata in modo analitico e non a valutazioni presuntive, per uno o più parametri esclusivamente per motivi di “*quadratura della formula*” come in pas-



sato;

e) le schede di sicurezza delle sostanze vanno aggiornate (come previsto dal regolamento CLP) e anche in attuazione degli obblighi nei confronti dei lavoratori (D.Lgs. 81/2008) per quanto riguarda l’esposizione ad agenti chimici;

f) rendere disponibili i Piani Solventi e il documento di valutazione dei rischi da formazione di miscele esplosive (titolo XI Dlgs 81/2008), importanti per capire la gestione dei solventi e dei relativi rischi incidentali.

g) separare i punti di emissioni tra quelli della teflonatura e quelli della verniciatura, inopportuno unificati nel 1997, al fine di permettere un più agevole e corretto monitoraggio.

#### **LE EMISSIONI DI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI : I CONTI NON TORNA-NO**

Il Dlgs 152/06 impone un “*bilancio*” annuale del COV (carbonio organico vola-

tile) per tutte le attività soggette (lavanderie, verniciature, stamperie ecc): non è sufficiente il rispetto di limiti alle emissioni ma occorre dimostrare che la gestione complessiva dei solventi (presenti nelle materie prime utilizzate nel processo, quelle che si sviluppano nel processo, quelle che vengono emesse con e senza trattamenti, quelle che restano nei rifiuti) sia tale da non superare determinate soglie di consumo/emissione.

Si tratta di calcolare un bilancio costituito da solventi in entrata e in uscita e relativa "quadra" rispetto alla soglia individuata in autorizzazione. Nel caso della River era stato fissato (nel 2007) un limite di emissione in atmosfera non superiore al 5 % annuo (e al 7,5 % giornaliero) in peso di COV rispetto a quanto contenuto nelle materie prime (solventi, vernici ecc) utilizzate nei processi produttivi.

Questo bilancio deve confrontarsi con alcune difficoltà ed alcune incognite. Da un lato occorre calcolare in entrata la quantità delle sostanze organiche tenendo conto delle diverse concentrazioni nei preparati industriali utilizzati (ciò è relativamente semplice), dall'altro le quantità in uscita sono spesso stimate sulla base di dati parziali, medi e/o approssimati su cui il gestore può "giocare" per farsi passare come più "virtuoso" del reale.

E' questo è stato il caso, ad avviso di chi scrive (segnalato agli enti), della River perlomeno per alcuni anni.

La tabella che segue riassume i bilanci di SOV della River tra il 2011 e il 2018 (per il 2015 e il 2016 i dati sono stati negati).

Senza entrare troppo nel dettaglio quello che si è rilevato in particolare tra il 2011 e il 2012 (e in parte anche nel 2013) è stata una riduzione dei consumi (per riduzione della produzione) di "solventi in ingresso" del 18 % e, nel contempo, una modifica nelle quantità di solventi stimati avviati al postcombustore e quindi emessi del 31 % (da 705 kg/a 491 kg/a); un incremento delle emissioni dai raffreddatori (emissioni E14/7; E9/11; E10/12) del 23 % (da 330 kg a 379 kg) ma soprattutto un incremento significativo di solventi contenuti nei rifiuti del 43 % (da 5.914 kg a 9.219 kg).

Abbiamo quindi, a fronte di un decremento delle quantità di solventi utilizzati, delle tendenze "anomale" della distribuzione dei solventi in altre parti dell'impianto: un decremento maggiore dell'input di solventi al postcombustore (nonostante nulla sia cambiato dal punto di vista tecnologico negli impianti di verniciatura e serigrafia), un incremento delle emissioni non trattate (raffreddatori), un incremento sensibile nei rifiuti.

Un motivo "tecnico" di tali stranezze è dovuto al sistema di calcolo: la quantità di solventi al postcombustore avviene con un calcolo "a ritroso": viene infatti considerato che la concentrazione media emessa a camino è pari al 2 % di quanto avviato al postcombustore (rendimento di abbattimento del postcombustore pari al 98 %). Se la media della concentrazione in emissione diminuisce anche di poco la stima dei SOV al trattamento prima della emissione si riduce in misura maggiore rispetto alla riduzione dei solventi in entrata con i prodotti,

Si è proceduto in modo analogo per le emissioni dei raffreddatori (concentrazioni risultanti dalle analisi periodiche) per le portate e le ore di funzionamento.

Alla fine tutto quello che rimaneva per quadrare (a pareggio) il bilancio è stato attribuito ai rifiuti che hanno avuto nel 2012 e nel 2013 una impennata immotivata.

Nel 2014 il contenuto dei solventi nei rifiuti si è ridotto della metà ma nel 2017 e nel 2018 è risalito a livelli ancora più elevati degli anni prima del 2013.

Il risultato è che il gestore mostra dei valori di emissioni di SOV fuggitive (da portoni e finestre) intorno al 4,5 % per gli anni considerati e quindi al di sotto del limite autorizzato (si noti comunque che tali emissioni sono pari al doppio di quelle dalle emissioni convogliate), il risultato cambia radicalmente se si ipotizza che la presenza di solventi nei rifiuti sia costante e segua i consumi di materie prime. Attribuendo, principalmente, alle emissioni diffuse la differenza anomala sopra ricordata, il valore risultante di emissioni diffuse sarebbe stato (2012) oltre il 13 %,

fuori dai limiti autorizzati. Nel 2017 e 2018 saremmo nelle stesse condizioni.

Il risultato di tali osservazioni è che nel 2017, in occasione della modifica autorizzativa, la provincia ha esplicitamente indicato che il sistema di calcolo del bilancio dei solventi adottato (dal 2007) non era affidabile e veniva pertanto eliminato introducendo un valore assoluto di solventi in entrata di 177.000 kg/anno (il che equivale a un triplicamento della capacità produttiva rispetto ai valori dei bilanci riportati nella figura) e un limite di emissione annua totale di 15.500 kg/a (10 volte le emissioni stimate negli anni precedenti), un limite di emissione diffusa annua di 8.842 kg/a (6-7 volte rispetto ai valori stimati in precedenza ed esattamente pari al 5 % della quantità permessa di solventi in

entrata).

**In questo modo : il gestore ottiene un margine di manovra molto ampio e può incrementare la produzione in modo significativo venendo “coperto” nel caso in cui l’incremento – autorizzato – delle emissioni complessive determini nuove proteste; sarà praticamente impossibile dimostrare mediante il bilancio emissivo dei solventi la presenza di criticità o anche solo una gestione non attenta alla riduzione delle emissioni diffuse.**

#### CONCLUSIONI ?

Oggi la River Spa si qualifica (si veda il sito web) come produttrice di pentolame, prodotti per la casa e semilavorati in alluminio, il tutto rigorosamente “PFOA Free”, in particolare con rivestimenti antiaderenti in Dylon© . Si tratta di un rivestimento (“sol-

**Tabella di sintesi dei piani di gestione solventi - 2011 - 2014 - 2017 - 2018**

	2011	2012	2013	2014 (*)	2017 (**)	2018
<b>INPUT Solventi</b>	Kg/anno	Kg/anno	Kg/anno	Kg/anno	Kg/anno	Kg/anno
Quantità solventi organici per processo (contenuti nelle materie prime)	43.563	35.844	46.350	42.110	36.025	37.512
Quantità solventi recuperati e reimmessi nel processo	0	0	0	0	0	0
<b>OUTPUT Solventi</b>						
Emissioni scarichi gassosi	1.035	880	1.055	1.211	891,8	895
Scarichi in acque industriali	0	0	0	0	0	0
Solventi contaminati o residui nel prodotto	0	0	0	0	0	0
Emissioni diffuse	1.963	1.600	2.025	1.261	1.208	1.297
Solventi organici persi da reazioni chimiche (abbattute da post combustore)	34.531	24.039	35.110	35.061	23.829	25.328
Solventi organici contenuti nei rifiuti	6.034	9.325	8.160	4.577	10.096	9.992
Solventi contenuti nei prodotti immessi sul mercato	0	0	0	0	0	0
Solventi organici contenuti nei preparati e riutilizzati all'esterno	0	0	0	0	0	0
solventi organici scaricati in altro modo	0	0	0	0	0	0

(\*) Nostra elaborazione, dati ripresi dalla nota ARPA 2483 del 7.04.2015

(\*\*) Risposta ad interrogazione regionale, nota della Giunta Regione del 3.10.2018.

gel”) che unisce un fluoropolimero come il Teflon con un componente inorganico di tipo ceramico o con ossidi metallici, secondo i produttori (es. Whitford) questo permette di avere rivestimenti che possono operare a temperature maggiori rispetto al Teflon (fino a 450 °C), sempre secondo i produttori in caso di decomposizione del rivestimento non vi sarebbe rilascio di fluoro ma si produrrebbe solo una “sabbia” senza contaminazione dei cibi.

Ultimamente l’impresa ha lanciato nuovi prodotti dichiarati a basso contenuto di solventi (Zerocolor ©) che però vengono realizzati in altri siti del gruppo e comunque non tocca la presenza di polimeri fluorurati.

Se è plausibile l’assenza di PFOA il fatto di essere comunque realizzate con fluoropolimeri non può far escludere che, nel ciclo di vita del prodotto non vi sia un rilascio di composti fluorurati in particolare se non vengono utilizzati e lavati correttamente (tutti i produttori forniscono informazioni ben precise sulla manutenzione dei prodotti e segnalano comunque la necessità di sostituzione dopo pochi anni).

Le attrezzature da cottura con proprietà o rivestimenti antiaderenti maggiormente affidabili, rimangono quelle in pietra ollare oppure in “vera ceramica” facendo attenzione, per queste ultime, a quelle smaltate o verniciate che possono rilasciare metalli, anche se su tale aspetto non si può evitare di affidarsi/fidarsi delle dichiarazioni di assenza di metalli pesanti del produttore.

Se quella sopra ricordata è la variante produttiva e di consumo che l’uso di fluoropolimeri ha imboccato va ricordato che la lotta dei residenti ha dovuto registrare una sconfitta giudiziaria : con sentenza del 5.12.2016 il Tribunale Civile di Piacenza ha rigettato la domanda “per carenza di prova del fatto costitutivo e del danno conseguente” (pur compensando le spese e quindi rilevando la consistenza ).

Le motivazioni del rigetto, in sintesi, sono che per l’oggetto della lite “ricadeva sugli attori l’onere di provare il fatto costitutivo della propria pretesa, cioè l’illiceità della condotta altrui, consistente nelle immissioni e nella loro intollerabilità, e il pregiudizio

alla salute e alla qualità della vita in capo agli stessi attori, nonché il nesso di causalità tra quella condotta e il pregiudizio”.

Secondo il Giudice i risultati della consulenza tecnica non hanno dimostrato tale condizione ed in particolare che vi fosse illiceità da parte dell’azienda in quanto è stato dimostrato che le *immissioni* (sic !) si sono mantenute nei limiti fissati dalla normativa vigente (15).

Si tratta di una giurisprudenza che lega la sussistenza del pericolo al superamento o meno di limiti normativi dando agli stessi una valenza sanitaria e precauzionale che non hanno (e che peraltro risulta comunque superata dalle più recenti norme sugli “*ecoreati*”, v. legge 68/2015).

La sentenza infine, disquisisce tra “*fastidi/molestia*” e “*compromissione patologica della salute*” non ritenendo sufficiente provata quest’ultima dalle segnalazioni, dalle verifiche dell’ente locale e dalla documentazione sanitaria prodotta, concludendo (contraddittoriamente) “*pur con tutta l’umana, doverosa, comprensione per il senso di frustrazione degli attori, costretti a convivere con disagi periodici derivanti dalla vicinanza all’impianto industriale, sul piano strettamente giuridico è doverosa la considerazione della diversità di scala rispetto ad altre, ben più gravi conseguenze per la salute umana derivanti dall’esercizio di attività d’impresa analoghe. .... Il concetto di immissione eccedente la normale tollerabilità va inteso alla luce della gravità e della stabilità delle conseguenze lesive per la salute e per l’ambiente e, più in generale, per la qualità della vita in quel dato contesto. La liceità delle immissioni può infatti coniugarsi alla loro intollerabilità, ad avviso di questo Giudice, quando cagioni conseguenze anomale quali un notevole incremento, accertato su base statistica, delle patologie tumorali, o di eventi abortivi o teratogeni, come riscontrato nelle aree limitrofe ad altri, più noti, stabilimenti industriale del paese*” (citando le situazioni di Priolo, Taranto, Milazzo ed altri).

Quello che però è certo, anche a fronte di un esito giudiziario non favorevole per gli esposti , che l’iniziativa autoorganizzata ha imposto non solo attenzione al problema



ma anche prescrizioni autorizzative maggiormente restrittive anche se la capacità (e la volontà) di una rigorosa e continua vigi-

lanza è tutto da verificare (non si è ancora verificato).

#### NOTE

1. Composto organico volatile (COV): qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni particolari di uso (dlgs 152/2006).

2. In particolare i regolamenti 1935/2004 (MOCA Quadro) e 2023/2006 (GMP) con le modifiche apportate negli anni successivi alla loro pubblicazione e tuttora oggetto di aggiornamenti, modifiche e integrazioni.

3. EFSA: *Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain* (Question No EFSA-Q-2004-163) Adopted on 21 February 2008. Sul tema dell'esposizione a PFOS/PFOA tramite la cottura di cibi non vi sono valutazioni nuove negli ultimi studi di EFSA: "*Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food*", Adopted 21 March 2018.

4. Parliamo di una ampia gamma di produzioni. Da quelle del rivestimento ("verniciatura") di materiali (metalli, legno) alle lavanderie di tessuti (pulitura a secco), alla stampa (su carta, cuoio, tessuti, metalli), alle produzioni farmaceutiche, all'utilizzo di adesivi.

5. Cfr Nota AUSL del 18.10.1996. :*"in località Colombaia, la Ditta, River, per quanto a nostra conoscenza, rappresenta l'unica attività lavorativa esistente che può dare origine (emissioni in atmosfera) a numerose sostanze che, a determinate concentrazioni, possono indurre l'insorgenza della sintomatologia sopra descritta"*, -Nota del 4.3.1997 Prot. n. 2054 dell'AUSL "*Le caratteristiche tossicologiche delle sostanze emesse (sostanzialmente irritanti), la significatività della documentazione sanitaria acquisita e delle segnalazioni pervenute permettono di affermare che nella zona circostante la Ditta River esiste un problema sanitario, e che detto problema si può correlare all'attività della ditta stessa, dato che allo stato attuale non sono evidenti altri elementi che possono giustificare in altro modo la situazione che si è creata"*.

-Nota AUSL del 1.7.1997 prot. n. 1109 "*nella zona circostante la River é emerso un problema sanitario che non si può escludere sia correlato all'attività della ditta stessa"*.

-Indagini AUSL del 30.11.1998 "*In conclusione, si ritiene di poter affermare che l'attività della ditta River é correlabile con il disturbo odoroso avvertito e segnalato dai cittadini residenti"*,

-C.N.R. Campagna di Monitoraggio Prot. n. 1010/97 dell'11.9.97 "*In considerazione degli interventi effettuati precedentemente dagli organi preposti al controllo della qualità dell'aria e in base all'ubicazione alquanto circoscritta della zona interessata dagli episodi, si é ritenuto mirare il nostro intervento alla Soc. River...L'ipotesi che gli episodi di inquinamento lamentati siano dovuti ad una emissione maleodorante proveniente dai locali dell'insediamento produttivo trova la sua dimostrazione nella situazione meteorologica del sito in oggetto...In conclusione il fenomeno della nube tossica riscontrato, nell'area circostante lo stabilimento, é correlato alla presenza nell'aria delle sostanze impiegate come materie prime dalla Soc. River."*

-Arpa relazione campagna di accertamenti agosto-dicembre 2005 Doc. n. 2006/2140/XIV.3/1 del 27.2.2006 "*Nel Comune di Podenzano in zona denominata Colombaia opera dal 1995 uno stabilimento della Soc. River S.p.A. Classificato come industria insalubre di prima classe, con attività di verniciatura e rivestimento antiaderente con teflon di dischi metallici...Tale indagine é da ritenersi esaustiva e straordinaria, finalizzata alla conclusione di un percorso di continui accertamenti ed approfondimenti, fermo restando i normali controlli da effettuarsi nel rispetto della normativa vigente...L'indagine effettuata al fine di valutare la qualità dell'aria della zona circostante l'insediamento si é articolata nelle seguenti fasi...Nel corso dell'indagine, sono stati effettuati anche controlli della qualità dell'aria in Comune di Podenzano, al fine di valutare specificatamente la presenza di composti inquinanti nell'aria, da correlarsi con l'attività della ditta River. L'indagine ambientale ha interessato l'area circostante l'insediamento della ditta River S.p.A., in particolare Via Araldi e la strada di accesso alla proprietà Zermani, adiacente allo stabilimento e la zona dell'incrocio semaforico di Via Roma n, 42, da utilizzarsi per confronto sulla situazione dell'area comunale...Gli accertamenti effettuati su inquinanti particolari, Aldeidi e SOV,..., evidenziano nella zona l'influenza dell'attività della Ditta River, in modo più o meno marcato in funzione dei*

periodi di accertamento. Indagini particolari effettuate sul ciclo lavorativo indicano che l'influenza può essere attribuita, in alcuni casi, ad emissioni diffuse a causa sia di fattori accidentali, come da dichiarazione del titolare della ditta, sia di attività periodiche e/o straordinarie tipiche del ciclo produttivo".

6. Con Ordinanza n. 128 dell'11.4.1997 avveniva l'unificazione dei due punti di emissione E2 (post combustore verniciatura) per 5.000 Nmc/h e E3 (teflonatura) per 18.000 Nmc/h, in concomitanza all'arrivo del CNR in zona, che il giorno 14 aprile iniziava le operazioni d'attività "in conformità a quanto emerso nei sopralluoghi preliminari".

- la Determinazione Dirigenziale n. 166 del 10.2.1999, che riguarda la modifica agli impianti a seguito istanza della River 23.6.1998 per l'autorizzazione ad effettuare le emissioni in atmosfera derivanti dalla modifica degli impianti consistente nella sostituzione del post-combustore installato sulla linea di verniciatura). 32.000 Nm<sup>3</sup>/h Emissione E0 di teflonatura e verniciatura (camino di unificazione Emissione E2 ed E3).

-la Determinazione Dirigenziale n. 1523 del 18.11.1999 è seguente all'istanza River 8.11.1999 nella quale la stessa così dichiarava "...Tale post combustore è in grado di trattare una portata di 20.000 Nm<sup>3</sup>/h e pertanto la ditta ha previsto di aumentare la portata massima di E0 (con altezza di circa 25 m) a 38.000 Nm<sup>3</sup>/h a parità di flusso di massa". **L'unificazione è avvenuta nel '97. Nel '99 si incrementava a 32.000 Nm<sup>3</sup>/h e nel 1999 la portata autorizzata diveniva 38.000 Nm<sup>3</sup>/h.**

7. I bypass hanno una funzione di emergenza, quando non è tecnicamente possibile trattare i fumi, di conseguenza quando si attivano rilasciano in atmosfera emissioni non trattate, a maggiore concentrazione. L'autorizzazione iniziale non prevedeva alcun sistema di rilevazione della frequenza e della durata del loro utilizzo che quindi poteva avvenire a "necessità" del gestore.

8. Così la norma :*"Ove opportuno, l'autorità' competente, tenuto conto delle condizioni tecniche ed economiche, può consentire il convogliamento delle emissioni di più impianti in uno o più punti di emissione comuni, purché le emissioni di tutti gli impianti presentino caratteristiche chimico-fisiche omogenee. In tal caso a ciascun punto di emissione comune si applica il più restrittivo dei valori limite di emissione espressi come concentrazione previsti per i singoli impianti e, se del caso, si prevede un tenore di ossigeno di riferimento coeren-*

*te con i flussi inviati a tale punto. L'autorizzazione stabilisce apposite prescrizioni volte a limitare la diluizione delle emissioni ..."*. L'unificazione di flussi è pertanto una eccezione condizionata e non una regola.

9. Relazione regionale PG 2010.0128998 del 12.05.2010 finalizzata a rispondere alla Commissione europea inviata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con oggetto : *"Progetto pilota sulla corretta applicazione del diritto comunitario (caso 582/09/ENVI) - Richiesta di informazioni della Commissione europea in merito alla applicazione della direttiva 99/13/CE all'impianto della ditta River Spa di Podenzano"*.

10. Riguardo alla restrittività del limite, la situazione evolutiva rilevata dagli atti é la seguente:  
-Atto di G.P. 1532/6 del 22.12.1994: E2 post combustore 50 mg/Nm<sup>3</sup>; E3 teflonatura 50 mg/Nm<sup>3</sup>; -Ordinanza n. 548 del 13.12.1996 ; E2 post combustore 20 mg/Nm<sup>3</sup>; E3 teflonatura 20 mg/ Nm<sup>3</sup> onde evitare (per E3) la possibile coincidenza tra segnalazioni di disturbo, sfavorevole direzione del vento e valori medi di COT all'Emissione E3 pari o superiore a 25 mg/ Nm<sup>3</sup> che in alcuni casi si è potuta verificare ...

-Ordinanza Provinciale n. 128 dell'11.4.1997 limite sempre 20 mg/ Nm<sup>3</sup>

-Determinazione n. 166 del 10.2.1999 camino unificato (E0), limite COT 14 mg/ Nm<sup>3</sup>.

Nella stessa determina venivano autorizzati limiti per il carbonio organico totale pari a 3 mg/ Nm<sup>3</sup> rispettivamente su ciascun camino ARIA DI RAFFREDDAMENTO E7,E8,E9,E11, E13,E14 e 2 mg/ Nm<sup>3</sup> per i punti emissivi E10, E12 (aria di raffreddamento);

-Determinazione n. 1523 del 18.11.1999, limite COT (emissione unificata E0 pari a 11,8 mg/Nm<sup>3</sup>;

11. Indicazioni esplicite sulle emissioni dei raffreddatori sono riportate in diversa atti, quali :autorizzazione DGP 22.12.1994 che individua i punti di emissione E7,E8,E9,E10,E11, E12,E13,E14 quali punti di espulsione aria di raffreddamento, ognuno con una portata di 18.000 Nm<sup>3</sup>/h,

- O.P. n. 548 del 13.12.1996 "restano ferme le prescrizioni imposte .... relativamente alle emissioni E7,E8,E9,E10,E11,E12,E13,E14"

-O.P. n. 128 dell'11.4.1997 conferma della portata di ogni punto pari a 18.000 Nm<sup>3</sup>/h, - Determinazione n. 166 del 10.2.99 emissioni E7, E8, E9, E11, E13, E14 aria di raffreddamento 18.000 Nm<sup>3</sup>/h, e E10, E12 18.000 Nm<sup>3</sup>/h,

-Nella determinazione n. 1523 del 18.11.1999 vengono menzionate, insieme alle emissioni E0, E2, solo le emissioni E10/E12 per la loro

messa a regime

-Determinazione n. 695 del 12.4.2002: modifica alla D.D. 10.2.1999, n. 166: E9/11 Espulsione aria di raffreddamento 36.000 Nm<sup>3</sup>/h, E13/8 36.000 Nm<sup>3</sup>/h, E14/7 36.000 Nm<sup>3</sup>/h, E10/12 36.000 Nm<sup>3</sup>/h, **quinti costantemente un totale di ben 144.000 Nm<sup>3</sup>/h,**

12. Con Ordinanza n. 463 del 22.10.1996, la Provincia proclamava uno stato di pericolo per la salute e l'ambiente (art. 10 lett. b) del D.P.R. 203/88), dichiarando *“che di tale condizione si è avuta conferma nel corso di incontro tecnico del 21.10.1996 da parte dei Responsabili del Dipartimento di Prevenzione dell'AUSL e della Sezione Provinciale dell'Arpa”*.

La ditta doveva installare un'ideale strumentazione per la rilevazione in continuo della temperatura dei forni delle linee di teflonatura e installare sulle emissioni denominate E2 ed E3, a valle degli impianti di abbattimento, appositi rilevatori di carbonio organico totale (COT), dotati di sistemi di registrazione dei dati. Allo stabilimento veniva inflitta una sospensione in via cautelare dell'attività produttiva per circa un mese.

13. La negazione di AUSL è in contrapposizione con la nota Prot. n. 1358/97 del C.N.R. 1.12.1997, che dichiarava *“di aver campionato specie provenienti dalla degradazione del Teflon quali acido fluoridrico e composti organici fluorurati. Di questi ultimi non è stato possibile definire la formula di struttura in quanto composti non convenzionali: è stato possibile stimare la loro quantità rispetto alle abbondanze di sostanze note quantificate in GC-MS”*.

La Regione Emilia-Romagna (doc.to Assemblea Legislativa AL/2017/37504 del 28.7.2017), rispondeva ai Consiglieri Regionali del Movimento 5Stelle *“Si rammenta che nel 2011 il Centro di ricerche ambientali della Fondazione Maugeri aveva svolto alcuni accertamenti per conto della Ditta River su 4 campioni di materie prime per la ricerca di PFOA e su 2 punti di emissione (a monte e a valle dello scrubber). Benchè la ditta, all'epoca, utilizzasse ancora prodotti contenenti PFOA, le verifiche alle emissioni (anche prima del trattamento depurativo) evidenziavano l'assenza di tali contaminanti”*. Con nota antecedente 7.12.2010 Prot. N. 74185, la Dott.a Crevani del Servizio Sanitario Regionale, aveva scritto *“Non sono peraltro noti ad oggi elementi per ritenere che il ciclo produttivo della Ditta possa rappresentare in relazione al PFOA, una fonte di esposizione in quanto risulta che la ditta in oggetto non produce fluoropolimeri, che le numerose indagini svolte negli anni precedenti non hanno evidenziato emissioni di sostan-*

*ze provenienti dalla degradazione del teflon, che le emissioni di acido fluoridrico e ione fluoro hanno sempre rispettato i limiti autorizzati e che nelle emissioni provenienti dalla teflonatura (ancora prima dell'impianto di abbattimento) non sono stati rilevati, tramite metodo FTIR, composti fluorurati di altra tipologia”*.

14. Le dichiarazioni AUSL suddette appartengono alla nota n. 2054 del 4.3.1997. Lo stesso ente con nota 18.10.1996, n. 891, dichiarava invece che *“La varietà dei sintomi lamentati, il numero di persone coinvolte ed il contenuto dei certificati medici permettono di escludere che il disturbo sia attribuibile ad una maggiore sensibilità individuale a odori o fattori irritativi. In località Colombaia, la ditta River, per quanto a nostra conoscenza, rappresenta l'unica attività lavorativa esistente che può dare origine (emissioni in atmosfera) a numerose sostanze che, a determinate concentrazioni, possono indurre l'insorgenza della sintomatologia sopra descritta. Si ritiene di non poter escludere l'ipotesi che le emissioni della ditta di cui sopra possano determinare, saltuariamente (variabilità meteorologiche, variabilità del ciclo lavorativo, altro), immissioni tali da provocare i disturbi lamentati dai residenti*

*-AUSL con nota 8.7.1998, Prot. 1161/VI, dichiarava “...si ribadisce che nella zona Colombaia di Podenzano, esiste un problema sanitario che, attualmente, appare essere prevalentemente di malessere e disagio dei residenti...Si concorda con il fatto che l'esposizione prolungata a detti agenti chimici può comportare, per tutta la popolazione esposta, un aumento del rischio di contrarre le patologie correlate...”*.

*-AUSL con documento 30.11.98 Prot. n. 1895/VI, concludeva “Si ritiene di poter affermare che l'attività della ditta River è correlabile con il disturbo odoroso avvertito e segnalato dai cittadini residenti. Tuttavia, secondo le attuali indicazioni e conoscenze reperibili nella letteratura scientifica, le concentrazioni di inquinanti immessi e misurati non sono tali da indurre e giustificare effetti indesiderati significativi dal punto di vista sanitario*

15. Il Giudice, impropriamente, richiama una sentenza della Corte di Cassazione relativa ad onde elettromagnetiche senza considerare che, nel campo del rilascio di gas/fumi la questione è ben diversa e si distingue tra emissione (e relativa concentrazione di contaminanti al punto di rilascio in atmosfera, regolamentato dalle norme in materia) e immissioni (effetto esterno della ricaduta delle emissioni, non regolato rispetto alla fonte ma solamente dalle norme sulla qualità dell'aria).

# Un impiego particolare del Fluoro: l'Esafluoruro di Uranio

di Angelo BARACCA\*

L'esafluoruro di uranio ( $UF_6$ ) (1) ha avuto un ruolo cruciale nello sviluppo delle armi nucleari, e tutt'ora lo ha: è al centro per esempio del programma iraniano di arricchimento.

L'uranio naturale contiene appena lo 0,7 % di U-235, che è l'isotopo fissile, pertanto deve venire arricchito con tecniche artificiali. All'inizio della Seconda Guerra Mondiale l'impresa si prospettava assai ardua. Negli Stati Uniti iniziò la costruzione a Oak Ridge di un gigantesco impianto per l'arricchimento dell'uranio per diffusione gassosa, sfruttando la piccolissima differenza nella velocità di diffusione di un composto gassoso, l'esafluoruro di uranio,  $UF_6$ , nel caso che sia costituito dall'isotopo 235 o 238 (nel secondo caso le molecole gassose sono un po' più pesanti, e quindi attraversano un setto poroso con velocità leggermente minore). Ma non vi era nessuna sicurezza di un esito positivo e nei tempi brevi necessari, per cui si cercarono tutte le strade possibili. Fu così che Enrico Fermi realizzò il 12 dicembre 1942 nei sotterranei dell'Università di Chicago la "Pila Atomica", cioè il primo reattore nucleare (non costruito per produrre energia elettrica, come il nome farebbe intendere), nel quale la reazione a catena nell'U-235 avveniva in forma controllata: infatti quando l'isotopo 238 dell'uranio assorbe un neutrone subisce una successione di trasmutazioni che terminano nella formazione di plutonio-239, che è l'elemento ideale per realizzare una bomba nucleare, poiché subisce la fissione ad opera di neutroni e può generare una reazione a catena senza bisogno di un processo di arricchimento come per l'uranio.

Sono numerosi gli "incidenti" durante la lavorazione (arricchimento) dell'Uranio anche se di norma occultati, tra questi, nel 1940 un evento determinò la morte di due lavoratori e gravi danni ad altri tre, nel 1944 coinvolse 21 lavoratori, con due morti e due infortunati gravissimi, si trattò di una esposizione ad acido fluoridrico (estremamente corrosivo) dovuto alla degradazione chimica dell' $UF_6$ .

Le due bombe esplose nell'agosto 1945 a Hiroshima e Nagasaki erano una a base di uranio altamente arricchito (HEU) e l'altra di plutonio. Da allora le tecniche per l'arricchimento dell'uranio si sono evolute enormemente, soprattutto con l'arricchimento per centrifugazione del  $UF_6$ . (2)

Nell'evoluzione successiva degli arsenali nucleari i vari Stati che hanno realizzato la bomba hanno seguito preferenzialmente una delle due strade, plutonio o uranio arricchito, a seconda delle scelte più idonee e praticabili per il paese. Per esempio, l'India sviluppò inizialmente plutonio dai suoi reattori nucleari, mentre il Pakistan scelse inizialmente la strada dell'arricchimento dell'uranio.

Il "Padre dell'atomica Pakistana", lo scienziato Abdul Kahn, sollevò uno scandalo internazionale quando emerse che aveva ricevuto ogni genere di supporti dai paesi più diversi, anche aderenti al Trattato di Non-Proliferazione: ma nessun procedimento o sanzione venne avviato. Kahn a sua volta dispensò informazioni per lo meno alla Libia, all'Iran e alla Corea del Nord, e per questo fu perseguito in Pakistan, ma fu poi perdonato dal presidente Pervez Musharraf.

Oggi assistiamo al tormentone – dramma-

\*Medicina  
Dmocratica,  
Firenze.

tico per lo strumentale aggravamento della crisi mediorientale – del programma iraniano di arricchimento dell'uranio per centrifugazione dell'esafluoruro. In questa sede sarebbe ozioso, e complesso, entrare in dettagli. Semmai è il caso di accennare a una circostanza che credo pochi conoscano, perché dimostra la strumentalità delle politiche nucleari. Mentre si contestava la legittimità dei programmi dell'Iran, accusato di volere arricchire l'uranio a livello

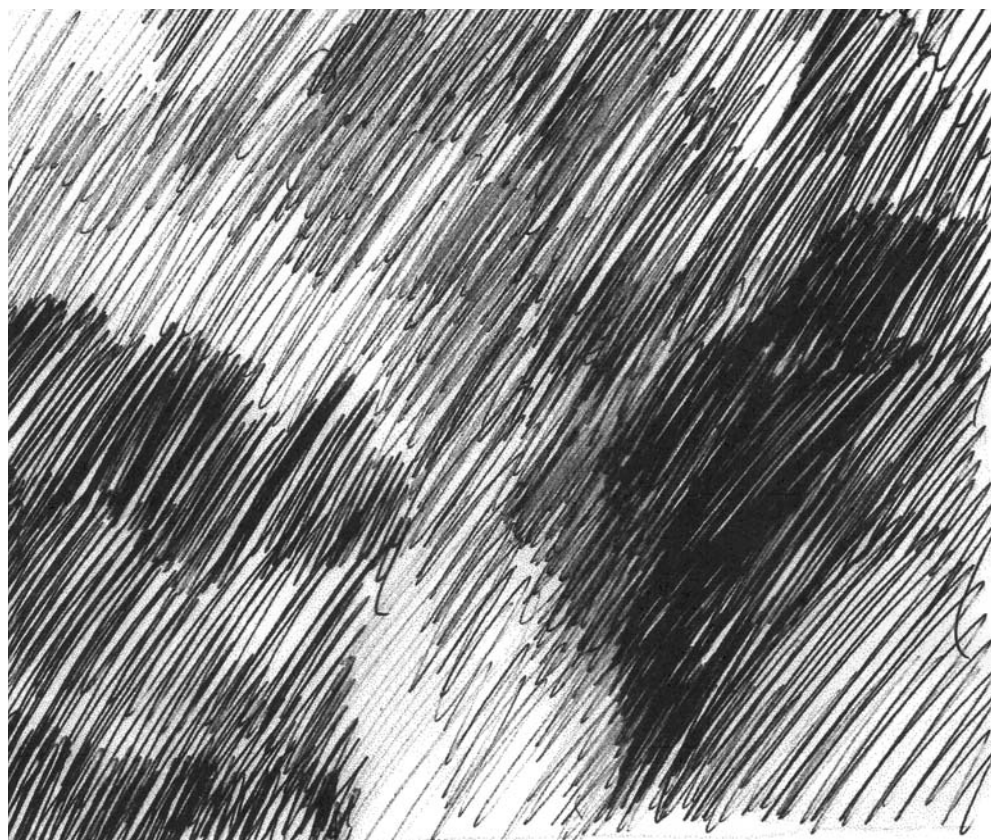
militare per realizzare la bomba, nel silenzio e nell'indifferenza generali il Brasile – riprendendo il progetto che aveva sviluppato durante la dittatura con l'intenzione esplicita di realizzare la bomba, alla quale era giunto molto vicino – realizzò effettivamente il processo molto simile a quello dell'Iran, fu il presidente Lula ad inaugurare nel 2008 il Centro per l'arricchimento, e successivamente ne ha sviluppato l'attività commerciale.

#### NOTE

1. L'esafluoruro di Uranio (solido ma che costituisce il solo composto dell'Uranio che è volatile a bassa temperatura – 56,5 °C) è ottenuto per fluorurazione del tetrafluoruro di Uranio ( $UF_4$ ) che, a sua volta, è ottenuto per fluorurazione dell'ossido di Uranio.

2, Tra le prime indagini epidemiologiche su lavoratori esposti nelle produzioni di esafluoruro di Uranio si può citare quella

relativa all'impianto di Springfields (Gran Bretagna) che ha coperto un periodo dal 1946 al 1995 per 19.454 addetti. Lo studio ha evidenziato un incremento di morbilità per leucemia connessa con l'esposizione alle radiazioni. E' in ogni caso pacifico che l'esposizione a  $UF_6$  è un potente tossico per i reni per la sua azione chimica (connessa alla sua elevata solubilità).



# Produzione dei fluoropolimeri: ruolo dei PFAS, alternative

di Marco CALDIROLI\*

Come si producono i fluoropolimeri ?

In due modi, la polimerizzazione (omopolimerizzazione) di un monomero fluorurato (il tetrafluoroetilene diventa, per sommatoria di monomeri politetrafluoroetilene - PTFE o Teflon) oppure si procede alla fluorurazione di altri polimeri o copolimeri (cioè polimeri composti da più polimeri). Si parte, per esempio, da polimeri come polietilene, polibutadiene, polistirene e si inserisce una molecola caratterizzata dalla presenza di un numero variabile di atomi di fluoro. In questo modo si può “dotare” (“fluorurare”) il polimero di partenza (senza fluoro) degli “attributi” dei polimeri fluorurati (elevata inerzia chimica, elevata stabilità termica, bassa energia di superficie rispetto agli altri polimeri).

Inizialmente (dal brevetto del 1941 a prima degli anni '70) per la fluorurazione si utilizzava il gas fluoro (F<sub>2</sub>), poi si è passati a dei “carboni” alogenati (gruppi radicali - molecole con un legame “disponibile” - come :CF<sub>2</sub> difluorocarbene e :CFCl prodotti a loro volta da sostanze fluorurate (es. trifluorometil fenilmercurio). Da ultimo si è passato all'utilizzo di perfluoroalchili iodati e tioli (mercaptani) fluorurati con successiva rimozione di iodio o zolfo a seconda dei casi.

E' da questo momento (1974) che i perfluoroalchili (dall'APFO) entrano in gioco nei processi (e quindi anche nell'ambiente) in numerose varianti in relazione al numero di atomi di carbonio contenuti. Quest'ultima caratteristica determina le proprietà superficiali del

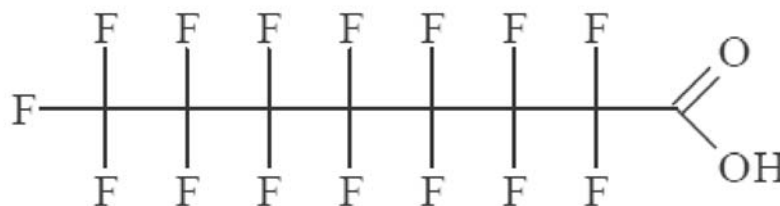
polimero ottenuto: le molecole “lunghe” (con più atomi di carbonio) garantiscono agevolmente un polimero più “ordinato” (con una struttura cristallina e quindi elevate proprietà termiche e antiaderenti) rispetto a quelli a “catena corta”. **Dal momento dell'introduzione di restrizioni al PFOA e al PFOS (principali molecole a catena lunga) l'industria si è spostata sugli altri PFAS (con meno di 8 atomi di carbonio e un corrispondente numero di atomi di fluoro) (1), introdotti come sostituti dei primi.**

Si può “fluorurare” praticamente di tutto, il propilene come la cellulosa o il nylon (fibre), la lignina (dal legno), ottenendo polimeri, additivi, fluidi idraulici, componenti aerospaziali e per automobili, biocidi, cavi, materiali edili di rivestimento, circuiti stampati e altri componenti elettronici, collettori solari, prodotti antincendio, prodotti ad uso domestico come pentole antiaderenti, articoli medicali, placcatura di metalli, estrazione del petrolio, carte e imballaggi, finissaggi di tessuti e così via.

In termini chimici i PFASs sono costituiti sia da sostanze non polimeriche come le sostanze perfluoroalchiliche (come PFOS e PFOA e derivati a catena lunga e corta) sia dall'insieme dei polimeri fluorurati come il Teflon di cui abbiamo parlato a proposito della Solvay di Spinetta Marengo).

Una formula di struttura “tipica” di un PFAS è la seguente (la formula riguarda il PFOA - acido perfluorooctanico) con 8 atomi di carbo-

Figura 1 Formula di struttura del PFOA



Nota: gli atomi di Carbonio sono posti alla intersezione delle linee che rappresentano i legami chimici tra Carbonio, Fluoro e Ossigeno nel caso della formula sovrastante.

\*Medicina  
Democratica Onlus  
- Sezione di  
Castellanza, (VA)

nio e 15 atomi di Fluoro

Nella figura 2 si sintetizzano i “rapporti parentali” tra i diversi PFASs.

L’associazione europea dei produttori di materie plastiche ha reso pubblico un rapporto relativo alla produzione e agli impieghi dei fluoropolimeri in Europa (3) al 2015.

La Tabella 1 di pagina 134, riporta il dettaglio. Il report specifica che la produzione europea (2015) è stata pari a 51.000 t per un fatturato di 840 milioni di euro. Per un termine di paragone rispetto all’insieme delle produzioni di materie plastiche si tenga conto che (2018) le quantità prodotte in Europa sono state di 61.800.000 t con un fatturato di 360 miliardi di euro. (4)

Il valore relativo all’elettronica va considerato tenendo conto che si tratta di applicazioni del peso di poche decine di grammi per la gran parte degli apparecchi, quindi presenti in un numero elevatissimo di beni di consumo elettronici.

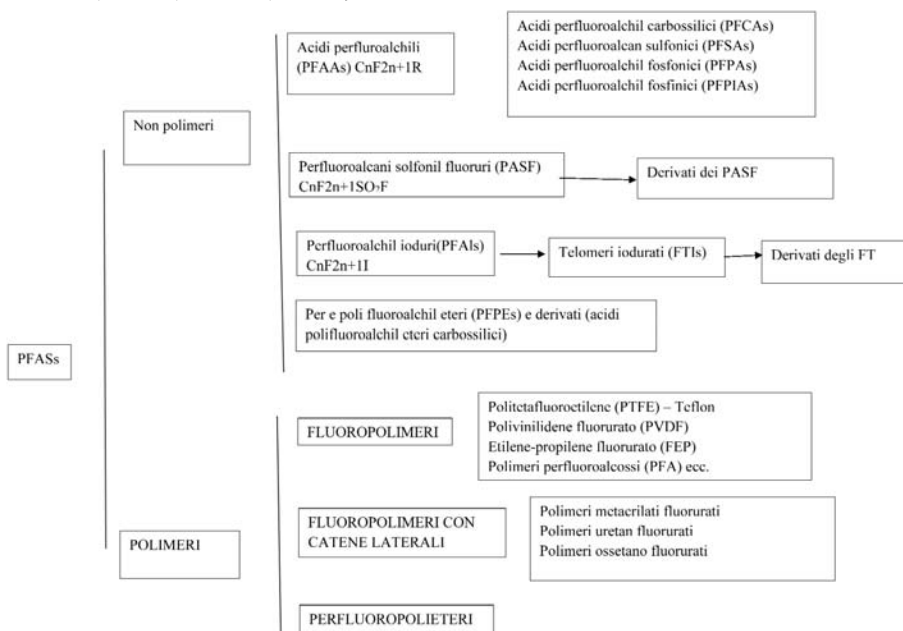
Le note fin qui riportate, oltre a ricordare sinteticamente, le basi chimiche delle produzioni (2) ove sono coinvolti i perfluoroalchili e inquadrarli pur sommariamente nella “storia” della chimica, intendono anche sottolineare la vastità del “mondo” dei composti fluorurati organici e la corrispondente difficoltà di tenerli “sotto controllo” se non con azioni preventive, prima che una nuova sostanza o un gruppo di sostanze venga uti-

lizzata in modo ampio.

### ALTERNATIVE AI PFASs

Il riconoscimento degli impatti relativi ai PFASs – da ultimo – con la vicenda Miteni di Trissino (VI) ha spinto a rivalutare le ricerche in atto per la sostituzione di questi intermedi nell’ambito dei principi base della prevenzione. Si dovrebbe, peraltro, partire da quelli relativi ai luoghi di lavoro. Non vanno mai dimenticati gli obblighi generali e specifici dei datori di lavoro “a) la valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza; b) la programmazione della prevenzione, mirata ad un complesso che integri in modo coerente nella prevenzione le condizioni tecniche produttive dell’azienda nonché l’influenza dei fattori dell’ambiente e dell’organizzazione del lavoro; c) l’eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico; d) il rispetto dei principi ergonomici nell’organizzazione del lavoro, nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, in particolare al fine di ridurre gli effetti sulla salute del lavoro monotono e di quello ripetitivo; e) la riduzione dei rischi alla fonte; f) la sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso; g) la limitazione al minimo del numero dei lavoratori che sono, o che possono esse-

**Figura 2: Classificazione generale delle sostanze per- e polifluoro alchiliche (PFAS) (Buck et al., 2011; OECD, 2013).**



Fonti: Buck, R. C.; Franklin, J.; Berger, U.; Conder, J. M.; Cousins, I. T.; De Voegt, P.; Jensen, A. A.; Kannan, K.; Mabury, S. A.; van Leeuwen, S. P. J. *Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins*. Integr Environ Assess Manag 2011, 7, 513–541; OECD (2013), OECD/UNEP Global PFC Group, *Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCs)*, Environment, Health and Safety Directorate, OECD. Paris, 2013

re, esposti al rischio; h) l'utilizzo limitato degli agenti chimici, fisici e biologici sui luoghi di lavoro; i) la priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale (...) (art. 15 Dlgs 81/2008).

In seguito alla Convenzione di Stoccolma (2001), che prevedeva la graduale eliminazione e diminuzione dell'uso di alcune sostanze nocive per la salute umana e per l'ambiente definite inquinanti organici persistenti (POPs – Persistent Organic Pollutants), molte aziende produttrici ed utilizzatori di sostanze PFAS hanno iniziato ad indagare su tecniche alternative chimiche e non, che consentissero di trovare sostanze alternative (sostituti) ai PFAS a catena lunga (PFOS e PFOA).

L'orientamento si è però concentrato su PFAS a catena corta senza considerarne le possibili caratteristiche tossicologiche o, peggio, considerandole "a priori" minori.

E' stato recentemente (novembre 2019) reso pubblico uno studio comparativo relativamente ai sostituti dei PFAS (5), lo studio raccoglie e riordina la letteratura sul tema (non si è occupato di sperimentazioni chimiche).(6) La ricerca (ed è un suo parziale limite) si è posta l'obiettivo di trovare dei PFAS a catena corta idonei "sostituti" dei PFAS a catena lunga (PFOA e PFOS) come pure dei sostituti dei PFAS a catena corta a loro volta utilizzati come sostituti dei primi ma che rappresentino una contaminazione globale con picchi come quelli connessi alla vicenda Miteni. La ricerca si è anche estesa alla individuazione di sostituti non fluorurati, questa ultima possibilità appare vincolata dagli usi ovvero risulta avere una concretezza attuale al di fuori dei

polimeri (produzione di materie plastiche come il Teflon).

Rispetto ad altre sostanze oggetto nel passato di "divieti" più o meno estesi (es. DDT e altri pesticidi), i PFAS sono numerosi e correlati ad una ampia gamma di applicazioni. Questo conferma che la via maestra, come indicato anche dal Manifesto di Madrid, è individuare sostituti non fluorurati.

Tornando allo studio citato, il criterio di individuazione dei sostituti è stato individuato nella minore pericolosità ed in particolare nelle proprietà di bioaccumulo e di persistenza nell'ambiente (PBT) come pure in relazione alle proprietà cancerogene, mutagene, teratogene (CMR) oltrechè quali interferenti endocrini.

In tale contesto, secondo l'ISS, ha importanza la differenza chimica tra il sottogruppo dei perfluoroalchili e relativi Sali (con catene ove i gruppi funzionali legati al carbonio sono interamente sostituiti da atomi di fluoro come nella figura 1) e quello dei polifluoroalchili ove rimangono dei gruppi funzionali non contenenti fluoro.

Lo studio ISS evidenzia che "I PFAS a catena corta sono sempre più utilizzati come alternativa ai PFAS a catena lunga (Lassen et al., 2015; ECHA, 2015). Tuttavia, alcuni autori (Bendel et al., 2018; Wang et al., 2017) hanno riportato che i PFAS a catena corta hanno proprietà di altissima preoccupazione secondo all'articolo 57, lettera f), del regolamento REACH. Sulla base di studi in vivo analizzati in Lassen et al. (2015) risulta che i PFAS a catena corta fino ad ora studiati sono quasi completamente assorbiti per via orale e/o per

**Tabella 1. Quantità di fluoropolimeri utilizzati in settori produttivi in Europa (2015), tonnellate e anno e valore economico (fonte: Plastics Europe)**

Tipologie di impieghi	Quantità impieghi nel 2015	Valore produzione 2015 (milioni di euro)
Settore trasporti (lubrificanti e additivi)	18.500 t	300
Industria chimica e energetica (rivestimenti anticorrosione)	16.500 t	220
Prodotti di consumo (pentole antiaderenti)	3.500 t	60
Elettronica (semiconduttori)	3.500 t	50
Imballaggi per alimenti e farmaci	3.000 t	40
Applicazioni tessili e in edilizia	3.000 y	40
Equipaggiamenti medicali	1.500 t	20
Prodotti per impianti ad energia rinnovabile (es rivestimenti celle fotovoltaiche, pale eoliche)	500 t	5
Altri utilizzi	2.000 t	30
<b>Totale</b>	<b>52.000 t</b>	<b>765</b>



inalazione, mentre l'assorbimento cutaneo può essere trascurabile. Sia gli acidi perfluoroalchilici a catena corta che quelli a catena lunga (PFAA) sono considerati metabolicamente inerti. Infatti, i forti legami C-F escludono qualsiasi normale processo di degradazione nell'organismo (Lassen et al., 2015; Scher et al., 2017)."

In altri termini "I PFAS a catena corta hanno proprietà diverse e devono essere valutati individualmente", ciò non è semplice anche utilizzando sistemi predittivi tossicologici disponibili e normalmente utilizzati nello studio di nuove sostanze.

Precedenti studi dell'UNEP (7) avevano già "inquadrato" le possibilità di sostituzione:

1) Sostanze aventi una catena per- o polifluorurata più corta (8).

2) Sostanze non contenenti fluoro (9).

3) Tecniche non chimiche (10).

L'aggiornamento di questa letteratura, nel citato studio dell'ISS, per quanto riguarda potenziali sostanze alternative al PFOA, individua 21 sostanze fluorurate "adatte" registrate in accordo al regolamento REACH sulle sostanze chimiche. Tuttavia, come riportato nel documento ECHA (11), non è stato possibile effettuare una valutazione completa per tutte le "alternative" a causa della scarsità dei dati forniti dai produttori. Pertanto, la valutazione è stata condotta solo su quattro sostanze, rispettivamente 6:2 FTOH (CAS n. 647-42-7), C3 Dimer salt (CAS n. 62037-80-3) altrimenti conosciuto come GenX, EEA-NH4 (CAS n. 62037-80-3) e ADONA (919005-14-4).

Tale valutazione risulta tuttora sospesa, ma per il GenX l'ECHA (giugno 2019) sulla base di un report dello Stato olandese ne ha proposto l'inserimento nell'allegato XIV ("candidate list") del regolamento REACH ovvero tra le sostanze soggette ad autorizzazione, quindi tra i "sorvegliati speciali" che potrebbero essere vietati o autorizzati con impieghi estremamente limitati e condizioni di uso (e protezione) estremamente restrittivi (12).

Per il FTOH è invece noto, non da ieri (13) che "il PFOA può essere ottenuto mediante processi di degradazione in ambiente a partire da fluorotelomeri (FTOH)", un sostituto che, degradandosi, produce la sostanza che si vuole sostituire non rappresenta certamente una scelta ottimale ... non è certamente una scelta ottimale.

Le alternative proposte non solo sono "parenti stretti" del PFOA ma, almeno per i due sopra evidenziati, hanno una pessima notorietà dal punto di vista tossicologico e di impatto ambientale e difficilmente possono superare un esame approfondito (esame che non è quello contenuto nel documento

dell'Istituto Superiore di Sanità).

Per quanto concerne potenziali sostanze alternative a PFOS, i suoi Sali e PFOSF, su un totale di 54 potenziali candidate, sono state identificate 17 molecole appartenenti alla classe 4 "unlikely to be persistent organic pollutants" (non conosciuti come inquinanti organici persistenti), quindi, secondo i criteri adottati potenzialmente idonee a far da sostituti al gruppo dei PFOS tenendo presente gli ampi ambiti di applicazione.

In conclusione, la gamma di sostituti potenziali dei PFAS varia in funzione delle applicazioni, le proposte più problematiche rimangono nel campo dei polimeri fluorurati proprio per la funzione che i PFAS (a catena lunga o corta che sia) hanno nel processo di polimerizzazione, mentre sono più agevolmente sostituibili in applicazioni diverse dal campo dei polimeri di utilizzo "tal quale".

La strada è ancora lunga ma non verrà percorsa e non si raggiungerà l'obiettivo se non viene posto chiaramente come tale dalle istituzioni sotto la "stretta sorveglianza" delle popolazioni esposte che devono superare le resistenze delle lobbies.

L'iniziativa citata relativa al GENX (inserimento della sostanza nella "candidate list" delle sostanze da sottoporre a verifica "stretta" e ad "autorizzazione" o divieto nell'ambito del regolamento REACH) ha infatti scatenato le reazioni delle imprese. La società Chemours si è opposta dichiarandola come non basata su "evidenze scientifiche" e che "si tratta di un precedente preoccupante per la nostra industria e la produzione nel suo complesso". Questa presa di posizione, proveniente dalla casa madre negli USA, mostra l'effetto che l'applicazione di un "principio ponte" (estendere una "presunzione" di pericolosità da sostanze note a sostanze non sufficientemente studiate ma con caratteristiche analoghe) e decisioni normative conseguenti può essere quello più utile per bloccare la pratica della continua modifica parziale delle molecole per farle sfuggire (almeno per molti anni) a restrizioni e/o divieti.

La risposta della azienda è infatti stata sul tema sanitario che "è stato dimostrato che l'HFPO-DA si elimina rapidamente dal corpo e non bioaccumula negli esseri umani come invece fanno i composti più vecchi" (PFOA-PFOS).

Il timore delle aziende, per esempio è che il "prossimo" PFAS ad essere considerato con gli stessi criteri sia il PFBS che, a sua volta, ha proprietà simili al GENX/HPFO-DA. La Norvegia sta preparando un dossier da presentare alla Agenzia Europea per la Chimica. Questo è un limite (ma anche una potenziale

forza se ben utilizzata): per stabilire un divieto o forti limitazioni d'uso di una sostanza la procedura è europea e non nazionale, ed è "individuale" cioè riferita alla singola sostanza, occorre un "processo" per ogni sostanza per arrivare alla decisione. In Europa sono registrate, come sostanze o come intermedi, ben 77 PFASs "alternativi" a PFOA e PFOS; come detto solo alcune iniziano ad essere sottoposte alla attenzione dell'Agenzia Chimica Europa. Detto questo, nulla impedisce che uno Stato

#### Note

1. Il termine composti perfluoroalchilici a catena lunga è riferito ad acidi perfluoroalchilcarbossilici con 8 o più atomi di carbonio (oppure con 7 o più catene perfluoroalchiliche  $C_nF_{2n+1}COOH$ , n F 7) oppure ad acidi perfluoroalchilsolfonici con 6 o più atomi di carbonio (oppure con 6 o più catene perfluoroalchiliche  $C_nF_{2n+1}SO_3H$ , n F 6).
2. Maggiori informazioni possono essere recuperate, per esempio in: Jeremy J. Reisinger, Marc A. Hillmyer "Synthesis of fluorinated polymers by chemical modification" Progress in polymer science, 27 (2002) 971-1005.
3. Plastics Europe "Socio-economic Analysis of the European Fluoropolymer Industry", 2017.
4. Plastics Europe "Plastics The facts 2019".
5. Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri "Studio finalizzato all'individuazione di potenziali sostituti delle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) a catena lunga di minore impatto ambientale e sanitario", aprile 2019.
6. Gli scopi dichiarati sono i seguenti: "1. individuare gli attuali usi industriali dei PFAS; 2. individuare le fonti bibliografiche e le banche dati dove reperire le informazioni sui PFAS a catena lunga e sulle sostanze alternative; 3. svolgere una ricognizione degli studi e dei dati disponibili sulle proprietà chimico-fisiche, tossicologiche, ecotossicologiche e di destino ambientale delle sostanze alternative ai PFAS a catena lunga; 4. utilizzare modelli predittivi per identificare e/o confermare le proprietà chimico-fisiche, tossicologiche, ecotossicologiche e di destino ambientale delle sostanze alternative ai PFAS a catena lunga; 5. definire un preliminare elenco delle sostanze PFAS a catena corta e di altre sostanze che possono sostituire i PFAS a catena lunga in base alle proprietà individuate; 6. confrontare le caratteristiche di pericolo per l'ambiente e la salute umana delle sostanze alternative di cui al punto 5 con quelle dei PFAS a catena lunga, tenendo conto degli usi industriali ed elaborando una graduatoria in base alle caratteristiche di pericolo.
7. Draft guidance on alternatives to perfluorooctane sulfonic acid and its derivatives (UNEP, 2011) e Technical paper on the identification and assessment of alternatives to the use of perfluorooctane sulfonic acid in open applications (UNEP, 2012), Risk management evaluation on pentadecafluorooctanoic acid (PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Persistent Organic Pollutants Review Committee (UNEP 2017).
8. "Alcuni esempi di gruppi di sostanze sono riportati di seguito: i. derivati di fluorotelomeri (6:2) come sostituti dei loro omologhi superiori ii. derivati del perfluorobutano sulfonilfluoruro (PBSF - perfluorobutane sulfonyl fluoride) come sostituti di prodotti chimici a base di perfluorotano sulfonil fluoruro (POSF) nei processi di rivestimento e trattamento di superfici. iii. composti mono- e poli-fluorurati-eter-funzionali (ad es. acidi polifluoroalchil etere carbossilico sono ausiliari di elaborazione alternativi per la produzione di fluoropolimeri), iv. ossetani fluorurati; v. altri poli-

come l'Italia, possa farsi promotore – "forte dell'esperienza acquisita sul campo" – di dossier su PFASs conosciuti affinché siano inseriti nella "candidate list" e quindi passati ad un vaglio dettagliato.

Magari partendo dal C6O4 che attualmente è oggetto di una procedura di modifica da parte della Solvay Solexis di Spinetta Marengo (14) che è comunque formalmente annoverato oggi tra le "alternative" anche dall'ISS.

meri fluorurati." (dal documento dell'ISS).

9. Spesso sono utilizzate per alcune applicazioni, in particolare quando è necessaria una tensione superficiale estremamente basse e/o idro- e oleorepellenza di lunga durata. Tuttavia, non sembrano funzionare così bene come i PFAS a catena lunga (OECD, 2013; Holt R., 2011). I gruppi principali di sostanze non contenenti fluoro sono riportate di seguito:

I. naftaleni propilati o bifenili (ad es.: agenti repellenti all'acqua per sistemi di protezione dalla ruggine, vernici marine, rivestimenti, ecc.); II. alcool grasso poliglicoletere solfato; III. solfosuccinati (ad es. per rivestimento superficiale, pitture e vernici); IV. tensioattivi idrocarburici (per l'industria fotografica); V. derivati del naftalene; VI. silossani e polimeri silicici (per l'impregnazione di tessuti, pelle e tappeti o per rivestimento superficiale, pitture e vernici); VII. cloruro di metilstearamide piridina (per l'impregnazione di tessuti, pelle e tappeti); VIII. eteri, ammine e solfati di glicol polipropilenico (polypropylene glycol ether) (dal documento dell'ISS). Per inciso: alcuni naftaleni e bifenili sono considerati disturbatori endocrini.

10. "In alcuni casi è possibile utilizzare tecniche non chimiche per sostituire i PFAS a catena lunga. Ad esempio, nel caso dei pesticidi, sono stati sviluppati vari metodi di controllo biologici, fisici o naturali per controllare le formiche tagliafoglie (*Atta spp.* e *Acromyrmex spp.*). Inoltre, i rivestimenti in schiuma e altri materiali barriera sono utilizzati per la soppressione delle nebbie nella placcatura elettrolitica come alternative non chimiche al fluorurato a base di PFOS. A seconda delle proprietà del materiale richieste, potrebbero anche essere disponibili altre tecniche che ad oggi non state ancora sviluppate." (dal documento dell'ISS)

11. "Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances" (ECHA, 2018).

12. ECHA "Support document for identification of 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(Heptafluoropropoxy)propionic acid, its salts and its acyl halides (covering any of their individual isomers and combination thereof) as substance of Very High Concern because of their hazardous properties which cause probable serious effects to human health and the environment which give rise to an equivalent level of concern to those of CMR1 and PBT/VPVB2 substance (article57F)" Adopted on 26 June 2019.

13. C. Minoia, E. Leoni, C. Sottani, G. Biamonti, S. Signorini, M. Imbriani "Interferenti endocrini. Schede monografiche. PFOS e PFOA", Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia, 2008, 30:4, 309-323.

14. Medicina Democratica "Modifica sostanziale della autorizzazione integrata ambientale rilasciata alla società Solvay Solexis Spa di Spinetta Marengo con DDAA2-206-2010. Inadeguatezza della documentazione disponibile e note relative." 27.11.2019, <https://www.medicinademocratica.org/wp/?p=8897>.

# Referenti di Medicina Democratica

## Movimento di Lotta per la Salute - O.N.L.U.S.

### SEGRETERIA NAZIONALE

- Via dei Carracci n° 2, 20149 Milano -  
segreteria@medicinademocratica.org  
Tel. 02/4984678

**Sottoscrizione della quota associativa  
annua alla O.N.L.U.S. o per la donazione  
per ricevere la Rivista (vedi a pag.  
70):**

**IBAN: IT31D0503401708000000018273**  
presso Banca Popolare di Milano, oppure  
con bollettino postale sul c/c  
**001016620211.**

### Redazione e diffusione della Rivista

Fax: 0331/501792

E-mail: [medicinademocratica@alice.it](mailto:medicinademocratica@alice.it)

Sede M.D. della provincia di Varese,  
Via Roma n° 2, 21053 - Castellanza (VA)

### CALABRIA

- Ferruccio Codeluppi, via Villini Damiani  
15/O, 89822 Serra San Bruno (CZ) tel  
096371231

- Alberto Cunto, via della Repubblica 46,  
87028 Praia a Mare - tel./fax 0985-74030,  
cell. 3883649126, e-mail [albertocnt@libero.it](mailto:albertocnt@libero.it) oppure [a.cunto@tiscali.it](mailto:a.cunto@tiscali.it)

### SICILIA

- Franco Ingrassia, Via Simone Cuccia 12,  
90144, Palermo, tel 091/303669

### EMILIA ROMAGNA

- Bruna Bellotti, via Bellaria 55, 40139  
Bologna, email [dirsenbar@yahoo.it](mailto:dirsenbar@yahoo.it)

- Gentilini Patrizia, via Nievio 5, 47100  
Forlì, patrizia.gentilini@villapacinotti.it  
- Monfredini Roberto, via Montegrappa  
15, Solignano di Castelvetro (MO), tel  
338 4566388, robertomonfredini@gmail.  
com

- Amedeo Corsi, Viale G. Carducci 33,  
47921, Rimini, tel. 3357314256.  
[amedeo.corsi@gmail.com](mailto:amedeo.corsi@gmail.com)

### LAZIO

- Antonio Valassina c/o Università  
Cattolica, largo E. Gemelli 8; email [antnio@liblab.it](mailto:antnio@liblab.it)

### PIEMONTE

- Sezione di Alessandria - Tino  
Balduzzi, tel. 3456111117, [tino.balduzzi@libero.it](mailto:tino.balduzzi@libero.it)

- Renato Zanoli, via G. Emanuel 16,  
10136 Torino, tel. 3384054068 -  
011392042, email [renatozanoli@libero.it](mailto:renatozanoli@libero.it)  
- Enzo Ferrara, c/o Centro Studi Sereno  
Regis, via Garibaldi 13 - 10122 Torino  
(tel. 3398555744), e.ferrara@inrim.it  
- Cavagna Carla, via Mossotti 3, 28100  
Novara tel 0321612944; 3336090884 e-  
mail [carla.cavagna@libero.it](mailto:carla.cavagna@libero.it)

- Dario Miedico, Arona (NO), tel  
335265547, email [nuovoulisse@alice.it](mailto:nuovoulisse@alice.it)

### LOMBARDIA

- Sede M.D. Milano. Via dei Carracci 2,  
- Sede M.D. della Provincia di Varese,  
via Roma 2, 21053 Castellanza, fax  
0331501792;

- Duca Piernigorgio, via Bramante 23, 20154  
Milano, [piernigorgio.duca@unimi.it](mailto:piernigorgio.duca@unimi.it)

- Matteo Orlandi, via Biancardi 9 Lodi.  
Cell 3922485840

- Silvana Cesani, via Borgo Adda n° 3,  
20075 Lodi, Tel. 0371/423481; Cell.  
335/7595947

- Stefano Debbia, via S. Giovanni 11,  
21053 Castellanza (VA) tel 0331500385,  
fax 0331501792

email: [debbiaste@libero.it](mailto:debbiaste@libero.it)

- Walter Fossati, via Moscova 38, 20025  
Legnano (MI) tel 0331599959 -  
3284840485

- Elisabeth Cosandey, viale Campania 4,  
20077 Melegnano (MI), tel. 029836928

- Laura Valsecchi, Unità Spinale -  
Niguarda Cà Granda, Piazza Ospedale  
Maggiore 3 - 20162 Milano tel  
0264443945 - 023313372 e-mail:  
[lauravalse@libero.it](mailto:lauravalse@libero.it)

- Marco Caldiroli, via Quintino Sella  
115, 21052 Busto Arsizio (VA) e-mail:  
[marcocaldirolialice.it](mailto:marcocaldirolialice.it)

Alberto Marino. Sezione MD di Brescia  
Via Valene 9e, 25087 Salo' BS Tel 338  
8329981-0365520830, [caafnm@libero.it](mailto:caafnm@libero.it)  
- Gabriella Liberini, Sezione MD Brescia,  
[gabriellaliberini@virgilio.it](mailto:gabriellaliberini@virgilio.it), tel 3396976563

### PUGLIA

- Tonino d'Angelo, via Cantatore 32/N,  
71016 San Severo (FG), tel 0882228299;  
fax 0882228156

### CAMPANIA

- Paolo Fierro, Traversa Privata  
Maffettone 8, 80144, Napoli  
tel 3274514127;

e-mail [tabibfierro@hotmail.com](mailto:tabibfierro@hotmail.com)

### BASILICATA

Sede M.D. via E. De Martino 65, 75100  
Matera.

- Mario Murgia, via Martino 47, 75100  
Matera, tel. 340.7882621 email:  
[info@associazioneespostiamiantovalbasento.it](mailto:info@associazioneespostiamiantovalbasento.it)

### TOSCANA

Sede M.D. Firenze, Piazza Baldinucci  
8/rosso, 50129 Firenze

- Gino Carpentiero, via Montebello 39,  
50123, Firenze, tel 055285423;  
e-mail [ginocarpe@tele2.it](mailto:ginocarpe@tele2.it); cell. 347-  
5481255

- Beppe Banchi, via Incontri 2, 50139,  
Firenze, tel 055412743, e-mail:  
[xxlber@tin.it](mailto:xxlber@tin.it)

- Maurizio Marchi, via Cavour 4, 57013  
Rosignano Solvay (LI) tel 328-4152024; e-  
mail: [maurizio.marchi1948@gmail.com](mailto:maurizio.marchi1948@gmail.com)

- Floridi Amanda, via Verdi 110, 57127  
Livorno;

- Liliana Leali via Montebello 38, 50123  
Firenze tel. 3280535454

- Marcello Palagi, via XX Settembre n° 207,  
54031 Avenza (MS). tel. 0585/857562  
e-mail: [eco.apuano@virgilio.it](mailto:eco.apuano@virgilio.it);

-Del Soldato Maria Via di Porto 279/A,  
Massarosa (LU), e-mail [giannini3@virgilio.it](mailto:giannini3@virgilio.it);  
- Avv. Alessandro Rombola, via Luca  
Giordano 7/E, 50132 Firenze, tel.  
055.2638296, fax: 055. 5000342, cell.  
338.8027193, mail: [alessandro@studiorombola.it](mailto:alessandro@studiorombola.it)

### VENETO

- Franco Rigosi - via Napoli 5 - 30172  
Mestre (VE) - tel. 041/952888 - e-mail:  
[franco.rigosi@fastwebnet.it](mailto:franco.rigosi@fastwebnet.it)

- Maria Chiara Rodeghiero, piazza Biade  
11, 36100 Vicenza  
[rodeghieromc@gmail.com](mailto:rodeghieromc@gmail.com);

- Paolo Nardin, via Don Sante Ferronato  
n° 44/2, 33030 Pianiga (VE), tel.  
3497447189,  
e-mail: [paolonardin48@alice.it](mailto:paolonardin48@alice.it)  
(referente per Padova e provincia);

### MARCHE

- Loris Calcina, via Campanella 2, 60015  
Falconara Marittima (AN).  
Tel. 3339492882, [lokalci@libero.it](mailto:lokalci@libero.it);

### LIGURIA

- Sede M.D. Via Crispi 18 rosso, 17100  
Savona, tel. 0192051292, e-mail:  
[medidemosavona@tiscali.it](mailto:medidemosavona@tiscali.it)

- Maurizio Loschi, via Luccoli 17/7,  
17072 Albisola Mare (SV), tel.  
019486341 cell.3474596046, e-mail  
[maloschi@alice.it](mailto:maloschi@alice.it), skype: mauryematty  
- Eraldo Mattarocci, cell.3486039079  
[ermatta@yahoo.it](mailto:ermatta@yahoo.it);

- Avv. Rita Lasagna Piazza della Vittoria  
14/18 Savona 17100, cell. 3356152757

- Valerio Gennaro via Trento 28, 16145  
Genova, tel. 010.310260 - 010.5558.557  
(ore 9.00-19.00) skype: [valeriogennaro1](mailto:valeriogennaro1);  
e-mail: [valerio.gennaro52@gmail.com](mailto:valerio.gennaro52@gmail.com).

- Marco Spezia, cellulare 348 5863171,  
[sp-mail@libero.it](mailto:sp-mail@libero.it);

-Luca Trentini Via Vecchia di Biassa 36 La  
Spezia tel. 347 9475350 email [lutren@libero.it](mailto:lutren@libero.it);

### SARDEGNA

- Francesco Carta, via Toscanini 7,  
09170 Oristano, [medicinademocratica.sardegna@gmail.com](mailto:medicinademocratica.sardegna@gmail.com)

**Da : IO CHI  
Sentenze poetiche**

**E io ho pensato  
che il mondo non può finire  
perché anche l'ultima persona che è morta  
ha lasciato così tanto bene  
che per l'eternità  
l'universo ci si poggerà sopra**

**Fermiamoci a pensare  
fermiamoci a pensare  
per domandarsi dove andiamo  
e che cosa facciamo  
per chi lo facciamo  
non più bestie da soma  
ma donne, bambini e uomini  
che vogliono cambiare il mondo  
per vivere l'attimo della vita**

**Guerre guerre e guerre  
scatenate dai padroni  
delle fabbriche di armi  
assecondate dai capi di governo  
manovrate dai figli  
di donne innocenti**

**Se voi aveste visto  
come me  
un ragno tessere la tela  
sapreste com'è prezioso il mondo**