NotiziarioInca

N.1/2013

Quaderni di Medicina Legale del Lavoro

Amianto

Problematiche medico-legali aperte

TARIFFA R.O.C. - POSTE ITALIANE S.P.A. - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - D.L. 353/2003 (CONV. IN L. 27/02/2004 N. 46) ART. 1 COMMA 1, DCB ROMA - NOTIZIARIO INCA - ANNO XXXI - N. 1/2013 - € 6,00

inca
il Patronato della CGIL

NotiziarioInca

N. 1 / 2013
Quaderni di Medicina Legale del Lavoro

Amianto

Problematiche medico-legali aperte

DIRETTORE RESPONSABILE
Lisa Bartoli

REDAZIONE
Sonia Cappelli

Via G. Paisiello 43
00198 Roma
Tel. (06) 855631
Fax (06) 85352749
E-mail:
comunicazione-informazione@inca.it

PROPRIETÀ E AMMINISTRAZIONE
Ediesse srl
Viale di Porta Tiburtina 36
00185 Roma
Tel. (06) 44870283/260
Fax (06) 44870335

ABBONAMENTO NOTIZIARIO INCA
annuo € 25,00 - estero € 50,00
una copia € 6,00
C/C post. n. 935015
intestato a Ediesse srl
Viale di Porta Tiburtina 36
00185 Roma, indicando la causale
di versamento «Notiziario Inca»

Spedizione in abbonamento
postale 45% comma 20/b art. 2,
legge 662/1996 Filiale di Roma
iscritto al n. 363/83 del Registro
delle pubblicazioni periodiche
del Tribunale di Roma
il 22.12.1983

Progetto grafico: Antonella Lupi
Stampa: Tipografia O.GRA.RO. srl
Vicolo dei Tabacchi, 1 - Roma

CHIUSO IN TIPOGRAFIA
IL 11 APRILE 2013

Sommario

Relazioni

- Principali problematiche medico-legali aperte in tema di amianto 7
  di Gianpiero Cassina
- I meccanismi onco-patogenetici delle fibre di amianto 11
  di Bice Fubini
- L'esposizione ad amianto nei settori produttivi 15
  di Carlo Sala

Allegati

- A proposito del ruolo delle fibre fini nell'eziologia del mesotelioma 53
  Considerazioni sull'articolo del prof. Chiappino: «Mesotelioma: il ruolo delle fibre ultrafini e conseguenti riflessi in campo preventivo e medico legale»
  di Gianpiero Cassina
- Il IV Rapporto ReNaM 63
  a cura di Marco Bottazzi
  In allegato: Tabelle 13 - 15 - 16 del IV Rapporto ReNaM
- Siti di interesse nazionale per l'amianto 81
  Estratto dal «Progetto Sentieri»
  Epidemiol. Prev. 2011; 35 (5-6) Suppl. 4

Relazioni

NotiziarioInca
Quaderni di Medicina Legale del Lavoro

Principali problematiche medico-legali aperte in tema di amianto

di Gianpiero Cassina *

Le conseguenze sanitarie dovute all'uso dell'amianto sono purtroppo destinate a proseguire a lungo. Si stima per il mesotelioma un tasso grezzo di incidenza annuale di 4,1/100.000 per i maschi e 1,56/100.000 per le femmine, destinato a ridursi solo a partire dal 2015 (1).

Molte tematiche inerenti al contrasto delle malattie asbesto-correlate sono esaurientemente trattate in un recente quaderno del Ministero della Salute (2).

Lo scopo di questo convegno è quello di approfondire alcune tematiche molto importanti dal punto di vista medico-legale, sia per il loro impatto sul riconoscimento dell'eziologia professionale in sede Inail che per l'esito delle controversie giudiziarie in sede civile e penale.

Sul versante assicurativo Inail due questioni appaiono di rilevante interesse.

La prima riguarda l'individuazione di attività in cui, pur in assenza di prove documentali, spesso difficili da reperire, si può ritenere sufficientemente probabile l'esposizione professionale all'amianto. Sul punto sembrerebbe ragionevole far riferimento ai rapporti del Registro Nazionale Mesoteliomi.

La seconda riguarda la valutazione circa la sussistenza di elementi sufficienti per inserire tra le patologie riconducibili all'esposizione professionale all'amianto anche neoplasie diverse dal carcinoma polmonare e dal mesotelioma. Ciò anche alla luce della recente revisione dello Iarc (3).

Sul versante del contenzioso giudiziario civile e penale si aggiungono alle precedenti altre questioni sempre presenti nella contrapposizione tra le parti, che vanno opportunamente distinte nel caso si tratti di mesotelioma o carcinoma polmonare.

* Medico del lavoro Inca Cgil Bergamo

Nel caso del mesotelioma l'argomentazione principale con cui la consulenza di parte datoriale sostiene l'insussistenza della responsabilità è la non prevenibilità della neoplasia. Gli elementi a sostegno dell'ipotesi sono sostanzialmente due.

Il primo riguarda la teoria della supposta esclusiva patogenicità delle fibre ultracorte e ultrafini e la conseguente impossibilità di impedirne l'inalazione attraverso le comuni norme di prevenzione introdotte da Chiappino (4). Sull'argomento oltre al sottoscritto (5) con ben altra autorevolezza hanno contro argomentato numerosi autori (6). La tesi di Chiappino è stata del resto smentita proprio da un autore da lui citato (7). Le stesse conclusioni «there was little evidence in their analyses that thin fibres (width < 0.4 or < 0.2 m) were stronger predictors of mesothelioma potency than all fibre widths combined» si leggono nella già citata recentissima monografia dello Iarc (3). Non risulta che alcun ente di normazione nazionale e internazionale abbia preso in seria considerazione tale teoria. Abbiamo ritenuto l'argomentazione tanto debole e ormai sussurrata a bassa voce e con scarsa convinzione anche dagli stessi consulenti di parte datoriale, da escluderla dall'approfondimento odierno.

Il secondo argomento riguarda l'importanza determinante delle esposizioni iniziali nell'eziopatogenesi del mesotelioma, che sarebbe patologia sostanzialmente dose-indipendente e pertanto non prevenibile anche con l'adozione dei migliori provvedimenti di prevenzione all'epoca tecnologicamente fattibili. L'argomentazione serve a negare non solo la possibilità di azzerare il rischio di contrarre il mesotelioma (affermazione senz'altro condivisibile), ma la stessa possibilità di ridurne il rischio. Ciò contrasta con la grande maggioranza delle evidenze epidemiologiche per cui il tasso di mortalità cresce linearmente con l'intensità dell'esposizione e, per una data intensità, dopo la cessazione dell'esposizione, cresce indefinitivamente e approssimativamente con la seconda o terza potenza del tempo dall'inizio dell'esposizione, sottratta la latenza minima di 10 anni. Tale stima è stata confermata recentemente dallo Iarc (3). Anche in ambito giurisprudenziale la Suprema Corte di Cassazione ha affermato che la teoria della trigger dose non rappresenta un modello eziologico plausibile, bensì una mera congettura (*Sez. IV, 12 novembre 2008, n. 42128*).

Un'altra tematica spesso presente nella contrapposizione delle parti nel contenzioso civile e penale riguarda la prevedibilità del danno. I consulenti di parte datoriale sono soliti sostenere che per l'Italia il Congresso nazionale della Società italiana di Medicina del lavoro, tenutosi a S. Vincent nel 1971, ha costituito il primo momento chiarificatore sul tema della prevedibilità del mesotelioma. Indiscusso appare invece il fatto che la cancerogenicità dell'amianto fosse nota negli ambienti scientifici già a partire almeno dagli anni '60 (8).

Sul punto la sentenza di Cassazione (*Sez. IV, sentenza n. 988 dell'11-07-2002*) per cui «in caso di responsabilità colposa per violazione di norme prevenzionali, la circostanza che la condotta antidoverosa, per effetto di nuove conoscenze tecniche e scientifiche, risulti nel momento del giudizio produttiva di un evento lesivo, non conosciuto quale sua possibile implicazione nel momento in cui è stata tenuta, non esclude la sussistenza del nesso causale e

dell'elemento soggettivo del reato sotto il profilo della prevedibilità, quando l'evento verificatosi offenda lo stesso bene alla cui tutela avrebbe dovuto indirizzarsi il comportamento richiesto dalla norma, e risulti che detto comportamento avrebbe evitato anche la lesione in concreto attuata» ha improntato la stragrande maggioranza delle sentenze. Con analoga motivazione la sentenza di assoluzione in primo grado nel processo Montedison di Porto Marghera è stata ribaltata in Appello con sentenza di condanna, poi confermata in Cassazione. Per questo fatto non abbiamo ritenuto di inserire questo della conoscibilità tra gli argomenti del convegno, ritenendolo ormai risolto in sede giurisprudenziale.
Nel caso del carcinoma polmonare la questione di maggiore rilevanza nelle controversie civili è la natura della sinergia tra amianto e abitudine tabagica, nonché il ruolo del fumo negli ex fumatori (9, 10). La probabilità con cui si può affermare, in condizioni di esposizione cumulativa professionale significativa, che l'amianto abbia ridotto le *chances* di non ammalare di carcinoma polmonare in un soggetto con abitudine tabagica, sono del tutto diverse se si ammette una sinergia di tipo additivo o moltiplicativo (11,12).

▼ Bibliografia

1. Inail - Il Registro Nazionale dei Mesoteliomi, IV rapporto, 2012.
2. «Stato dell'arte e prospettive in materia di contrasto alle patologie asbesto-correlate» - Quaderni del Ministero della Salute, numero 15, maggio-giugno 2012.
3. Iarc, «Arsenic, metals, fibres, and dusts. A review of human carcinogens», Monographs 100C (2012), p. 219.
4. Chiappino G., «Mesothelioma: the aethiological role of ultrathin fibres and repercussions on prevention and medical legal evaluation», Med. Lav. 2005; 96; pp. 3-23.
5. Cassina G., «Considerazioni sull'articolo del prof. Chiappino», Quaderni di Medicina Legale del Lavoro, 2006 e 2013.
6. Tomatis L. *et al.*, «Il ruolo della dimensione delle fibre di amianto nella patogenesi e nella prevenzione del mesotelioma», Epidemiologia e Prevenzione, anno 30 (4-5), luglio-ottobre 2006, pp. 289-294.
7. Paoletti L., Bruni B.M., «Size distribution of amphibole fibres from lung and pleural tissues sampled from mesothelioma cases due to environmental exposure», Med. Lav. 2009 Jan-Feb, 100(1), pp. 11-20.
8. Carnevale F., Chellini E., «La diffusione delle informazioni sulla cancerogenicità dell'amianto nella comunità scientifica italiana prima del 1965», Med. Lav., 1995, 86, 4, pp. 295-302.
9. Doll R., Peto R., «Cigarette smoking and bronchial carcinoma: dose and time relationships among regular smokers and lifelong non-smokers», Journal of Epidemiology and Community Health, 1978, 32, pp. 303-313.

10. Crispo A. *et al.*, «The cumulative risk of lung cancer among current, ex – and never – smokers in European men», Br. J. Cancer, 2004, 91(7), pp. 1280-1286.
11. McElduff P., Attia J., Ewald B., Cockburn J., Heller R., «Estimating the contribution of individual risk factors to disease in a person with more than one risk factor», J. Clin. Epidemiol, 2002 Jun, 55(6), pp. 588-592.
12. Lee P.N., «Relation between exposure to asbestos and smoking jointly and the risk of lung cancer», Occup. Environ. Med. 2001, 58, pp. 145-153.

NotiziarioInca
Quaderni di Medicina Legale del Lavoro

I meccanismi onco-patogenetici delle fibre di amianto

di Bice Fubini *

Per quanto i meccanismi molecolari alla base della patogenicità delle fibre di amianto non siano ancora stati completamente chiariti, la comunità scientifica è concorde nel considerare **forma fibrosa** (fibre lunghe e sottili), **reattività di superficie** (rilascio di radicali e specie reattive dell'ossigeno, Ros) e elevata **biopersistenza** (bassa frammentazione, scarsa solubilizzazione e clearance rallentata) le tre caratteristiche degli amianti che concorrono a determinarne la patogenicità (Kane, 1996; Iarc, 2012).

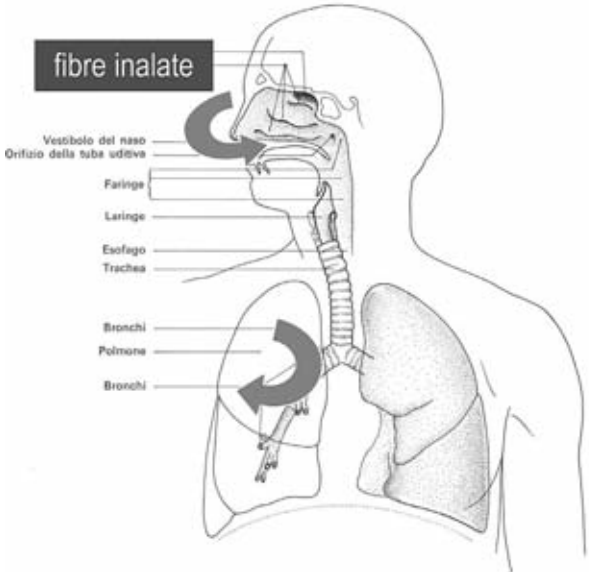


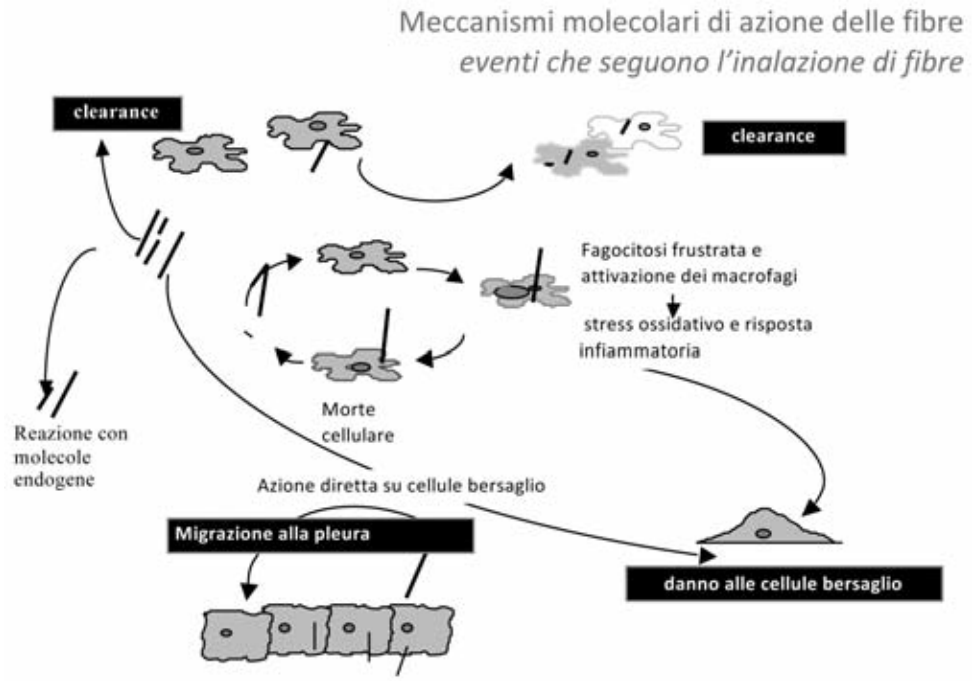
FIGURA 1
INALAZIONE DELLE FIBRE

Le fibre inalate raggiungono gli alveoli polmonari (fig. 1) dove attivano il sistema immunitario con richiamo di macrofagi alveolari che tentano di liberare la parete polmonare dal corpo estraneo fagocitandola e portandola con un meccanismo di clearance verso i vasi linfatici. Questo tentativo ha successo se le fibre sono corte e non danneggiano il fagolisosoma

* Docente di Chimica generale nella Facoltà di Farmacia dell'Università di Torino

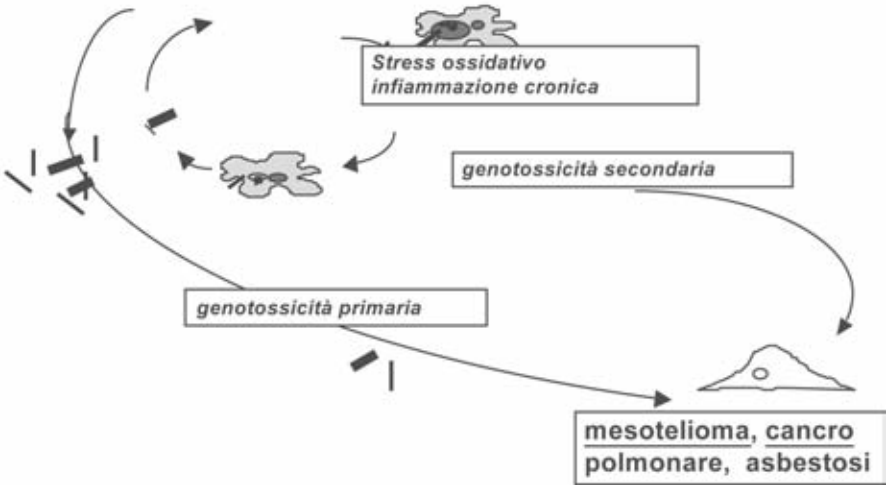
all'interno del macrofago, ma, più spesso, specie con fibre lunghe, si ha una fagocitosi frustrata, il macrofago attivato muore rilasciando la fibra ed il suo contenuto di ossidanti, acidi, fattori infiammatori (chemochine e citochine), enzimi litici sulla parete polmonare. Nuovi macrofagi vengono richiamati e si instaura un ciclo di re-ingestioni successive, con conseguente stato di infiammazione cronica, favorito anche da una reazione delle fibre con acido ascorbico e glutatione, principale difesa antiossidante della parete polmonare, quindi un meccanismo di genotossicità secondaria. Al contempo le fibre possono direttamente danneggiare le cellule epiteliali o, migrando nella pleura, le cellule mesoteliali, attraverso un rilascio di radicali liberi /Ros generati alla superficie della fibra stessa da ioni ferro isolati (Fubini & Otero Aréan, 1999; Turci *et al.*, 2011). Le fibre si depositano sulla pleura viscerale, ma attraverso gli stoma possono in parte venire epurate, un fenomeno che privilegia le fibre corte mentre le più lunghe rimangono sulla pleura (Donaldson *et al.*, 2010). Entrambi i meccanismi quindi spiegano la maggiore pericolosità delle fibre lunghe, rigide, sottili e molto biopersistenti. La figura 2 illustra quello che avviene a livello degli alveoli polmonari.

FIGURA 2 - CONSEGUENZE DELLE INTERAZIONI DELLE FIBRE CON IL SISTEMA IMMUNITARIO L'EPITELIO POLMONARE E LA PLEURA



Le conseguenze di quanto descritto sono genotossicità primaria (diretta e indiretta) e secondaria (vedi figura 3), primo stadio di una evoluzione verso le neoplasie.

FIGURA 3 - DALL'ESPOSIZIONE ALLA GENOTOSSICITÀ ALLE NEOPLASIE



Dal meccanismo descritto risulta evidente che il rischio associato ad una data esposizione dipenderà da:

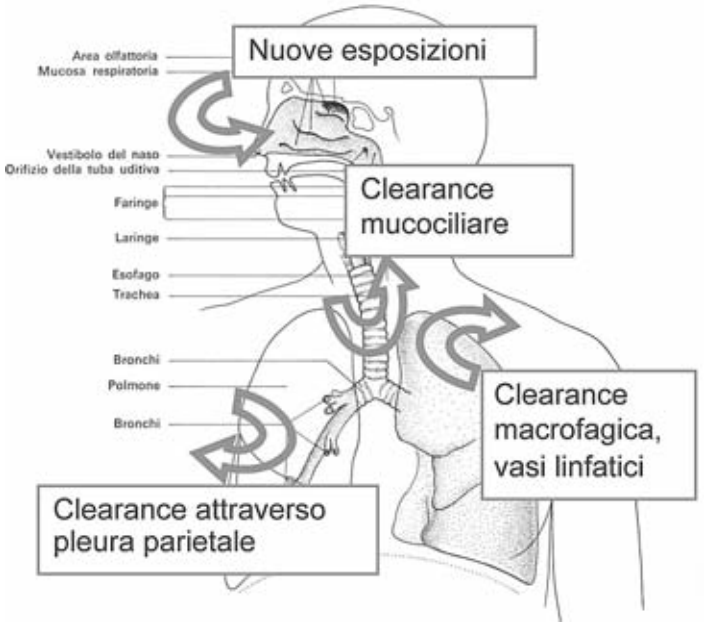
– **aspetti qualitativi** quali natura delle fibre (tipologia di amianto, sorgente del minerale, diametro e lunghezza delle fibre);
– **aspetti quantitativi** (entità e durata dell'esposizione, attivazione dei meccanismi di clearance).

▼ Clearance, esposizione e biopersistenza: la situazione «dinamica» del carico polmonare

Vi sono varie vie mediante le quali il corpo si libera delle fibre inalate e depositate nei polmoni, come illustrato in figura 4. Appena inalate mediante la clearance mucociliare, mediante la clearance attraverso i vasi linfatici operata dai macrofagi, come precedentemente descritto, ed infine attraverso gli stomi della pleura parietale, quando abbiano raggiunto lo spazio intrapleurico. Possono anche venire eliminate per progressiva dissoluzione, ma nel caso degli amianti la solubilità è bassissima; tuttavia una solubilizzazione incongruente, cioè prima viene rilasciata la componente di ioni metallici seguita poi dal collasso della struttura silicica, è già stata osservata per il crisotilo. Per **clearance** si intende quindi la eliminazione delle fibre da un dato compartimento biologico (es polmone, pleura, peritoneo). È molto importante conoscere il **tempo di emivita**: tempo che impiega un carico di fibre a dimezzarsi, **in assenza di successive esposizioni.**

Per **biopersistenza** si intende il tempo di persistenza di una fibra in un dato compartimento biologico, ed è la conseguenza di trasformazione, translocazione e solubilità delle fibre nei fluidi biologici.

FIGURA 4 - LA SITUAZIONE DINAMICA DEL CARICO POLMONARE



Nel caso di successive esposizioni alle fibre di amianto esiste quindi una situazione **dinamica** per quanto riguarda la loro permanenza negli organi bersaglio in quanto quelle inalate nel succedersi delle esposizioni vanno a rimpiazzare quelle eliminate mediante i vari processi di clearance, mantenendo quindi un elevato carico di fibre a livello polmonare.

▼ Dove sorgono a questo livello le problematiche medico legali?

1. Valutazione entità esposizione
2. Presenza di effetti sinergici: coesposizione ad altre sostanze tossiche e fumo di sigaretta
3. Dimensioni delle fibre e pericolosità (quindi rischio)
4. Importanza delle prime esposizioni
5. Valutazione del carico polmonare
6. Ipotesi sui meccanismi di clearance.

NotiziarioInca
Quaderni di Medicina Legale del Lavoro

L'esposizione ad amianto nei settori produttivi

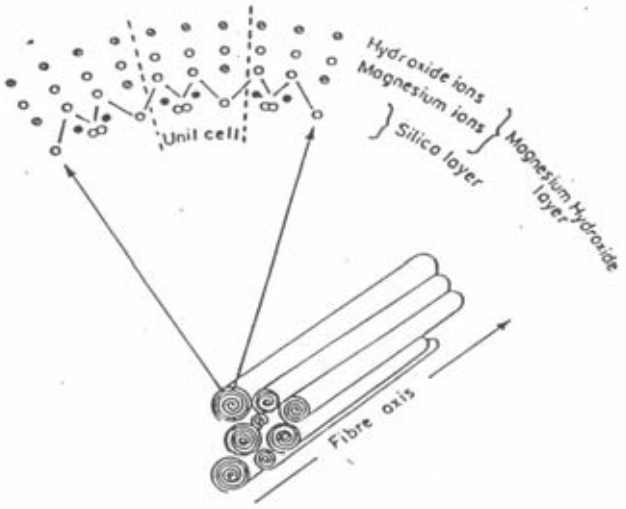
di Carlo Sala *

▼ Generalità

Struttura e proprietà

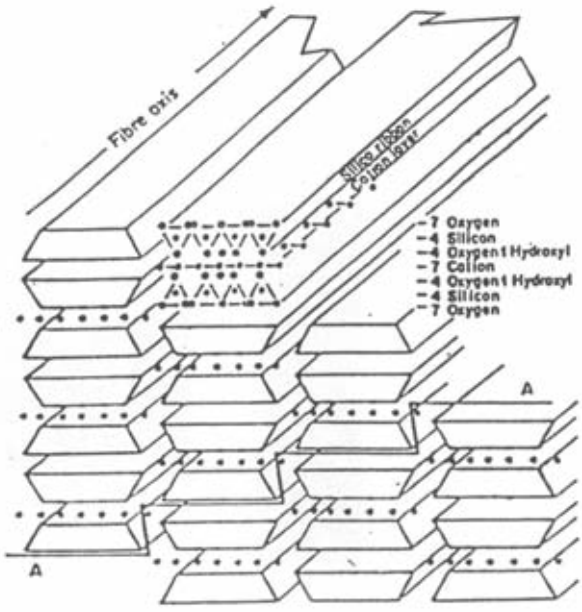
Le varie forme di amianto rientrano nei silicati naturali fibrosi e cristallini nel sistema monoclino e orto rombico e si possono suddividere in due famiglie: serpentini e anfiboli, con le strutture proposte da Hodgson A.A., *et al.* (1977), *Nature and Paragenesis of Asbestos Minerals*, in *Phil. Trans R. Soc. Lond. A.*, 286 (1336), pp. 611-624.

FIBRE DI SERPENTINO

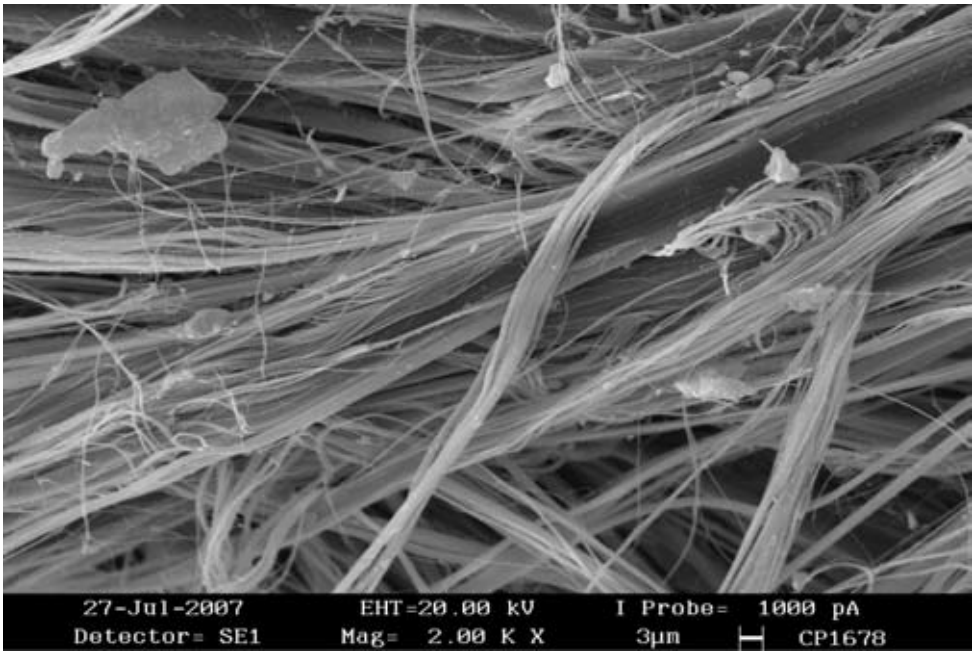


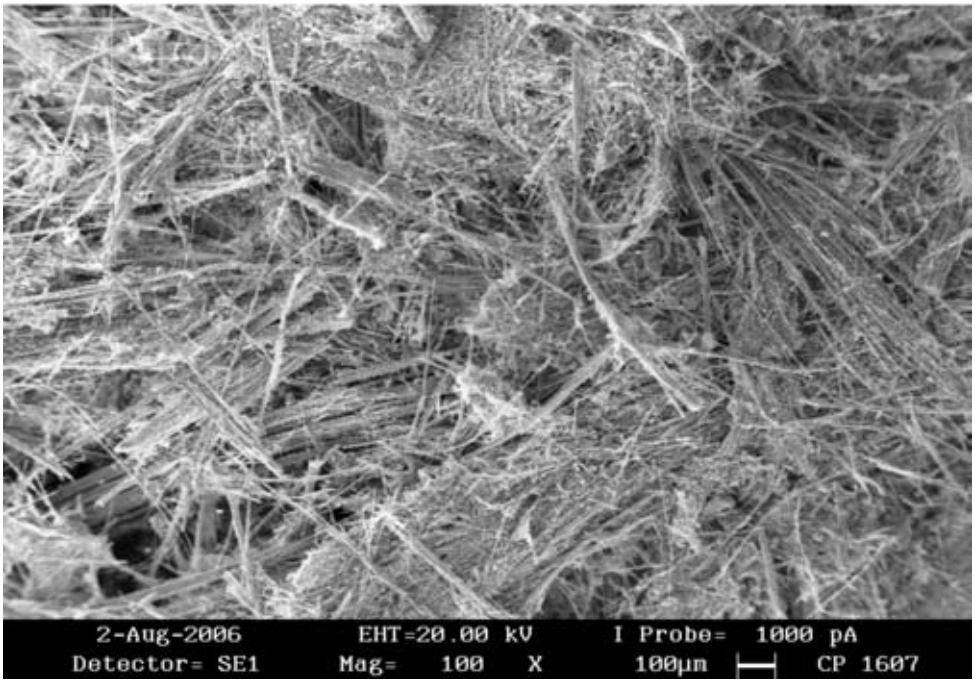
* Già dirigente Uo Rischio chimico ed epid. ambientale Arpa Lombardia

FIBRE DI ANFIBOLO



FIBRE DI CRISOTILO





Tra gli amianti di serpentino ricordiamo il crisotilo e tra gli anfiboli amosite, crocidolite, tremolite, actinolite, antofillite.
Le dimensioni della cella elementare del reticolo cristallino differiscono nettamente tra serpentini e anfiboli e sono simili tra gli anfiboli; ciò contribuisce al tipo di sfaldamento del reticolo e alla tipologia di fibra che ne deriva. Per i tipi di amianto più ricorrenti le dimensioni in nanometri sono rispettivamente

Amianto	**a**	**b**	**c**
crisotilo	0,53	0,92	0,72
amosite	0,956	1,83	0,535
crocidolite	0,989	1,795	0,53
tremolite	0,982	1,805	0,528

La sfaldatura per il crisotilo avviene secondo il piano cristallino 010 mentre per tutti gli anfiboli avviene secondo il piano 110. *La sfaldatura comporta comunque la generazione di fibre a diametro sempre inferiore*. Il diametro delle fibre elementari del crisotilo è di 0,02 µm, dell'amosite di 0,1 µm e della crocidolite di 0,08 µm.

La formula chimica ed il relativo numero Cas costituiscono un riferimento formale in quanto in natura si possono trovare all'interno dello stesso reticolo delle sostituzioni di ioni in funzione del giacimento in cui si è formato attraverso processi metamorfici.

crisotilo	$Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$	12001-29-5
amosite	$(Fe\ Mg)_7\ Si_8O_{22}\ (OH)_2$	12172-73-5
crocidolite	$Na_2\ Fe_2^{3+}\ (Fe^{2+}\ Mg)_3\ Si_8O_{22}\ (OH)_2$	12001-28-4
tremolite	$Ca_2\ Mg_5\ Si_8O_{22}\ (OH)_2$	14567-73-8
actinolite	$Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$	12172-67-7
antofillite	$Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$	17068-78-9

La composizione del crisotilo che tiene conto degli elementi vicarianti è la seguente:

$$(Mg_{3-x-y}\ R_x^{+2}\ R_y^{+3})(Si_{2-y}\ R_y^{+3})O_5\ (OH)_4$$

dove $R^{2+} = Fe^{2+}$, Mn^{2+} o Ni^{2+} e $R^{3+}=Al^{3+}$ o Fe^{3+}

Per quanto riguarda in particolare gli amianti di anfibolo si può scrivere una formula generale che tiene conto anche dei possibili elementi vicarianti

$$A_{0-1},\ B\ {}_2C_5T_8O_{22}\ (OH,\ O,\ F,\ Cl)_2$$

A= Na, K

B= Na, Ca, Mg, Fe^{+2}, Mn, Li

C= Al, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Ti, Mg, Mn, Cr

T= Si, Al

Le proprietà chimiche e strutturali e in particolare quelle di superficie rivestono un ruolo importante per l'interazione con biomolecole all'interno dell'apparato respiratorio (Fubini B., Mollo L., *Role of iron in the reactivity of mineral fibers*, in *Toxicol. Lett.*, 1995; 83, pp. 951-960) e per la generazione di radicali liberi [argomento ampiamente dibattuto da molti autori e riportato in Iarc Working Group on the Evaluation of

Carcinogenic Risks to Humans, *A Review of Human Carcinogens: Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts*, Iarc monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 100C, Lyon, International Agency for Research on Cancer (2011)].

La caratterizzazione di una forma di amianto infatti avviene attraverso la struttura e la composizione elementare, ma assumono un ruolo importante anche la purezza, la morfologia e il range dimensionale, l'area superficiale, la struttura chimica e la reattività superficiale.

Le proprietà comuni agli amianti e che ne determinano l'utilizzo sono:

– Bassa conducibilità termica e quindi buona coibenza termica;
– Buona coibenza acustica;
– Elevata resistenza agli agenti chimici;
– Elevata resistenza delle fibre alla trazione;
– Flessibilità (buona per il crisotilo, meno buona per gli anfiboli);
– Elevato rapporto superficie/volume delle fibre (per il crisotilo questo corrisponde ad una superficie totale di 30-50 m^2/g di materiale sfibrato).

L'esposizione ed i relativi effetti sono legati a:

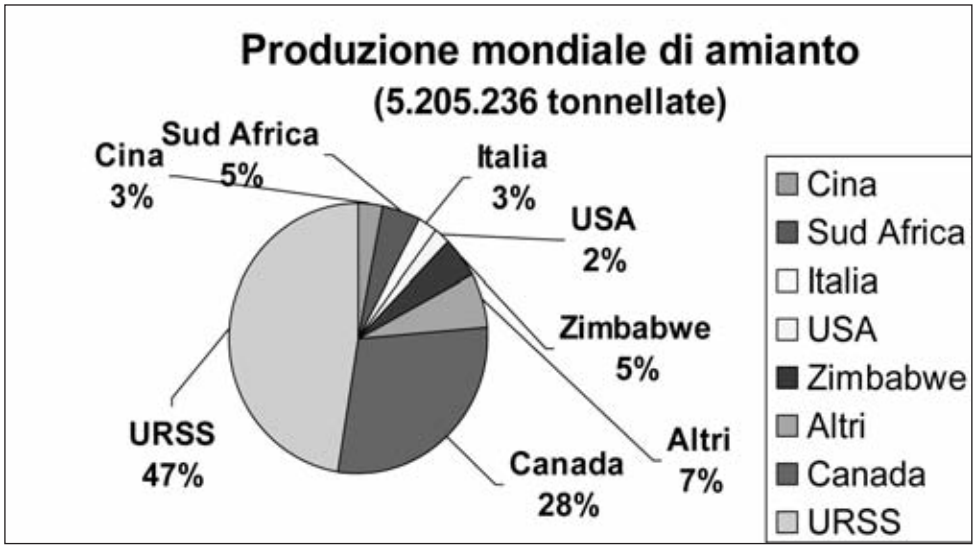
– Distribuzione dei diametri e delle lunghezze delle fibre originate da comminuzioni successive che portano a diametri aerodinamici molto bassi;
– Comportamento aerodinamico delle fibre che determina una elevata persistenza in sospensione nell'aria;
– Caratteristiche chimiche e reattività della superficie;
– Elevata biopersistenza.

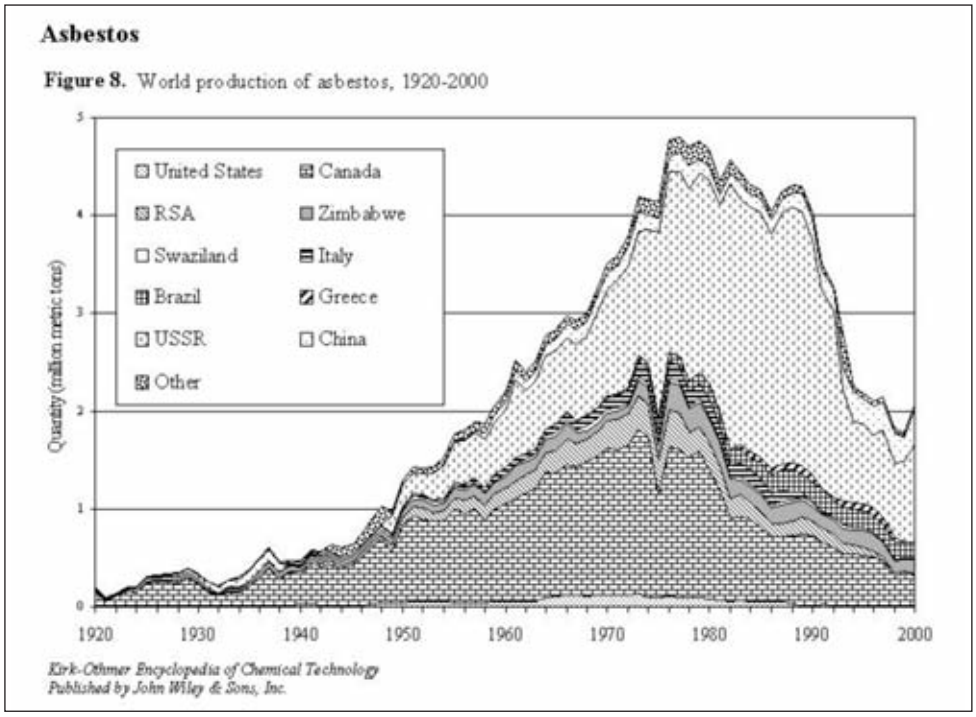
Diffusione e utilizzo

Per stimare la possibilità di esposizione a fibre di amianto occorre fare riferimento alla storia della produzione e dell'utilizzo dell'amianto e dei suoi manufatti.

La produzione e l'utilizzo di amianto erano molto modeste ai primi del '900; per il 1920 era stata fatta una stima di 200.000 tons a livello mondiale, per il 1970 una stima di circa 3.000.000 di tons. Tra la metà e la fine degli anni '80 si è raggiunto il massimo di produzione e di consumo come descritto nello schema che concorda in parte con altre fonti.

L'andamento della produzione fino al 2000 è dettagliato nel seguente schema.

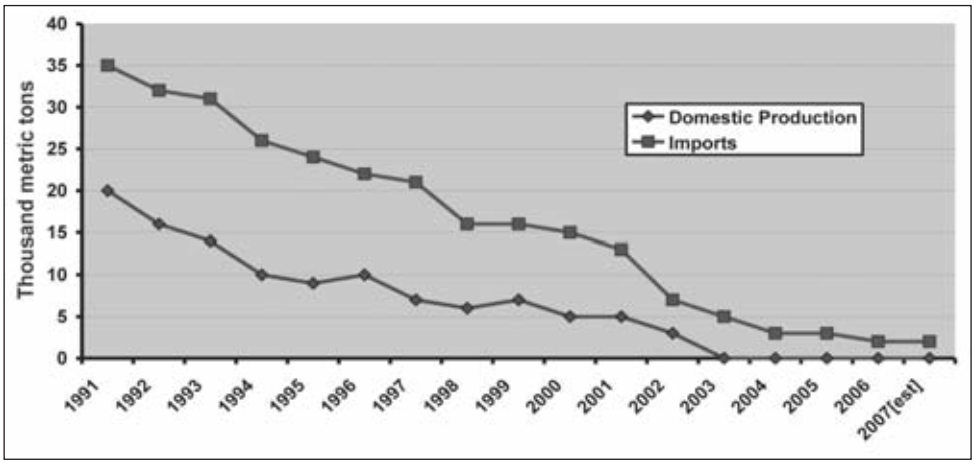




Per quanto riguarda gli Usa la produzione e l'importazione sono scese a livelli molto bassi a partire dal 1991.

Tratto da *Asbestos Fibers and Other Elongate Mineral Particles: State of the Science and Roadmap for Research*, in *Current Intelligence Bulletin*, 62, Niosh 2011.

U.S. asbestos production and imports, 1991-2007



Fonte: Usgs [2008]

In riferimento all'anno 2009 si può rappresentare il seguente quadro sinottico

Stato	Produzione (tons)	Esportazione (tons)	Consumo (tons)
Russia	1.000.000	720.000	276.000
Cina	380.000		560.000
Brasile	288.000	156.000	140.000
Kazakistan	230.000	190.000	
Canada	150.000	150.000	
India			340.000
Thailandia			100.000

Fonte: *Inrs Dossier Travail et sécurité*, décembre 2011

Il confronto con la situazione di fine anni '80 evidenzia una produzione ben superiore al doppio dell'attuale (circa 5.2 milioni di tons/anno contro 1.95 milioni di tons/anno, e inferiore anche a quella degli anni '70).
Tra le principali attività produttive che hanno utilizzato l'amianto come materia prima si possono ricordare: fabbricazione di manufatti di cemento-amianto, coibentazioni di mezzi di trasporto in particolare navi e treni, coibentazione di centrali termoelettriche, coibentazione di forni e di reattori chimici, coibentazioni in edilizia, coibentazioni nell'in-

dustria siderurgica, produzione di freni e frizioni, produzione di tessuti di amianto, filtri, cartoni di amianto, carta e materiali cellulosici contenenti amianto, carica inerte per sigillanti, vernici, materie plastiche…

A livello europeo l'amianto è stato bandito nei 27 Stati che fanno parte della comunità e inoltre in Svizzera, Islanda, Norvegia, Turchia. Le spinte a bandire l'amianto sono presenti anche in Brasile, tuttora produttore ed esportatore, dove ben 4 Stati che coprono circa il 40% della popolazione (S. Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Pernambuco) hanno già bandito l'amianto.

L'amianto è ancora utilizzato nei paesi in via di sviluppo e, pur in forma del tutto residuale, perfino in alcuni paesi dell'Unione Europea, nonostante la direttiva 2003/18/Ce del Parlamento europeo e del consiglio del 27 marzo 2003, che prevede l'obbligo per tutti i paesi comunitari di cessarne totalmente l'utilizzo entro il 15 aprile 2006. Si tratta dell'importazione di alcune decine di tons di fibre di amianto da parte di aziende multinazionali per utilizzo in complessi petrolchimici ed elettrochimici che ha determinato una richiesta di chiarimento all'Unione Europea da parte del sindacato europeo (Etui, Department on Working Conditions, Health and Safety) e un invito a porre fine a qualsiasi deroga, compresa quella che permette agli Stati membri di consentire l'uso di diaframmi contenenti crisotilo negli impianti di elettrolisi esistenti (deroga utilizzata solo in 4 Stati).

A livello europeo è stata recentemente approvata una «motion for a european parliament resolution on asbestos related occupational health threats and prospects for abolishing all existing asbestos [2012/2065 (Ini)]» che invita alla abolizione totale dell'amianto.

Considerazioni generali sul comportamento aerodinamico delle fibre di amianto come premessa al campionamento

Le dimensioni della lunghezza e del diametro, oltre alla densità delle fibre, influenzano sia il comportamento aerodinamico nell'aria che la deposizione nell'albero respiratorio. A parità di diametro aerodinamico la persistenza in sospensione nell'aria è più elevata per le fibre rispetto a quella delle particelle. Harris e Fraser hanno viceversa dimostrato che la deposizione nella regione tracheobronchiale di fibre fino a 100 μm di lunghezza è maggiore rispetto a quello di particelle di pari diametro aerodinamico; ciò è stato attribuito alla maggiore intercettazione delle fibre rispetto alle particelle (Lippmann).

– Harris R.L., Fraser D.A. (1977), *A model for deposition of fibres in the human respiratory system*, in *Am. Ind. Hyg. Ass. J.*, 11, 1976, 37, pp. 73-89.
– Lippmann M. (1990, *Effects of fiber characteristics on lung deposition, retention, and disease*, in *Environ. Health Perspect.*, 88, pp. 311-317.

Il diametro aerodinamico è correlato al rapporto di allungamento delle fibre (L/D).

Fin dal 1970 Stober aveva definito la relazione tra diametro geometrico e diametro aerodinamico attraverso le relazioni:

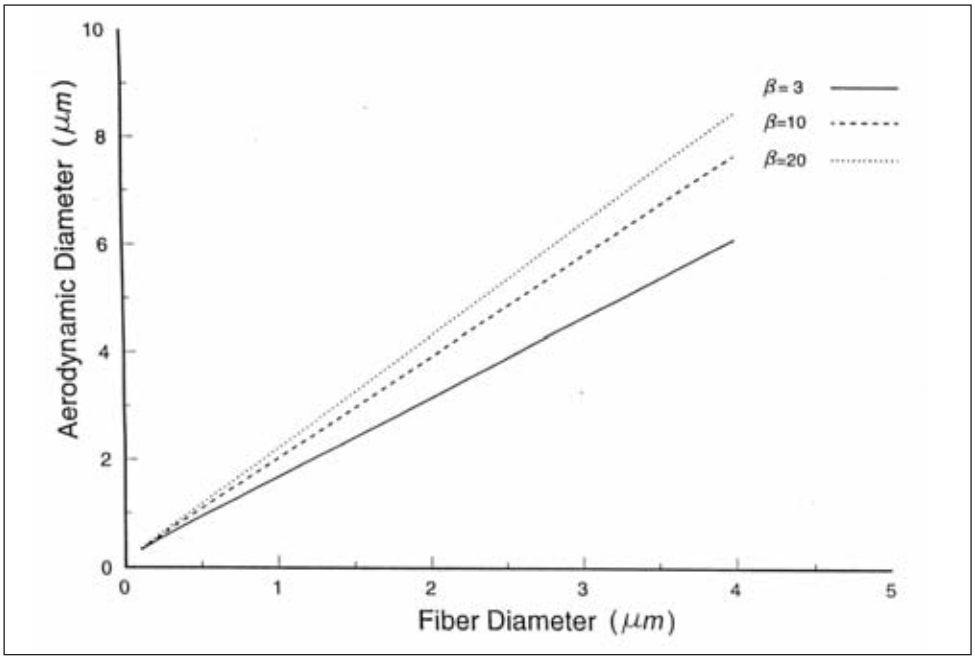
Dae (amosite): $2{,}18(L/D)^{0.116}$

Dae (crocidolite): $2{,}18(L/D)^{0.171}$

Stober W., Flaschbert H., Hochrainer D. (1970), *Der aerodynamische Durchmesser von Latexaggregaten und Asbestfasern*, in *Staub Reinhalt Luft*, 30, 7, pp. 277-285.

Per il crisotilo il diametro aerodinamico cresce con lo scostamento dalla forma rettilinea. Relazioni più complesse sono state elaborate successivamente anche in funzione del movimento della fibra in senso parallelo o normale ai filetti fluidi dell'aria.

Un esempio di correlazione tra diametro geometrico e diametro aerodinamico in funzione del rapporto di allungamento (β) è riportato nella figura seguente:



Correlation between Geometric and Aerodynamic Diameter of Fibers with Different Aspect Ratios (β) (density = 2.7 g/cm3) (C. P. Yu)

Per le fibre di amianto in sospensione nell'aria possiamo distinguere un campo «aerodinamico» con Dae >1 µm in cui le fibre subiscono deposizione prevalentemente (> 95%) per sedimentazione e per impatto e un campo «termodinamico» con Dae < 0,15µm in cui le fibre subiscono deposizione prevalentemente (> 95%) per diffusione.

La velocità di sedimentazione in aria calma per fibre idealmente cilindriche di diametro 1,5 µm e lunghezza 30 µm di crisotilo e di crocidolite è valutabile in 0,038 e in 0,049 cm/s rispettivamente in funzione della differente densità.

Beckett nel 1980 riporta i risultati di un confronto interlaboratoriale che aveva lo scopo di valutare la distribuzione delle lunghezze e dei diametri delle fibre di amosite in sospensione nell'aria di alcuni reparti produttivi con il metodo del filtro a membrana. La classe delle lunghezze tra 5 e 10 µm è risultata quella prevalente, ben rappresentate le classi fino a 20 µm, le classi oltre i 20 µm contenevano circa il 30%. Analogamente la distribuzione dei diametri, determinata sempre mediante Sem, registrava una netta prevalenza dei diametri nelle classi inferiori a 1 µm ed una scarsa popolazione delle classi fino a 2 µm. (S.T. Beckett, *The effect of sampling practice on the measured concentration of airborne asbestos*, in *Ann. Occup. Hyg.*, 1980, 23, pp. 259- 272).

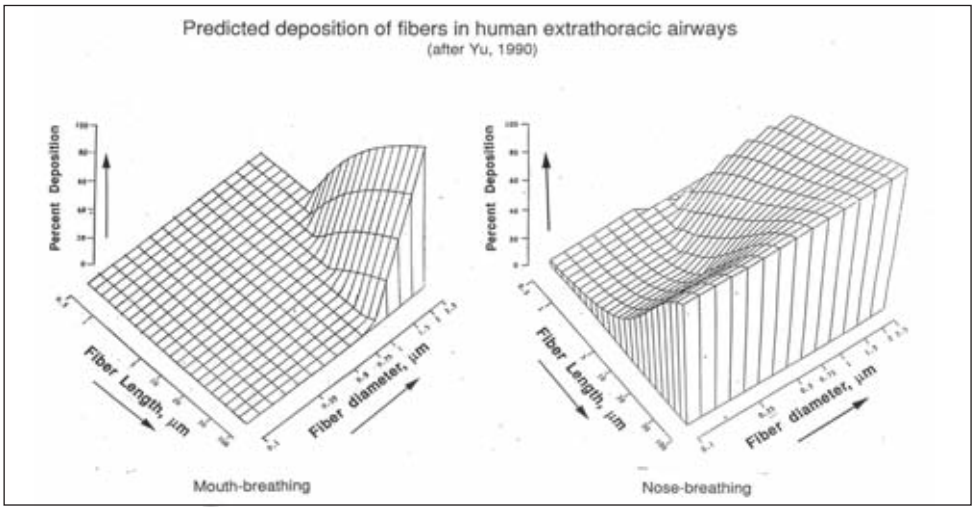
I rapporti di allungamento (L/D) risultano nella gran parte dei casi decisamente superiori a 10. Risulta comunque difficile attribuire un diametro aerodinamico quando si trovano fibre con più ramificazioni, fasci di fibre, associazioni fibre particelle, e prevedere il relativo comportamento aerodinamico. La persistenza in aria e la diffusione verso punti lontani dall'origine della dispersione in funzione del comportamento aerodinamico è tipico delle fibre di amianto che si generano a seguito di ricorrenti operazioni di manutenzioni in officina; tali fibre hanno diametri aerodinamici e che variano in un intervallo di valori molto bassi. Tale fenomeno è evidenziabile anche sperimentalmente (Rohl A.N. *et al.*, *Asbestos Content of Dust Encountered in Brake Maintenance and Repair*, in *Proc. roy. Soc. Med.*, vol. 70, January 1977).

Si riporta un esempio relativo alla pulizia con aria compressa dei freni in uno schema adattato dal lavoro originale.

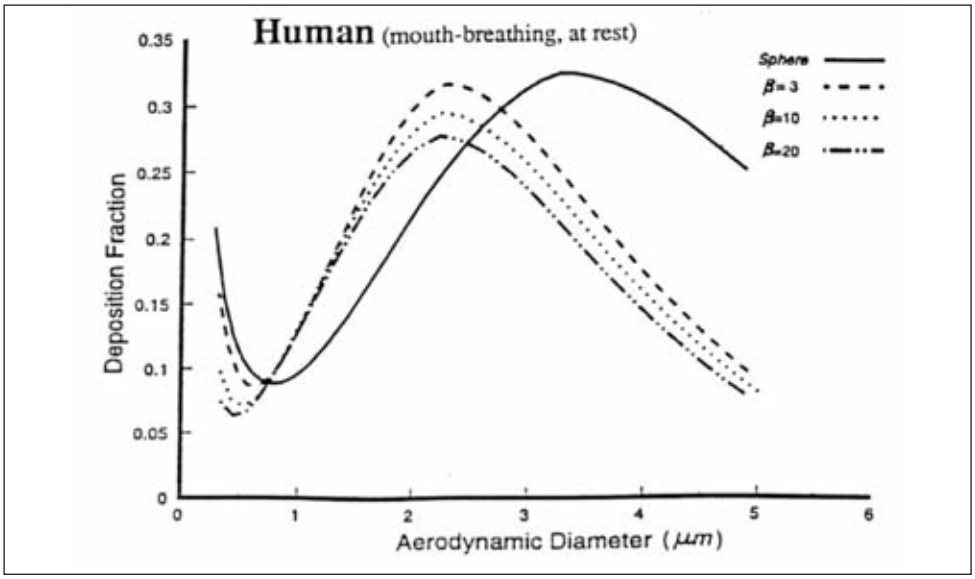
Blowing dust from brake drums:	**No. of personal samples**	**Mean** *(fibres per ml)*	**Range** *(fibres per ml)*
Distance 1-1.5 m	4	15,0	6.6-29.4
Distance 1.5-3 m	3	3,3	2.0-4.2
Distance 3-6 m	2	1,6	0.3-4.8
Background			
5 min after air jet blowing, distance 3.6-16 m	2	0,2	0.1-0.2
7-14 min after air jet blowing, distance 19.6-22.6 m	2	0,1	0.1

La concentrazione e la distribuzione dei diametri e delle lunghezze delle fibre di amianto nell'aria varia anche in funzione della variabilità spaziale e temporale delle mansioni e delle variazioni delle condizioni di velocità dell'aria, temperatura, condizioni di aspirazione generale e localizzata; attraverso il campionamento ne misuriamo il valore medio che rappresenta la «dose esterna». La quantità inalata dipende oltre che dalla dose esterna anche

da anatomia e fisiologia del polmone, volume corrente, frequenza respiratoria, pause. Durante la respirazione avviene una selezione dimensionale a partire dalle prime vie aeree; nella figura seguente si vede come il naso trattenga le fibre più lunghe.



La quantità depositata nelle varie regioni del polmone dipende dalla somma dei contributi parziali dei meccanismi di sedimentazione, impatto, intercettazione e diffusione e dai meccanismi di epurazione. Nella figura seguente viene riportata la differente deposizione polmonare di particelle sferiche e fibre a diverso rapporto di allungamento.



Tratto da Oberdoster (1995), *Developing Test Guidelines for Respirable Fibrous Particles*, Report U.S. Epa, University of Rochester, pp. 1-49.

Stima dell'esposizione professionale

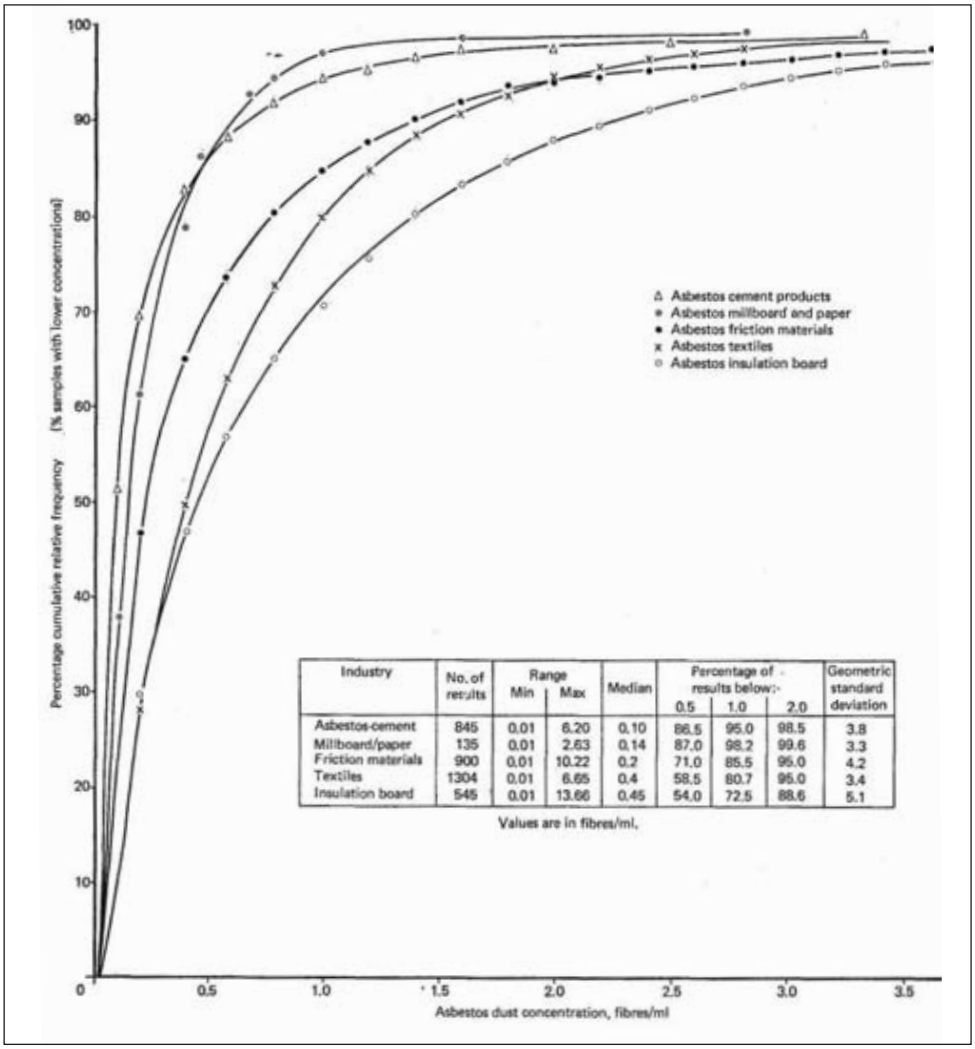
In Italia le principali fonti importanti di esposizione professionale legate all'utilizzo di amianto come materia prima per costruire manufatti, per realizzare coibentazioni termiche ed acustiche sono decadute a seguito dell'applicazione del D.lgs. 257/92 che vieta l'estrazione, l'impiego e la commercializzazione dell'amianto e dei suoi manufatti. Materiali contenenti amianto sono ancora presenti nelle aziende, anche se in misura continuamente decrescente, come coibenti, all'interno di strutture edilizie o come copertura di capannoni.

L'esposizione professionale ha avuto in passato scarsa documentazione sperimentale e non sempre disponibile in quanto solo in parte presente nella letteratura scientifica e spesso custodita in archivi di istituti che eseguivano determinazioni a favore di aziende o presso le aziende stesse.

La documentazione delle esposizioni antecedenti al 1992 e in particolare relative ai decenni precedenti, mediante la determinazione della concentrazione di fibre di amianto nell'aria e in precise condizioni operative e con metodiche paragonabili, è reperibile in misura molto modesta rispetto ai molti dati che descrivono gli effetti avversi dell'esposizione.

Per quanto riguarda gli ambienti di lavoro in generale fanno parte di un modesto bagaglio storico le esposizioni che compaiono a partire dagli anni '50-60 nella letteratura specifica, anche se l'utilizzo di questi i dati è decisamente difficile per la stima delle esposizioni pregresse. Dati di esposizione relativi a miniere, industria tessile, cemento-amianto, materiale di frizione, e attività di isolamento termico e acustico, vengono riportati in forma di range di concentrazione e di curve cumulative per i periodi 1960-1976 e 1977-1983, facendo riferimento a voci bibliografiche di indagini che riguardavano la situazione italiana nei 2 periodi (Cecchetti G., Marconi A., *Asbestos exposure in Italy and perspectives of conforming to european and International regulations*, Atti del VI Convegno di igiene industriale, Roma 5-7 dicembre 1983). Analoghi dati erano stati in precedenza riportati per gli stessi comparti produttivi indagati solo con campionamenti personali della durata di 4 ore tra il 1972 e il 1978 in *Asbestos*, vol. 1, *Final report of the advisory committee*, Hsc, London 1979.

Per quanto riguarda il passato meno recente e comunque fino alla metà degli anni '80 le stime dell'esposizione a fibre di amianto mediante le metodiche di campionamento e analisi allora disponibili permangono scarsamente confrontabili tra loro perché ottenute con criteri valutativi diversi e comunque abbandonati nei periodi successivi; conseguentemente tali stime risentono di una grande incertezza. La tipologia dei dati allora disponibili e la difficile confrontabilità di risultati ottenuti in tempi diversi e con metodologie diverse viene bene evidenziata nell'articolo di Robock K., *Analytical methods for airborne asbestos*, Atti del sesto convegno di igiene industriale - First international meeting, Roma



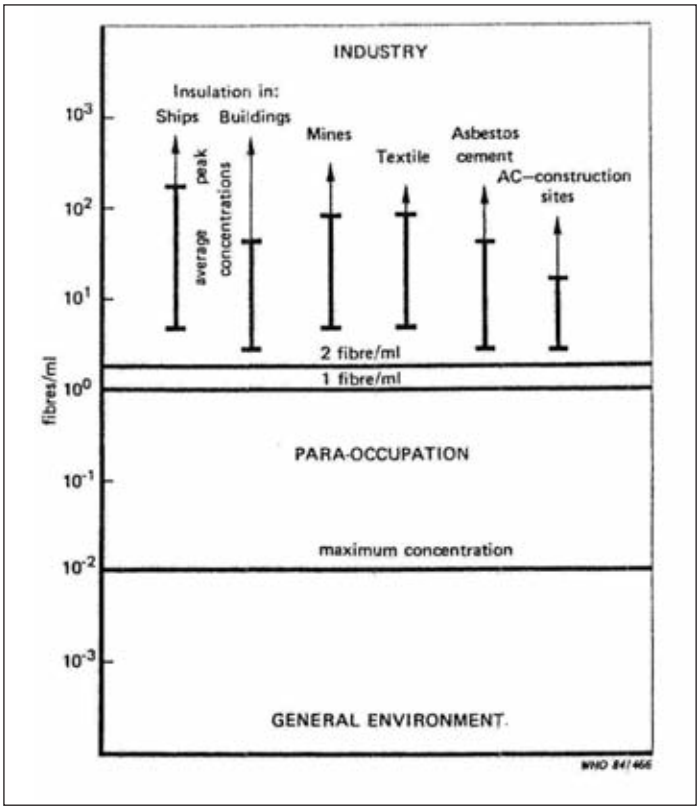
Industry	No. of results	Range Min	Range Max	Median	Percentage of results below:- 0.5	1.0	2.0	Geometric standard deviation
Asbestos-cement	845	0.01	6.20	0.10	86.5	95.0	98.5	3.8
Millboard/paper	135	0.01	2.63	0.14	87.0	98.2	99.6	3.3
Friction materials	900	0.01	10.22	0.2	71.0	85.5	95.0	4.2
Textiles	1304	0.01	6.65	0.4	58.5	80.7	95.0	3.4
Insulation board	545	0.01	13.66	0.45	54.0	72.5	88.6	5.1

Values are in fibres/ml.

5-7 dicembre 1983, pp. 26-43. In tale lavoro viene trattata criticamente l'evoluzione dei metodi di campionamento e analisi fino agli anni '80 che si può così sintetizzare:

– determinazione del numero di fibre (e delle particelle) per unità di volume utilizzando per il campionamento: impinger, precipitatore termico, conimetro, pompa a clessidra…
– determinazione della massa di fibre (e di particelle) per unità di volume utilizzando per il campionamento anche strumenti a selezione dimensionale: Mre,VC25…
– determinazione del numero di fibre di amianto per unità di volume con il metodo del filtro a membrana prima e dopo la standardizzazione.

Altri dati degli anni '80 relativi a vari comparti produttivi espressi in fibre/cm^3 sono stati ripresi in *Who Environmental Health Criteria 53: Asbestos and other mineral fibres*, Geneva, 1986.



Lo sviluppo dell'igiene industriale ha messo a disposizione strumenti di campionamento e analisi e modalità operative sempre più efficienti per la valutazione dell'esposizione in particolare dopo la prima metà degli anni '80.

Evoluzione delle metodologie di campionamento e analisi

Per la determinazione delle fibre aerodisperse di natura inorganica esistono diversi metodi raccomandati dalle varie istituzioni nazionali e sovranazionali. L'Unione Europea ha indicato il Metodo del filtro a membrana per la determinazione delle fibre di amianto nella specifica direttiva per la protezione dei lavoratori contro i rischi occupazionali (Cee, 1983). Questa direttiva, insieme ad altre, è stata recepita nella legislazione nazionale nel 1991 (D.lgs. 277/91).

In tale norma vengono esplicitate le modalità di campionamento e analisi:

> «Il campionamento deve essere relativo all'esposizione personale del singolo lavoratore e può comprendere uno o più prelievi. Esso è effettuato in modo da permettere la valutazione dell'esposizione giornaliera del lavoratore ed è integrato da un campionamento ambientale se questo è necessario per identificare le cause ed il grado dell'inquinamento.

«Se la durata del campionamento non si estende all'intero periodo di riferimento di otto ore, è comunque effettuato un prelievo per ciascuna fase del ciclo lavorativo in modo da poter calcolare il valore della media ponderata della concentrazione delle fibre di amianto nell'aria per l'intero periodo di otto ore. In ogni caso, la durata del campionamento non è complessivamente inferiore a due ore.
«[...] Il carico di fibre ottimale sui filtri è compreso tra 100 e 400 fibre/mm^2 [...]».

L'Iso e l'Oms hanno sviluppato e raccomandato metodi analoghi per la determinazione delle fibre inorganiche in generale (Who, 1985; Iso, 1993). Con il passare degli anni le differenze tra le specifiche dei vari metodi sono diminuite, ma quelle residue possono ancora avere effetti non trascurabili sui risultati. Il Dm del 6/09/94 riprende i contenuti delle norme internazionali citate con alcune varianti nell'intervallo di portata consentito per il prelievo e nel numero massimo di campi microscopici da esaminare. Per concentrazioni atmosferiche basse corrispondenti a carichi inferiori a 20 fibre/mm² occorre tener conto della variabilità del metodo: la distribuzione di Poisson definisce la variabilità nel conteggio delle fibre che risulta dall'osservazione di campi di analisi scelti casualmente sul filtro e caratterizza tutti i metodi basati sul conteggio ottico di particelle su filtro. Pertanto è necessario esplicitare il limite fiduciario superiore (Ls) ed inferiore (Li) con un determinato livello di probabilità (del 90 o del 95%) da assegnare ad ogni valore analitico trovato, in particolare per i valori più bassi. Si riportano nello schema seguente i limiti inferiore (Li) e superiore (Ls) dell'intervallo di confidenza della distribuzione di Poisson per alcuni valori di n (intervallo di confidenza del 95%):

n	**LI**	**LS**
0	0	3
1	0,0	5,6
2	0,2	7,2
5	1,6	11,7
7	2,8	14,4
10	4,8	18,4
20	12,2	30,9
30	20,2	42,8
50	37,1	65,9

L'incertezza così calcolata non tiene conto però delle altre componenti che possono influire sul risultato: incertezza sul volume campionato, misura del diametro effettivo di campionamento del filtro, modalità di conteggio e numero di campi conteggiati, acuità visiva individuale.

Occorre comunque per qualsiasi laboratorio che esegue analisi sull'amianto eseguire regolari programmi di controlli di qualità interni ed esterni.
Al fine di ridurre le sorgenti di variazione e per assicurare una migliore confrontabilità tra i risultati prodotti da diversi microscopisti e laboratori, più recentemente l'Oms ha messo a punto e raccomandato un metodo di misura delle fibre aerodisperse di qualsiasi tipologia per la determinazione dell'esposizione personale lavorativa e per il monitoraggio ambientale (Who, 1997). Questo ultimo metodo è stato adottato in sostituzione del tradizionale metodo del filtro a membrana ormai adottato ubiquitariamente.
Il D.lgs. 2008/81 e successive integrazioni (Testo Unico), attualmente in vigore, stabilisce un valore limite di esposizione (Vle) pari a 0,1 F/ml per tutte le forme di amianto, e indica per la determinazione dell'esposizione lavorativa alle fibre di amianto il metodo Who del 1997.
Questo metodo si basa sulla Mocf ed è sostanzialmente simile ai precedenti, con piccole modifiche dei criteri di conteggio per le fibre in contatto con particelle superiori a 3 µm. Allo scopo di minimizzare le interferenze prodotte dalla coesistenza sui filtri di campionamento di particelle con grandi dimensioni e di contribuire in tal modo a garantire un apprezzabile miglioramento nella accuratezza e precisione delle analisi, anche nel caso delle fibre è stato sperimentato l'uso di campionatori destinati al prelievo delle frazione toracica. In tal modo si escluderebbe gran parte delle particelle con maggiori dimensioni. Il sistema, tuttavia, richiede una attenta verifica dell'eventuale dipendenza dell'efficienza di raccolta di fibre dalla lunghezza delle fibre stesse. I risultati ottenuti in recenti studi effettuati utilizzando diversi tipi di campionatori progettati per il prelievo della frazione toracica (Cathia, Gk 2.69, Simpeds modificato, Iom toracico, e Iom modificato) hanno evidenziato una significativa esclusione di particelle di grandi dimensioni dal deposito sul filtro. In particolare, per i campionatori Cathia, Gk 2.69, Simpeds modificato e Iom modificato non è stata osservata dipendenza dell'efficienza dalla lunghezza per le fibre lunghe fino a 60 µm, mentre è risultata una dipendenza per fibre più lunghe di 30 µm nel caso del campionatore Iom toracico. (Maynard A.D., *Thoracic size-selection of fibres: dependence of penetration on fiber length for five thoracic sampler types*, in *Ann. Occup. Hyg.*, 2002 46 (6), pp. 511-522).

Metodi standardizzati del filtro a membrana

I metodi standardizzati del filtro a membrana utilizzati nel tempo si possono così compendiare:

1979:

Asbestos International Association – Metodo per la determinazione della concentrazione delle fibre di amianto sospese nell'aria nei luoghi di lavoro mediante microscopia ottica. Rtm1 – a.i.a.

1983:

Direttiva 83/477/Cee. Allegato I – Valutazione dell'esposizione professionale.

1984:

Asbestos International Association – Metodo per la determinazione della concentrazione delle fibre di amianto sospese nell'aria nei luoghi di lavoro mediante microscopia elettronica a scansione Rtm2 – a.i.a.

D.m. 16/10/86 sostanziale recepimento dell'Allegato I Direttiva 83/477 Cee.
D.lgs. 277/91 sostanziale recepimento dell'Allegato I Direttiva 83/477 Cee.

– International Organization for Standardization (Iso), *Air quality-Determination of the number concentration of airborne inorganic fibres by phase contrast optical microscopy-Membrane filter method*, in *International Standard Iso 8672* (1993).
– D.m. 6/9/94, Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3 della legge 27 marzo 1992, n. 257 relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.
– Niosh (1994a), *Method for determination of asbestos in air using positive phase contrast microscopy*, Niosh Method 7400, Cincinnati, Oh, National Institute for Occupational Safety and Health First Issued, 1985. Current revision.
– Niosh (1994b), *Method for determination of asbestos in air using transmission electron microscopy*, Niosh Method 7402, Cincinnati, Oh, National Institute for Occupational Safety and Health 1986. Current revision.
– Hse (Health and Safety Executive) (1995), *Asbestos fibers in air: sampling and evaluation by phase contrast microscopy (Pcm) under the Control of Asbestos at Work regulations (Mdhs 39/4)*, Sudbury, Ma, Hse Books.
– Who (1997), Determination of airborne fiber number concentrations a recommended method, by phase-contrast optical microscopy.
– Health and Safety Executive (2005), *Hsg 248 «Asbestos: The analysts» guide for sampling, analysis and clearance procedures*, London, Hse Books.
– American Society for Testing and Materials (2006), *Standard practice for sampling and counting airborne fibers, including asbestos fibers, in the workplace, by phase contrast microscopy (with an option of transmission electron microscopy)*, West Conshohocken, Penn., Astm, 24 p., ill. (Astm, Designation D 7201-06).
– Environmental Protection Agency; Vallero D.A; Kominsky J.R. *et al.* (2007), *Sampling and analysis of asbestos fibers on filter media to support exposure assessments: scoping effort*, Washington, D.C.: Epa, 1 v. (Epa: 600/R07/113).
– Uni En Iso 16000-7, (2008), *Aria in ambienti confinati - Parte 7: Strategia di campionamento per la determinazione di concentrazioni di fibre di amianto sospese in aria*, febbraio.

Nella letteratura più specifica nel campo dell'igiene industriale in riferimento alla evoluzione delle metodiche per la valutazione dell'esposizione all'amianto fino alla metà degli anni '80, prima della diffusione del metodo a membrana, si possono ricordare:

– Walton W.H. (1954), *Theory of size classification of airborne dust clouds by elutriation. The physics of particle size analysis*, in *Brit. J. Appl. Phys*. (Suppl 3), pp. 29-33.
– Holmes S. (1965), *Developments in dust sampling and counting techniques in the asbestos industry*, in *Ann. NY Acad, Sci*, 132, pp. 288-297.
– Beckett S.T. (1973), *The evaluation of airborne asbestos fibers using a scanning electron microscope*, in *Ann. Occup. Hygn.*, 16, pp. 405-408.
– Clerici C., Morandini A., Occella E., Visetti A. (1975), *L'impiego del contrasto di fase in microscopia*, in *Boll. Ass. Mineraria Subalpina*, anno XII, n. 3.
– Pooley F.D. (1975), *The identification of asbestos dust with an electron microscope analyzer*, in *Ann. Occup. Hyg.*, 18, pp. 181-186.
– Rajans G.S., Bragg G.M. (1975), *Statistical analysis of asbestos fibers counting in the laboratory and industrial environment*, in *Am. Ind. Hyg. Ass. J.,* 36, 12, pp. 909-915.
– Siegrist H.G., Wylie AG (1980), *Characterizing and discriminating the shape of asbestos particles*, in *Environ. Res.*, 23, pp. 348-361.
– Clerici C. (1981), *Applicazione di metodi microscopici combinati alla determinazione dei minerali ad abito fibroso*, in *Boll. Assoc. Min. Subalpina*, pp. 1-2.
– Marconi A. (1982), *L'identificazione delle fibre di asbesto per mezzo della tecnica microscopica della dispersione cromatica*, in *Ann. Ist. Sup. Sanità*; 18 Suppl., pp. 911-914.
– Marconi A., Menichini E., Paoletti L. (1984), *A comparison of light microscopy and transmission electron microscopy results in the evaluation of the occupational exposure to airborne fibres*, in *Ann. Occup. Hyg.*, 28 (3), pp. 321-331.

Difficoltà nella determinazione di fibre ultrafini e ultracorte

Le lavorazioni e in misura minore la movimentazione di materiali contenenti amianto generano attraverso sollecitazioni meccaniche e termiche fibre a diametro sempre inferiore che rimangono in sospensione nell'aria per tempi elevati.

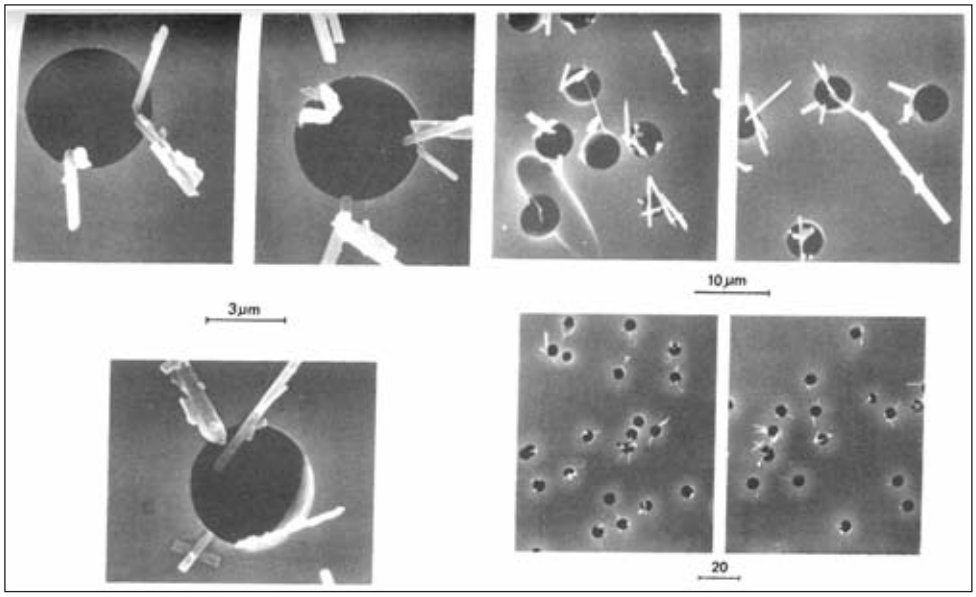
La distribuzione delle lunghezze e dei diametri è ampia e comprende fibre visibili al microscopio ottico [con diametri superiori a 0,2-0,3 µm (Mocf) e fibre di diametro inferiore visibili solo in microscopia elettronica (Sem e Tem)].

Per uniformare e rendere confrontabili dati di campionamenti e analisi eseguite in situazioni diverse sono state messe a punto e universalmente accettate metodiche di campionamento e analisi normalizzate sopra citate, che sono entrate a far parte di norme di legge.

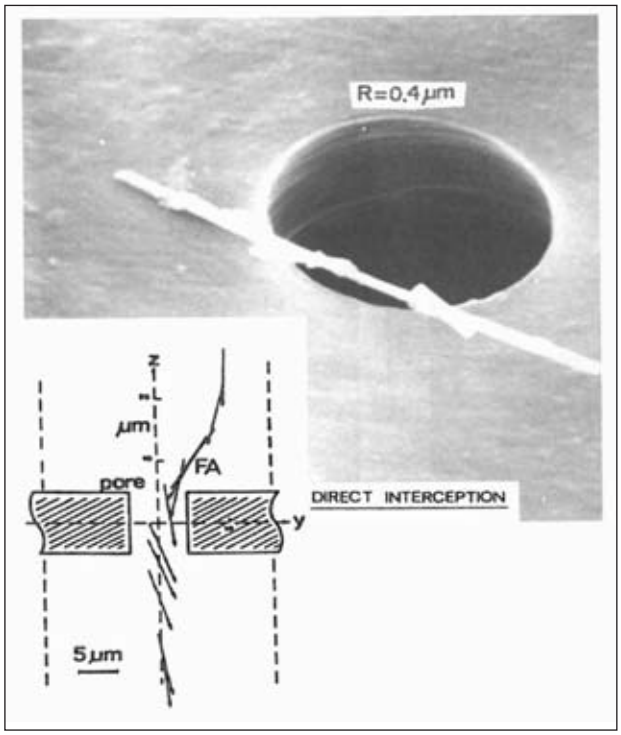
Si è convenuto di conteggiare esclusivamente le fibre «regolamentate» (con D<3, rapporto di allungamento L/D >3 e lunghezza >5µm) per riferirsi in modo univoco ai valori limite fissati.
Solo in ambito di ricerca vengono prese in considerazione anche per il conteggio fibre fini e ultrafini e di lunghezza inferiore a 5 µm.
L'ipotesi di conteggio delle fibre fini e ultrafini e di lunghezza inferiore a 5 µm obbligatoriamente, in microscopia elettronica, pone però le seguenti problematiche:

– aumentando il numero degli ingrandimenti diminuisce la quota di superficie della membrana esaminata e conseguentemente la rappresentatività rispetto all'intero preparato (e occorrerebbe leggere un numero elevato di campi per aumentare la rappresentatività e diminuire ragionevolmente la possibilità di errore);
– puntare la microsonda per l'analisi elementare, per l'identificazione della natura della fibra e la conferma che la fibra appartiene alla famiglia degli amianti, diventa più difficile, soprattutto in presenza di particelle e fibre di altra dimensione e natura sempre presenti nell'aria;
– l'intervallo tra le fibre «elementari» e le fibre di diametro fino a 0,3 µm è molto vasto e può comprendere un numero di fibre elevato che comporta un tempo di determinazione molto più lungo rispetto al conteggio delle fibre regolamentate;
– gli elementi di incertezza della misura sono pertanto decisamente più elevati.

Per quanto riguarda i problemi di definizione dell'esposizione occorrerebbe conoscere in modo più approfondito l'efficienza di ingresso delle fibre fini nel mezzo di campionamento e l'efficienza del filtro rispetto alle stesse, oppure trovare nuovi sistemi di determinazione come accade per le nanoparticelle.
Inoltre occorre tener presente che le fibre più fini sono pesantemente soggette al trasporto diffusionale oltre che convettivo dell'aria; conseguentemente la persistenza in sospensione nell'aria è molto elevata e il trasporto a distanze notevoli dal punto di origine ne è la conseguenza.
Occorre ricordare che i filtri sono in grado di trattenere anche particelle e fibre di dimensione decisamente inferiore a quella indicata come «porosità nominale» dal costruttore. Infatti, le fibre e le particelle di dimensioni molto piccole tendono a depositarsi intorno ai fori della trama del tessuto filtrante per ragioni diffusionali ed elettrostatiche e quindi realizzando una protezione aggiuntiva rispetto a quella attesa per un semplice effetto «setaccio».
Si riporta come esempio la distribuzione di fibre attorno ai fori delle membrane nucleopore.



Sem micrographs of fibrous particles separated in the pores of NPFs. Tratto da *Advances in Aerosol Filtration*, edito da Kvestoslav R. Spurny Crc Press, 1998, p. 395.



Tratto da *Advances in Aerosol Filtration*, edito da Kvestoslav R. Spurny Crc Press, 1998, p. 396.

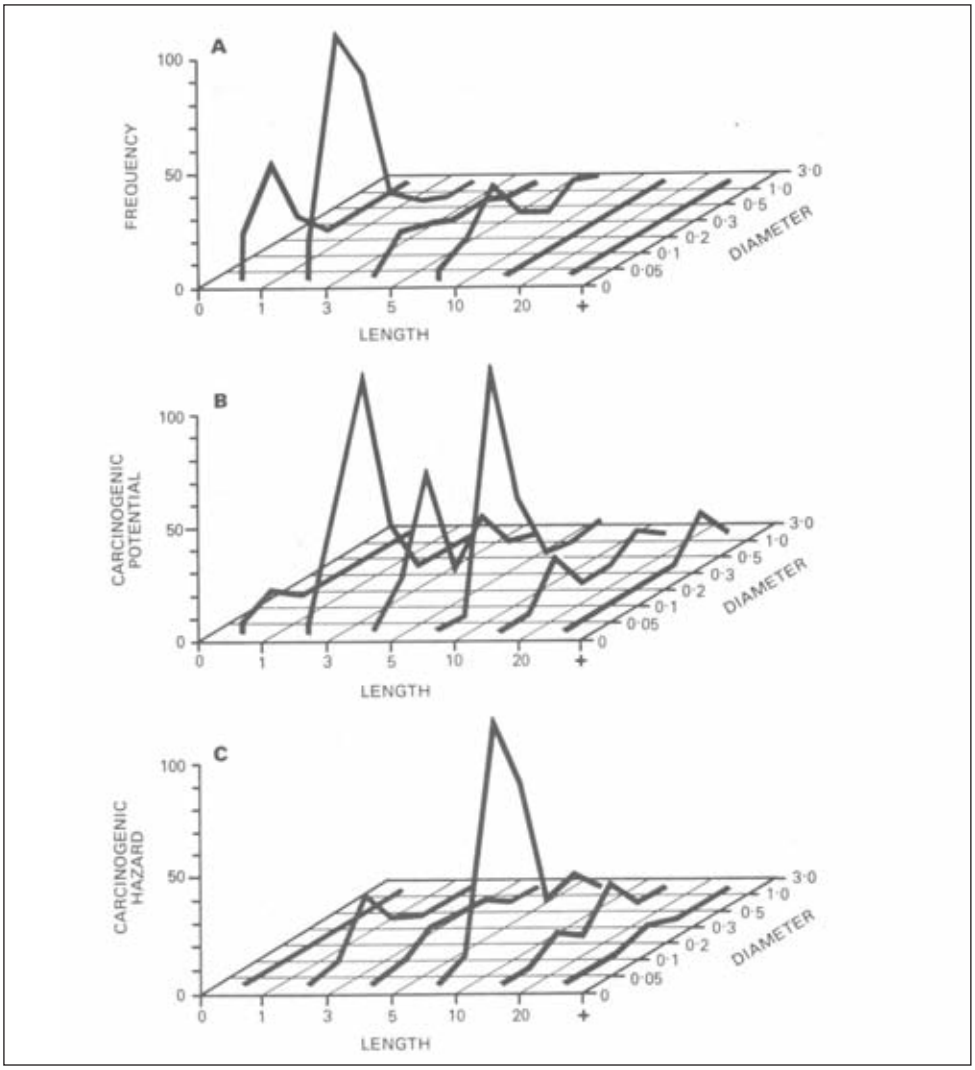
Evoluzione dei valori limite

Per quanto riguarda i Tlv occorre segnalare che sono stati concepiti per proteggere la maggior parte della popolazione esposta rispetto al rischio di asbestosi e che la stessa Acgih esplicitava che i Tlv non proteggevano dagli effetti cancerogeni.
Occorre poi osservare che oltre ai limiti Acgih erano in vigore altri limiti sia negli Usa che in Europa e che la tendenza ad assumere limiti sempre più severi è stata una costante fino al 2006 a dimostrazione che col passar del tempo emergeva una sostanziale insufficienza dei precedenti limiti per una adeguata protezione degli esposti.
Per quanto riguarda la variazione nel tempo dei valori limite per l'amianto (in fibre/cm^3) si propone il seguente quadro sinottico.

anno	NIOSH	OSHA	ACGIH	UE	ITALIA
1972	2	5	12		
1976	0,1	2	5		
1983				1 0,5(crocidolite) livello di azione 0.25	
1986		0,2	2 0,5(amosite) 0,2(crocido ite)		
1991				0,6 (crisotilo) 0,3(altri) Livello di azione 0,3(crisotilo) 0,1 (crocidolite)	1(crisotilo) 0,2(altri) Livello di azione 0,1
1992					0,6 (crisotilo) 0,2 (altri)
1998			0,1		
2003				0,1	
2006	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Attualmente sono stati adottati limiti più severi in Olanda, Germania, Svizzera (0,01fibre/cm^3) e proposti in Francia.

I limiti si riferiscono alle fibre regolamentate (L > 5 µm, D < 3 µm, L/D > 3) che costituiscono circa il 10% di tutte le fibre di amianto aerodisperse. Una conoscenza più approfondita rispetto agli effetti richiederebbe di conoscere il numero complessivo delle fibre e la distribuzione dei diametri e delle lunghezze, inoltre i siti attivi presenti sulla superficie e la biopersistenza legata anch'essa alle caratteristiche chimico-fisiche. Sulla distribuzione delle dimensioni delle fibre sono stata fatte delle ipotesi sul grado di cancerogenicità a partire dai primi anni '80 [Stanton *et al.* (1981), Nat. Cancer Inst. 67(5), 965-758] e anche attualmente si prosegue in tale ipotesi.

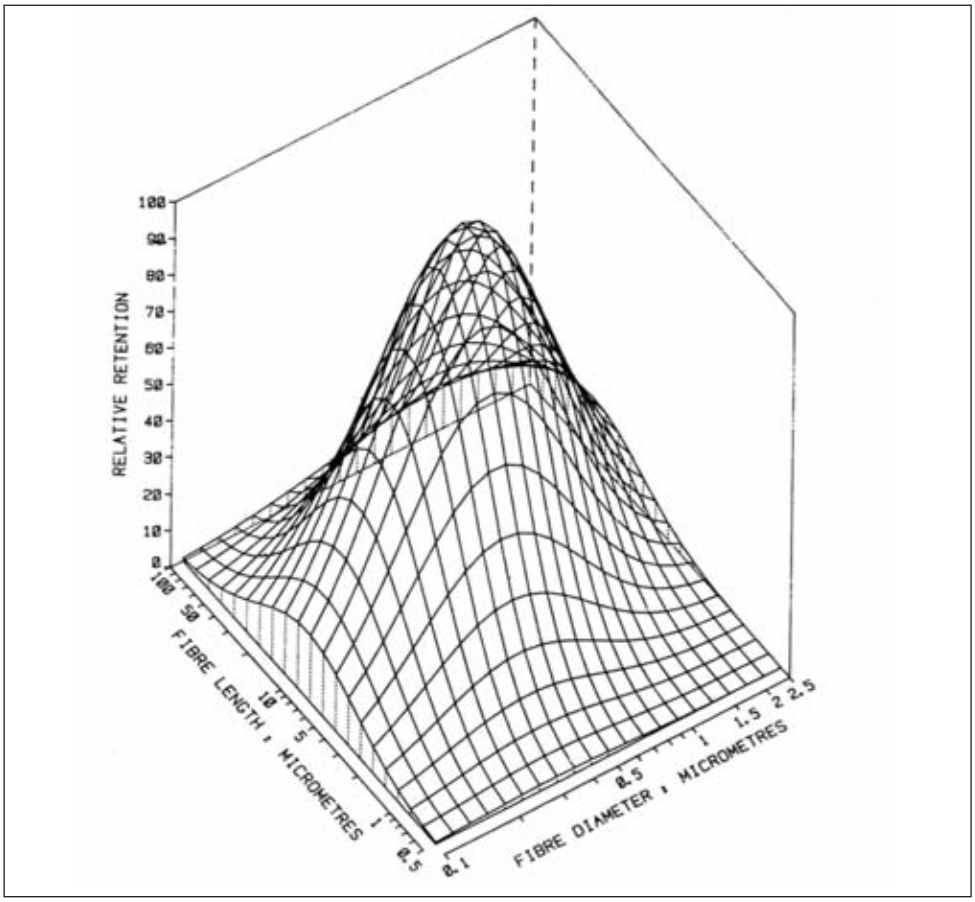


Tratto da *Afsset Rapport Final «fibres courtes et fibres fines d'amiante»*, novembre 2008

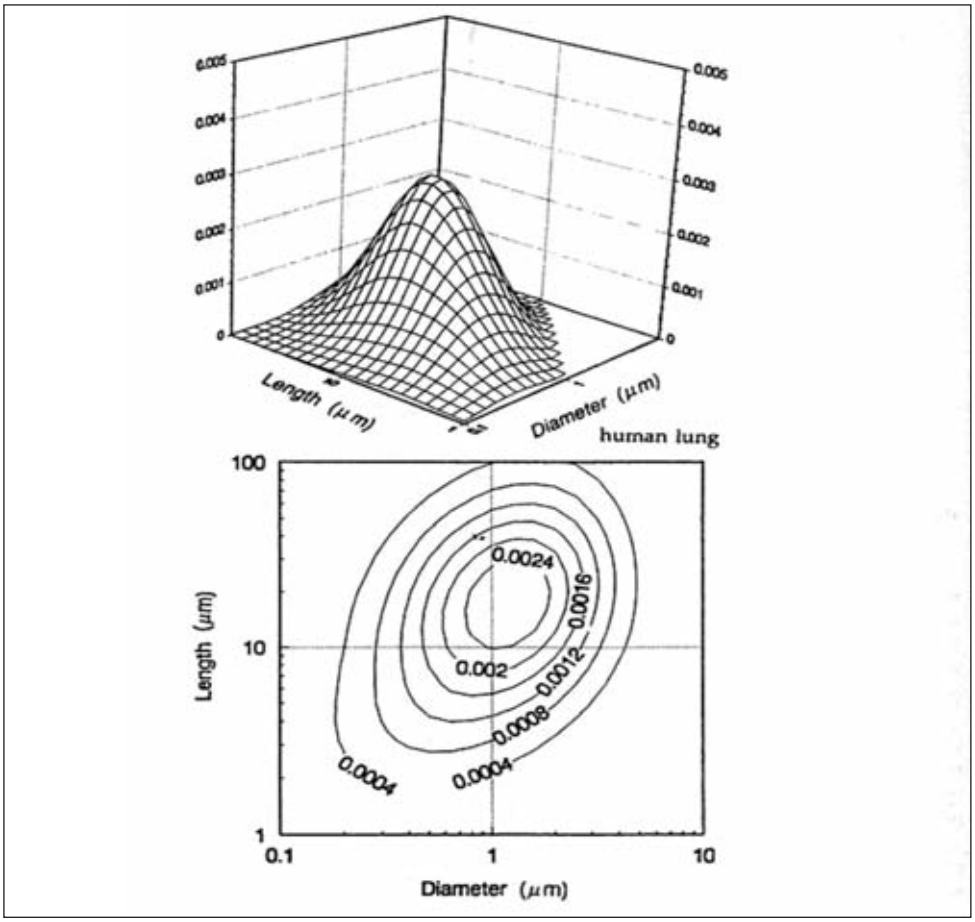
Misura della dose interna

L'analisi del contenuto di fibre di amianto nel tessuto polmonare può fornire molte informazioni utili sul carico complessivo di fibre per unità di tessuto, sulla distribuzione dei diametri e delle lunghezze, una stima individuale della esposizione durante la storia occupazionale. Viene normalmente eseguita con microscopio elettronico a trasmissione (Tem) dotato di un elevato potere di risoluzione che consente sia il conteggio che l'analisi chimica anche delle fibre ultrafini e ultracorte mediante microanalisi per fluorescenza Rx a dispersione di energia (Eds) e la loro attribuzione alla specifica appartenenza mineralogi-

ca. Le difficoltà analitiche sono ancora maggiori quando si tratta di matrici biologiche di questo tipo, come dimostrano i dati di letteratura.
Presso l'European Respiratory Society (Ers) è stato formato un gruppo di lavoro di laboratori europei allo scopo di armonizzare questo tipo di analisi. I risultati sono contenuti nella pubblicazione delle linee guida per l'analisi delle fibre minerali nei tessuti biologici. (De Vuyst P., Karjalainen A., Dumortier P., Pairon J.C., Monso E., Brochard P., Teschler H., Tossavainen A., Gibbs A., *Guidelines for mineral fibre analyses in biological samples: report of the Ers Working Group*, in *Eur. Respir. J.*, 1998, 11, pp. 1416-1426).
Un importante supporto analitico è stato fornito dall'Istitute for Reference Materials and Measurements (Irmm) che ha prodotto il materiale di riferimento del tessuto polmonare umano disidratato e omogeneizzato per i quali è certificato il contenuto di fibre di amianto per grammo di tessuto secco (Crm). Esempi di distribuzione si possono reperire in letteratura come i seguenti.



Tratto da Timbrell, *Inhaled Particles*, V, 1982



Esempi di valutazione delle esposizioni pregresse

Viene riportato un interessante recupero di dati di esposizioni pregresse a partire dagli anni ’50 in aziende tessili in Usa utilizzando campioni mantenuti in archivio per decenni e letti in passato con microscopio ottico in contrasto di fase (Pcom) e riletti attualmente con microscopio elettronico a trasmissione (Tem). Nella rilettura è stato possibile studiare la distribuzione dei diametri e delle lunghezze delle fibre di amianto in funzione della posizione di campionamento e delle mansioni (Dement J.M. *et al.* (2011), *Estimates of historical exposures by phase contrast and transmission electron microscopy for pooled exposure – response analyses of North Carolina and South Carolina Usa asbestos textile cohorts*, in *Occup. Environ. Med.*, 68, 8, pp. 593-598. Published Online First: 8 January 2011). Lo stesso autore aveva mostrato in precedenza che le fibre di diametro > 0.25 μm e lunghezza > 5 μm costituivano una percentuale inferiore al 10% (Dement J.M., *et al.* (2009), *Estimates of historical exposures by phase contrast and tran-*

smission electron microscopy in North Carolina Usa asbestos textile plants, in *Occup. Environ. Med.*, 66, pp. 574-583).

Risulta più agevole il recupero di dati espositivi nei periodi successivi a partire dalla metà degli anni '70 facendo riferimento alla letteratura o a banche dati di utilizzo generale o specifico:

– Amyant;
– International Programme on Chemical Safety (1998), *Chrysotile asbestos (Environmental health criteria, 203)*, Genève, World Health Organization;
– Central Federation of the German Berufsgenossenschaften-Hvbg (Bia) (1998), *Report on Occupational Diseases/Fibre Years 1/1997* (versione inglese), Hvbg Ed., Sankt Augustin;
– Hazardous Substances Data Bank (2004), *Asbestos*, National Library of Medicine, Bethesda, Md (Internet Version), Micromedex, Greenwood Village, Co.

Esempi

Vengono presi in considerazione alcuni esempi di esposizione pregressa che si riferiscono a:

– Operazioni su materiali ad usura (freni, frizioni…) per le quali si possono reperire in letteratura numerosi dati utili alla ricostruzione di un gran numero di situazioni espositive.
– Manutenzioni ordinarie e straordinarie in centrali termoelettriche per le quali esistono un numero minore di dati in letteratura e occorrono ricostruzioni anche con dati di operazioni similari condotte in altre tipologie produttive.
– Protezioni personali contenenti amianto come causa di esposizione numeri elevati di fibre.

1) Materiali ad usura

Come primo esempio prendiamo in considerazione un comparto particolarmente esponente come quello dei materiali ad usura che in passato contenevano amianto. Il ciclo produttivo di freni, frizioni e guarnizioni prevedeva in passato la formulazione e la lavorazione di mescole costituite da fibre di amianto, gomma nitrile, nerofumo, acceleranti e additivi oppure filato o tessuto di amianto impregnati di resine fenoliche e additivi inorganici in funzione dei prodotti da ottenere:

– ceppi di piccola e grande dimensione;
– frizioni;
– pastiglie;
– guarnizioni per vari usi industriali.

Tale materiale ad usura nell'esplicare la funzione tecnica per cui è stato prodotto subisce frequenti sollecitazioni meccaniche e sollecitazioni termiche che causano il deterioramento anche di questi materiali particolarmente resistenti liberando le fibre di amianto contenute; queste in gran parte vengono disperse nell'ambiente esterno durante il moto degli autoveicoli, ma in parte non trascurabile si accumulano negli organi meccanici e nella struttura esterna dei vicoli stessi.
L'esposizione a fibre di amianto era legata alle operazioni condotte su materiali come freni e frizioni e guarnizioni che erano costituiti in percentuali ragguardevoli di amianto e su coibenti delle marmitte durante le mansioni di riparazione e sostituzione.
Per quanto riguarda esposizioni legate a mansioni svolte su materiali ad usura si possono citare, tra i molti, alcuni esempi:

– Rohl A.N. e coll. (1977), *Asbestos Content of Dust Encountered in Brake Maintenance and Repair,* in *Proc. R. Soc. Med.*

Nelle operazioni più esponenti, come la soffiatura dei freni con aria compressa sono state riscontrate concentrazioni di fibre di amianto di 15 fibre/cm^3.

– Cecchetti G., Marconi A. (1983), *Asbestos exposure in Italy and perspectives of conforming to european and international regulations*, VI Convegno di igiene industriale, Roma 5-7 dicembre.

In due impianti di produzione di freni e frizioni e altro materiale ad usura, dove tra il 1981 e il 1982 sono state eseguite 120 determinazioni, le concentrazioni atmosferiche variavano tra 0,1 e 11 fibre/cm^3, con solo il 54,6% di valori inferiori a 2 fibre/cm^3.

– Menichini E., Marconi A. (1982), *Asbestos in brake and clutch factories. Results of an environmental survey*, in *G. Ital. Med. Lav.*, Jul-Sep, 4 (4-5), pp. 197-202.

In una azienda che produceva freni e frizioni 17 delle 19 misure superavano 1 fibra/cm^3 e ben 11 superavano le 2 fibre/cm^3, il valore massimo era di 7,2 fibre/cm^3 ed il valore medio di 2,8 fibre/cm^3.

– Rodelsperger K. e coll. (1986), *Asbestos dust exposure during brake repair*, in *Am. J. Ind. Med.*, 10(1), pp. 63-72.

Durante le operazioni di riparazione dei freni di camion e bus sono state misurate concentrazioni di fibre di crisotilo fino a 5 fibre/cm^3 e la media delle esposizioni cumulative calcolate su 210 meccanici riparatori era di 0,54 fibre/cm^3 × anni.

– Plato N. e coll. (1995), *An index of past asbestos exposure as applied to car and bus mechanics*, in *The annals of Occupational Hygiene,* vol. 39, IV, august, pp. 441-454.

L'esposizione a fibre di amianto determinate in 398 officine di riparazione ha portato a valutare una esposizione cumulativa media di 2,6 fibre/cm^3 × anni. L'esposizione cumulativa più elevata è stata riscontrata nei meccanici addetti alla revisione dei camion negli anni '60.

– Sakai K. e coll. (2006), *Asbestos exposures during reprocessing of automobile brakes and clutches*, in *Int. J. Occup. Environ. Health*, apr-jun, 12(2), pp. 95-105.

In tre piccole aziende di riparazione di freni e frizioni sono state eseguiti tra il 1982 e il 1989 ben 295 campionamenti di cui 198 personali; l'intervallo delle concentrazioni atmosferiche di fibre di amianto varia tra 0,025 e 76,4 fibre/cm^3 ed i valori delle medie geometriche relative alle principali operazioni variano tra 0,382 e 0,859 fibre/cm^3.

Altri dati e considerazioni utili sull'esposizione possono essere tratti da altra letteratura in merito:

– Blake C.L., Dotson G.S., Harbison R.D. (2006), *Assessment of airborne asbestos exposure during the servicing and handling of automobile asbestos-containing gaskets*, in *Regulatory toxicology and pharmacology*, vol. 45, pp. 214-222.
– Cattiau P., Lasfargues G., Barbieux C. *et al.* (1997), *Prévention du risque amiante dans les garages*, in *Documents pour le médecin du travail*, n. 69, pp. 37-43.
– Cohen H.J., Van Orden D.R. (2008), *Asbestos exposures of mechanics performing clutch service on motor vehicles*, in *Journal of occupational and environmental hygiene*, vol. 5, n. 3, Mar., pp. 148-156.
– Epa (2007), *Current best practices for Preventing asbestos exposure among brake and clutch repair workers* (Epa-747-F-04-004 march).
– Finley B.L., Richter R.O., Mowat F.S *et al.* (2007), *Cumulative asbestos exposure for Us automobile mechanics involved in brake repair (circa 1950s-2000)*, in *Journal of exposure science and environmental epidemiology*, vol. 17, pp. 644-655.
– Kauppinen T., Korhonen K. (1987), *Exposure to asbestos during brake maintenance of automotive vehicles by different methods*, in *American Industrial Hygiene Association Journal*, 48(5), pp. 499-504.
– Longo W.E., Egeland W.B., Hatfield, R.L. *et al.* (2002), *Fiber release during the removal of asbestos-containing gaskets: a work practice simulation*, in *Applied occupational and environmental hygiene*, vol. 17, n. 1, Jan., pp. 55-62.
– Madl A.K; Gaffney S.H; Balzer J.L. *et al.* (2009), *Airborne Asbestos concentrations associated with heavy equipment brake removal*, in *Annals of occupational hygiene*, vol. 53, n. 8, nov., pp. 839-857.
– Plato N., Tornling G., Hogstedt C., Krantz S. (1995), *An index of past asbestos exposure as applied to car and bus mechanics*, in *Annual of Occupational Hygiene*, 39(4), pp. 441-454.

– Richter R.O., Finley B.L., Paustenbach D.J. *et al.*, *An evaluation of short-term exposures of brake mechanics to asbestos during automotive and truck brake cleaning machining activities*, in *Journal of exposure science and environmental epidemiology*, vol. 19, 009, pp. 458-474.
– Regione Emilia-Romagna – Linee Guida per la prevenzione dal rischio amianto nelle riparazione dei veicoli.
– Roggli V.L., Sporn T.A., Case B.W. *et al.* (2009), *Comments on asbestos fibre concentrations in the lungs of brake workers: another look: letter to the editor*, in *Annals of occupational hygiene*, vol. 53, n. 2, mar., pp. 191-193.

2) Manutenzioni ordinarie e straordinarie in centrali termoelettriche

Si può prendere ad esempio la manutenzione meccanica, elettrica e generica nelle centrali termoelettriche.

Se si prendono in esame i dati relativi alle manutenzioni proprie delle centrali termoelettriche o comunque in altre aziende dove vengono svolte mansioni dello stesso tipo, che si trovano nella letteratura di Medicina del lavoro e di igiene industriale, con particolare riferimento alle operazioni di manutenzione, decoibentazione parziale per operazioni su parti di impianto, sostituzione di parti di impianto, saldature su acciaio speciale ecc., pulizie, preparazione allo smaltimento, si può arrivare alla sintesi semplificata che riporta media geometrica (Gm), deviazione standard geometrica (Gsd) e numero dei valori selezionati (n):

Concentrazioni medie geometriche riferite ai periodi	**Gm F/L**	**Gsd**	**N**
1960-75	2130	3,4	28
1976-85	864	2,9	30
1986-95	88	3,1	31
1995-2002	8	2,6	17

All'interno del periodo di esposizione viene attribuito il valore della media geometrica corrispondente e per esposizioni prolungate su più periodi viene calcolata la media ponderata su tutti i periodi espositivi.

Alla ricostruzione delle esposizioni pregresse concorrono inoltre tutti gli elementi acquisiti durante le fasi di indagine relative alle mansioni svolte nei vari periodi.

Pesi relativi delle mansioni

Per definire i profili di esposizione ad amianto per le principali mansioni per le attività routinarie e le esposizioni accessorie è opportuno, ove possibile, attribuire un peso relativo alla mansione rispetto ad una mansione tipo.

Facendo riferimento all'atto di indirizzo del Ministero del Lavoro dell'8 marzo 2001 che prevedeva il riconoscimento della esposizione ad amianto per tutti i manutentori e tenendo conto di quanto è stato acquisito durante le seguenti fasi di indagine:

– analisi della documentazione sito-specifica acquisita;
– sopralluoghi mirati;
– ricostruzione delle mansioni tipo con l'aiuto del personale tecnico e amministrativo della direzione aziendale; la modifica dei reparti o di mansioni non consente sempre una approfondita ricostruzione e affievolisce progressivamente la memoria storica di quanti possono fornire notizie;
– ricostruzione delle singole mansioni individuali attraverso colloqui mirati e l'anamnesi lavorativa;

Sono stati attribuiti i seguenti pesi relativi:

Mansioni	Pesi relativi
Manutentori generici	1
Manutentori meccanici	1,1
Manutentori civili	1,2
Manutentori di regolazione pneumatica	0.5
Manutentori di regolazione elettronica	0,5
Manutentori elettrici	0,5
Saldatori	1,1
Addetti alle pulizie	1,2
Addetti al parco combustibile	0,01
Operatori chimici	0,05
Addetti esercizio (operatori a giro) impianti termici	0,1 - 0,3
Addetti esercizio impianti chimici	0,05
Addetti esercizio impianti elettrici	0,05 - 0,1
Addetti esercizio servizi comuni	0,05
Conduttore caldaia	0,025
Operatori a banco (conduttore di unità)	0,01
Capi turno	0,1 - 0,2
Assistenti tecnici prove e rendimenti	0,1
Magazzinieri	0,02

I pesi sono stati attribuiti in funzione della frequenza di attività di scoibentazione e ricoibentazione, delle azioni manipolative su particolari d'impianti coibentati, delle esposizioni indirette per vicinanza e/o contemporaneità con attività manutentive, delle esposizioni accessorie nell'attività di pulizia degli impianti e delle aree di lavoro.
I pesi costituiscono il fattore moltiplicativo della concentrazione media geometrica nei periodi di riferimento e consentono una stima più affidabile della esposizione media ponderata (F/L) e della esposizione cumulativa (F/L x anni).

3) Protezioni personali contenenti amianto come causa di esposizione
Un altro esempio di esposizione professionale a fibre di amianto, in parte sottovalutato, è l'utilizzo di protezioni personali a base di amianto come guanti, grembiuli ecc. Casi tipici sono riportati in letteratura e nelle banche dati:

- Bamber H.A., Butterworth R. (1970), *Asbestos hazard from protective clothing*, in *Ann. Occup. Hyg.*, 13, pp. 77-79.
- Gibbs G.W. (1975), *Fibre release from asbestos garments*, in *Ann. Occup. Hyg.*, 18, pp. 143-149.
- Riediger G. (1979), *Vetements de protection en amiante. Degagement de poussieres lors de la fabrication et de l'emploi*, in *Cahiers de Notes Documentaires*, 96, pp. 425-433.
- Samimi B.S., Williams A.M. (1981), *Occupational exposure to asbestos fibres resulting from use of asbestos gloves*, in *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 42, pp. 870-875.
- Cherrie J.W. *et al.* (2005), *Exposure and risks from wearing asbestos mitts*, in *Particle and Fibre Toxicology*, 2, 5.

La principale causa di esposizione è l'usura dovuta alle sollecitazioni meccaniche e in parte alle sollecitazioni termiche che causano il deterioramento dei tessuti di amianto determinando minore coesione del tessuto e l'origine di «fibre libere» che possono disperdersi nell'ambiente di lavoro.
Le fibre più fini vengono disperse nell'aria e rimangono in sospensione per tempi prolungati a causa delle loro caratteristiche aerodinamiche ed anche una volta sedimentate possono venire risospese da modesti moti convettivi dell'aria dovuti a spostamenti di persone, mezzi di trasporto, e ai moti convettivi di origine termica dovuti ai pezzi in temperatura. Le fibre più grossolane subiscono comminuzione e costituiscono fonte secondaria di dispersione di fibre.

▼ Esposizioni attuali

Le esposizioni attuali, dove l'amianto è stato bandito, sono legate prevalentemente ad operazioni di rimozione di amianto in matrice friabile, utilizzato estesamente in impianti in-

dustriali e civili e in molti edifici pubblici e privati per opere di coibentazione, oppure per la rimozione di manufatti in matrice compatta, prevalentemente cemento-amianto e in misura molto minore vinilamianto. Tali esposizioni sono documentabili in quanto soggette al controllo delle Asl che esaminano i piani di bonifica in quanto richiesto dall'art. 34 del D.lgs. 277/91, ne controllano l'esecuzione e acquisiscono i dati di esposizione durante i lavori e i dati della concentrazione di fondo residua. Numerosi dati sono reperibili nelle pubblicazioni:

- *Relation entre la teneur en amiante dans les matériaux et la concentration de fibres dans l'air ambiant lors de travaux de démantèlement*, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (Irsst) Rapport R-600, (Pdf).
- Anses, *Synthèse scientifique et tecnique sur les expositions professionelles à l'amiante*, mai 2011.
- Inrs, *Situations exposant à l'amiante* (ed. 6005, novembre 2007).
- Inrs, *Situations de travail éxposant à l'amiante - Interventions sur des matériaux ou appareils susceptible de libérer des fibres d'amiante* (ed. 6005, octobre 2012).
- *Base de données Ev@lutil: Évaluation des expositions professionnelles aux fibres* (www.isped.u-bordeaux2.fr - www.invs.sante.fr).

Altre esposizioni che interessano operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria su impianti e strutture non ancora bonificate (in cui non sempre è nota la presenza di amianto) sono solo parzialmente documentate. Un comparto indagato in tempi recenti è quello della estrazione e della lavorazione delle ofioliti (o pietre verdi) che rientra nel comparto più vasto dei «lapidei», indagato maggiormente per la presenza di silice libera cristallina. Indagini sono state condotte nel precedente decennio in Lombardia e in Emilia Romagna allo scopo di identificare e quantificare la presenza di amianto e l'esposizione dei lavoratori. Le relative pubblicazioni sono disponibili presso i rispettivi assessorati alla Sanità. Poco o per nulla indagata l'esposizione degli addetti alle discariche dove vengono conferiti rifiuti contenenti amianto.

▼ Dispositivi di protezione individuale

Per quanto riguarda i mezzi di protezione individuale dell'apparato respiratorio idonei i filtri ad alta efficienza trattengono particelle e fibre di dimensione decisamente inferiore al valore nominale dell'aerosol monodisperso utilizzato per valutarne l'efficienza di filtrazione (0.3 mm) e assicurano una protezione che finora è stata ritenuta sufficiente a livello internazionale. Le mascherine di tipo cellulosico, spesso utilizzate nelle operazioni polverose, sono notoriamente poco efficienti per quanto riguarda la protezione respiratoria rispetto alle particelle più fini e a maggior ragione rispetto alle fibre di amianto per le qua-

li viene richiesta una protezione pari almeno a quella delle maschere P3 anche per le mansioni meno esponenti, dando per scontato che durante le rimozioni di amianto floccato occorrono maschere a protezione totale. Occorre comunque tener conto dell'evoluzione rispetto al passato della qualità anche nel campo delle maschere protettive per garantire sempre maggior efficienza.

In tal senso si possono citare alcuni lavori recenti rispetto all'amianto e alle polveri in generale:

– Cheng Y.S., Holmes T.D., Fan B. (2006), *Evaluation of respirators filters for asbestos fibers*, in *J. Occup. Environ. Hygiene*, 3, pp. 26-35.
– Plebani C., Di Luigi M., Caponi M. (2005), *Efficienza di filtrazione di filtri antipolvere utilizzati nei respiratori in funzione della granulometria dell'aerosol*, in *Giornale degli Igienisti Industriali*, 30 (4), pp. 253-259.
– Huang S.H., Chen C.W., Chang C.P., Lai C.Y., Chen C.C. (2007), *Penetration of 4,5 nm to 10 µm aerosol particles through fibrous filters*, in *J. aerosol sci*, 38, pp. 719-727.
– Martin S.B., Moyer E.S. (2000), *Electrostatic respirator filter media: filter efficiency and most penetrating particle size effects*, in *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, 15 (8), pp. 609-617.
– Uni En 149: 2003 Apparecchi di protezione delle vie respiratorie – semimaschera filtrante contro particelle. Requisiti, prove, marcatura.
– Advances in aerosol filtration, edited by Kvestoslav R.. Spurny Crc Press, 1998, (vedi capitolo 20, capitolo 25).
– Uni En 1822/2: 2002, Filtri aria a particelle per alta ed altissima efficienza (Hepa ed Ulpa). Produzione di aerosol, apparecchiature di misura, conteggio statistico delle particelle.
– Chen C.C., Lehtimaki M., Willike K. (1992), *Aerosol penetration through filtering facepieces and respirator cartridges*, in *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, n. 53 (9), pp. 566-574.
– Chen C.C., Lehtimaki M., Willike K. (1993), *Loading and filtration characteristic of filtering facepieces*, in *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 54 (2), pp. 51-60.

Occorre ricordare che l'uso dei dispositivi di protezione individuale per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro è obbligatorio quando permane un rischio residuo dopo l'attuazione degli interventi di prevenzione volti alla sua eliminazione o riduzione. Sono comunque prioritari gli interventi sulle macchine, sui sistemi di ventilazione, la sostituzione di sostanze cancerogene o pericolose, le modifiche del ciclo produttivo e del layout dei reparti. I Dpi, che rimangono l'*extrema ratio* per quanto riguarda l'esposizione ad aerosol ed altri agenti chimici in generale, rimangono fondamentali per interventi di rimozione dell'amianto, di manutenzione in presenza di materiali che lo contengono, o per operazioni di breve durata non altrimenti controllabili. L'uso di Dpi adeguati, previsti dalle norme di buona tecnica da adottare durante la rimozione dell'amianto, cade comunque sotto il controllo della Asl.

▼ Aspetti tecnico preventivi

Per quanto riguarda le misure generali di prevenzione da adottate si può fare riferimento per il passato alle procedure raccomandate nell'ambito del manuale *Asbestos Fibre Handlig Manual* del 1978 della Asbestos International Association.

Anche l'Istituto dell'Amianto canadese riportava analoghe precauzioni impiantistiche oltre che comportamentali in una serie di guide: *Asbestos in the workplace – A series of practical guidebooks*.

Altre importanti indicazioni possono essere desunte dalle seguenti pubblicazioni in merito:

The Asbestos Regulations, Si N. 690, Hmso (1969).

Asbestos Research Council: Codes of Practice

– *For Handling and Disposal of Asbestos Waste Materials* (1973);

– *For Handling Consignments of Asbestos Fibres* (1975).

Asbestos Research Council: Control and Safety Guides

– *Handling, Storage, Transportation and Discharging of Asbestos Fibres into Manifacturing Processes* (1971);

– *Asbestos Textile Products Caf/Asbestos Beater Jointings and Asbestos Millboard* (1971);

– *The Application of Sprayed Asbestos Coatings* (1972);

– *Stripping and Fitting of Asbestos – Containing Thermal Insulation* (1973);

– *Control of Dust by Exhaust Ventilation* (1973);

– *Asbestos-based Material for the Building and Ship-building Industries and Electrical and Engineering Insulation* (1975);

– *Protective Equipment in the Asbestos Industry* (1977);

– *Asbestos-based Friction Materials and Asbestos Reinforced Resinous Moulded Materials* (1977);

– *The Cleaning of Premises and Plant in Accordance with The Asbestos Regulation* (1977).

Health and Safety Executive, *Asbestos: Health precautions in industry*, Booklet n. 44 (1976).

Health and Safety Executive - Technical Data Notes (1976)

– *Asbestos Regulation 1969: Respiratory Protective Equipment*;

– *Control of Asbestos Dust*.

Inrs, *Protection contre les risques professionelles dans le travail de l'amiante*, in *Cahiers des Notes Documentaires*, n. 48, 1967.

Inrs, *Traitement et utilization de l'amiante*, *Cahiers des Notes Documentaires*, n. 68, 1972.

Inrs, *Tecniques de depoussierage dans l'industrie de l'amiante*, in *Cahiers des Notes Documentaires*, n. 81, 1975.

Goldfield J., Brandt F.E., *Dust control techniques in Asbestos Industry*, in *Am. Ind. Hyg. Ass. J.*, 1974, 35, pp. 12-19.

Si può notare come alla fine degli anni ’60 e durante tutti gli anni ’70 fossero già presi in considerazione numerosi aspetti della prevenzione tecnica per contenere l’esposizione all’amianto che sono stati successivamente ripresi in modo più ampio e completo.
Nel periodo più recente in particolare sono state elaborate le misure di prevenzione e divulgate attraverso documenti e linee guida da parte di istituti centrali quali Inrs, Hse, Aia…
Si possono citare ad esempio:

- Inrs, *Situations de travail éxposant à l’amiante - Interventions sur des matériaux ou appareils susceptible de libérer des fibres d’amiante* (ed. 6005, octobre 2012);
- Inrs, *Travaux de retraite ou d’éncappsulage de materiaux contenat de l’amiante - Guide de prevention* (ed. 6091, decembre 2012);
- Government Printing Office, *Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment, Part 763: Asbestos*, Washington, Dc, Usgpo, 2010;
- Health and Safety Executive, *Work with materials containing asbestos: control of asbestos regulations 2006: approved code of practice and guidance*, Sudbury, Suffolk, G.-B., Hse, 2006, VIII, 100 p. (Hsc: L143).
- National Institute for Occupational Safety and Health, *Asbestos, Niosh safety and health topic*, Washington, Dc, Niosh, 2005.
- *Guida pratica sulle migliori prassi per minimizzare i rischi dell’amianto in lavori che implicano (o possono implicare) la presenza di amianto*, prodotta dal Senior Labour – Inspectors Committee (Slic) Commissione Europea Dg Occupazione, Affari sociali e Pari opportunità 2006.

Sono state pubblicate inoltre numerose guide da parte degli assessorati regionali alla sanità a seguito di pubblicazione di leggi specifiche sull’amianto e progetti di tutela dal rischio amianto.
Per quanto riguarda la regione Lombardia ricordo che a seguito della l.r. n. 17/2003, la Regione Lombardia ha approvato (d.g.r. VIII/1526 del 22.12.05) il Piano regionale amianto Lombardia (Pral) che si pone i principali obiettivi della salvaguardia dall’inquinamento da fibre di amianto e la rimozione dei manufatti contenenti amianto entro il 2016 e a tal fine prevede azioni, strumenti e risorse. Il Pral prevede la realizzazione del censimento degli impianti, degli edifici, dei siti e dei mezzi di trasporto con presenza di amianto o di materiali contenenti amianto, la mappatura georeferenziata dell’amianto presente sul territorio regionale e un monitoraggio dei livelli di concentrazione di fibre di amianto nell’aria. Il monitoraggio ambientale della concentrazione delle fibre di amianto aerodisperse oltre a consentire di valutare il livello di rischio residuo della popolazione è una verifica diretta della adeguatezza delle procedure di bonifica adottate ed un utile strumento di verifica dell’efficacia degli interventi di bonifica.

È stato istituito presso le Asl Lombarde (d.d.g. n. 4972 del 16 maggio 2007) il registro dei lavoratori esposti ed ex esposti all'amianto e il protocollo operativo per la loro sorveglianza sanitaria. Il protocollo prevede l'inserimento di un soggetto esposto o ex esposto all'amianto in una classe predefinita in funzione dell'intensità dell'esposizione.

▼ Conclusioni

Un numero elevato di studi riportati nella letteratura e le numerose leggi a livello europeo e nazionale a tutela dei lavoratori rispetto al rischio amianto hanno sviluppato una maggiore conoscenza e coscienza del rischio specifico e una maggiore capacità di gestione delle azioni preventive. I dati disponibili per stimare le esposizioni pregresse non sono numerosi e per alcune mansioni sono difficilmente recuperabili; la memoria storica dei lavoratori, sia di lavoratori singoli sia a maggior ragione di gruppi di lavoratori esposti è una fonte importante per la ricostruzione.

Rispetto alle esposizioni attuali e future occorre tenere conto che la quantità di amianto tuttora estratta e utilizzata è rilevante e la commercializzazione di manufatti che lo contengono non è facilmente controllabile; si può dunque prevedere un numero di esposti ancora elevato forse con minore intensità rispetto al passato per le maggiori tutele imposte dalle recenti leggi e le migliori tecniche preventive. L'obiettivo di bandire l'amianto ovunque come già avvenuto in Europa resta un obiettivo ancora di medio-lungo termine. Restano comunque aperti spazi di ricerca o di approfondimento sulla definizione di dose esterna oltre che attraverso il numero delle fibre di amianto anche rispetto alla massa e alla superficie e alla composizione esterna del reticolo cristallino delle fibre stesse. Risulta inoltre importante l'approfondimento della distribuzione dimensionale delle fibre estendendo la determinazione anche alle fibre ultrafini e ultracorte presenti nell'aria per estendere la stima dell'esposizione anche a questa frazione e per istituire correlazioni con la dose interna delle stesse.

Allegati

Allegato 1

A proposito del ruolo delle fibre fini nell'eziologia del mesotelioma

Considerazioni sull'articolo del prof. Chiappino: «Mesotelioma: il ruolo delle fibre ultrafini e conseguenti riflessi in campo preventivo e medico legale»

di Gianpiero Cassina *

▼ A proposito del ruolo delle fibre fini nell'eziologia del mesotelioma

Il prof. Chiappino nel suo recente articolo (1), citando a supporto tre lavori scientifici (2, 3, 4), sostiene l'ipotesi che solo le fibre ultrafini di amianto sono in grado di attraversare la barriera polmone pleura, costituendo perciò il vero agente causale del mesotelioma. Ne fa conseguire la conclusione che debba essere esclusa ogni ipotesi di evitabilità della malattia almeno fino alla seconda metà degli anni '80 in quanto:

– Il metodo standardizzato di conteggio delle fibre aerodisperse mediante microscopia ottica in contrasto di fase, che legge soltanto le fibre di lunghezza maggiore di 5 micron e con rapporto lunghezza/diametro maggiore o uguale a 3, non fornirebbe nessuna informazione attendibile sui livelli delle fibre ultrafini che il microscopio ottico non vede.
– I materiali filtranti disponibili sia per gli impianti fissi di aspirazione che per le maschere protettive individuali non sarebbero stati in grado di trattenere le fibre ultrafini».

La teoria sull'esclusiva cancerogenicità sulla pleura delle fibre ultrafini si basa sui seguenti assunti (1):

1. «Le fibre ultrafini di amianto e specialmente quelle anfiboliche molto rigide costituiscono eccezione rispetto a tutte le particelle inalate, comprese le fibre di amianto di dimensioni relativamente maggiori, perché possono superare la barriera polmone pleura…»;

* Medico del lavoro Inca Cgil Bergamo

2. «Soltanto fibre di dimensioni ultramicroscopiche con diametri dell'ordine di circa 0,2 micron e lunghezza di pochi micron possono raggiungere lo spazio pleurico»;
3. «Una importante ricerca di Boutin… ha dimostrato che nell'uomo le fibre ultrafini di amianto passate dal polmone alla pleura si concentrano come le particelle carboniose attorno agli stomi linfatici della pleura parietale… e, scarsamente amovibili per via linfatica, vi rimangono per decenni».

La lettura analitica dei lavori da cui il prof. Chiappino deriva i succitati assunti mi porta al contrario a ritenere che questi non servano a supportare la sua teoria.

Va premessa la necessità di stabilire con precisione la natura delle fibre ultrafini che in modo approssimativo il prof. Chiappino definisce come «anche ultracorte con diametro molto inferiore a 1 micron e lunghezza inferiore a 5 micron».

Paoletti e coll. nel lavoro citato (2) definiscono ultrafini quelle con diametro inferiore a 0,3 micron.

A questo criterio mi atterrò nello svolgimento di queste mie considerazioni, anche in considerazione del fatto che fibre di lunghezza e diametro rispettivamente superiori a 5 e 0,3 micron sono senz'altro visibili in microscopia ottica in contrasto di fase.

Sul primo assunto del prof. Chiappino osservo che solo nel lavoro di Paoletti e coll. le fibre ultrafini riscontrate sul materiale bioptico pleurico di pazienti affetti da mesotelioma erano prevalentemente di natura anfibolica: su un totale di 12 casi (la presenza di fibre d'asbesto è sta riscontrata in soli 12 casi su 21) in 6 erano presenti in modo esclusivo fibre di crocidolite e in 2 sia di crocidolite che di crisotilo.

Boutin e coll. nella premessa alla loro ricerca citano i dati della letteratura scientifica (5, 6, 7) che hanno mostrato che le fibre corte di crisotilo rappresentano il più comune tipo di asbesto presente nella pleura parietale in contrasto con la teoria secondo cui le fibre a maggior potere cancerogeno sono quelle anfiboliche di lunghezza uguale o maggiore di 8 micron che ha trovato conferma negli studi sperimentali di Stanton (8). Lo scopo dichiarato della ricerca è infatti quello di trovare una possibile spiegazione a «questo paradosso» ipotizzando che le fibre d'amianto si distribuiscano in modo eterogeneo nella pleura parietale (sui risultati tornerò più avanti quando esporrò le mie considerazioni sul terzo assunto del prof. Chiappino).

Suzuki e coll. concludono la loro ricerca affermando che nei tessuti mesoteliali la maggioranza delle fibre d'asbesto erano più corte di 5 micron e costituite da crisotilo in un rapporto rispetto agli anfiboli di 30:1.

L'attenta lettura dei lavori citati dal prof. Chiappino non sembra confermare quanto dallo stesso affermato circa il fatto che specialmente le fibre ultrafini anfiboliche possono superare la barriera polmone pleura. Sembrerebbe vero il contrario, e cioè che soprattutto le fibre ultracorte e ultrafini di crisotilo sono in grado di superare tale barriera.

La differenza è sostanziale, perché, se ad essere vera è questa seconda affermazione, soste-

nere che solo le fibre ultrasottili sono eziologicamente responsabili dell'insorgenza del mesotelioma porterebbe alla paradossale conseguenza logica che siano soprattutto le fibre di serpentino ad essere cancerogene per la pleura, quando invece è nota la loro molto minore potenza cancerogena rispetto agli anfiboli.
Le conclusioni di Suzuki e coll. sono infatti che «le fibre corte e sottili di asbesto dovrebbero essere incluse nella lista di fibre che contribuiscono all'induzione del mesotelioma nell'uomo» e che «i risultati supportano l'induzione del mesotelioma nell'uomo da parte del crisotilo». Non le uniche, quindi, ma anch'esse da considerare cancerogene.
Sul secondo e terzo assunto sostengo che in nessuno dei lavori citati sono state reperite nella pleura parietale esclusivamente fibre ultracorte e ultrafini.
Nello studio di Paoletti e coll. le fibre ultracorte rapprentavano l'80% del totale e quelle ultrafini (diametro inferiore a 0,3 micron) il 68%; le fibre di crisotilo sono risultate in media più sottili di quelle della crocidolite.
Nella ricerca di di Suzuki e coll. risulta che nel tessuto tumorale nel caso del crisotilo solo nello 0,1% dei casi le fibre presentavano una lunghezza uguale o superiore a 8 micron, mentre nel caso dell'amosite (unico anfibolo sufficientemente rappresentato nella casistica quanto a numero di fibre) nel 10,6%. La media geometrica della lunghezza delle fibre per le diverse tipologie d'amianto era:
– nel caso del crisotilo di 0,39 micron (range 0,07-15 micron);
– nel caso dell'amosite di 4,55 micron (range 0,30-62 micron).
Alla tabella 4 del lavoro citato si può osservare che per gli anfiboli la media geometrica della lunghezza delle fibre è minore nelle placche che nel tessuto tumorale.
Quanto al diametro delle fibre nel tessuto tumorale, sempre in termini di media geometrica, questo è risultato:
– nel caso del crisotilo di 0,04 micron (range 0,01-0,70 micron);
– nel caso dell'amosite di 0,21 micron (range 0,03-1,10 micron).
Se ne deduce che una quota non certo trascurabile di fibre, maggiore nel caso dell'amosite, presentava un diametro superiore a 0,21 micron fino a 1,10 micron.
La studio di Boutin e coll. dimostra che le fibre lunghe di asbesto si possono trovare nella pleura parietale a livello degli stomi linfatici e che a questo livello le fibre di anfibolo sono predominanti. Nella casistica il 22,5% delle fibre presentavano in tali sedi una lunghezza uguale o superiore a 5 micron. Quanto al diametro esso è risultato sempre superiore a 0,1 micron (con diametro medio uguale a 0,19 micron) e ciò porta gli Autori ad affermare che le loro osservazioni contrastano con le conclusioni di Lippman (9) secondo cui le sole fibre con diametro uguale o inferiore a 0,1 micron raggiungono lo spazio pleurico.
L'osservazione è del resto coerente con quelle di Gibbs e coll. e di Dodson e coll., che hanno riscontrato fibre lunghe di anfiboli in fibrosi pleuriche diffuse il primo e in placche pleuriche, nel peritoneo e nel mesentere il secondo (10,11,12).

L'attenta lettura dei lavori citati dal prof. Chiappino non sembra confermare quanto dallo stesso affermato nel riassunto dell'articolo (1) circa il fatto che «soltanto fibre di dimensioni ultramicroscopiche con diametri dell'ordine di circa 0,2 micron e lunghezza di pochi micron possono raggiungere lo spazio pleurico».
In tutti gli studi citati si sono evidenziate nei tessuti mesoteliali quote significative di fibre di lunghezza e diametro superiore a quelli utilizzati dal prof. Chiappino per definire le fibre di dimensioni ultrafini e ultracorte così da renderle invisibili al microscopio ottico e quindi non misurabili con il metodo standardizzato. Ciò è tanto più vero per le fibre anfiboliche dotate di maggiore potenza cancerogena.
La stessa affermazione del prof. Chiappino a pagina 9 dell'articolo dove scrive che «In sede pleurica si sono infatti sempre ritrovate soltanto fibre di dimensioni ultramicroscopiche con diametri medi di circa 0,2 micron» implica che, sia in caso di distribuzione normale delle misure che di distribuzione lognormale, una quota importante di fibre ha necessariamente diametro superiore a 0,2 micron.
In nessuno degli studi citati si conclude che le fibre ultrafini siano le uniche dotate di potere cancerogeno sulla pleura.
In conclusione ritengo sulla base di quanto esposto che i risultati e le conclusioni degli studi citati dal prof. Chiappino non supportino la sua tesi che solo le fibre ultrafini di amianto di dimensioni ultramicroscopiche sono in grado di attraversare la barriera polmone-pleura costituendo perciò il vero agente causale del mesotelioma.
Va ancora considerato che, una volta raggiunto il polmone, le fibre d'amianto possono andare incontro a processi di trasformazione e degradazione con conseguente riduzione sia della lunghezza che del diametro (13).
Nelle osservazioni in merito alle note difensive di una causa pendente presso la Corte di Appello di Brescia il prof. Chiappino nell'impossibilità di sostenere l'originaria (1) caratterizzazione delle fibre ultrafini penetrabili la barriera polmone-pleura come «anche ultracorte» abbandona questa definizione dichiarando che si debba fare riferimento solo al diametro delle fibre.
Ne consegue però che l'abbandono del concetto di fibre ultracorte ha conseguenze sull'affermata impossibilità di captare le fibre ultrafini da parte dei comuni materiali filtranti disponibili fino alla metà degli anni «'80. La lunghezza delle fibre infatti è tutt'altro che ininfluente nel condizionare la loro captabilità.

A proposito del rapporto con la dose

Il prof. Chiappino minimizza l'importanza della dose espositiva nella determinazione del rischio di contrarre il mesotelioma, enfatizzando nel contempo il ruolo delle basse esposizioni e dell'ipersuscettibilità. «Dare tempo al meccanismo patogenetico» è per l'Autore «enormemente più importante di quanto non sia dargli fibre».

La correlazione con la dose espositiva del rischio di mesotelioma è evidenziata dallo studio di M.M. Finkelstein condotto tra i lavoratori di un'industria di cemento-amianto dell'Ontario (14).
Berry e coll. (15) hanno verificato una significativa correlazione dose-risposta per il mesotelioma pleurico in una coorte di 5000 lavoratori londinesi esposti ad amianto tra il 1933 e il 1980.
Da altri Autori è stato evidenziato un significativo incremento del rischio di mesotelioma correlato con l'aumento del contenuto polmonare di amianto misurato in microscopia elettronica (16,17,18,19).
Il rischio di contrarre il mesotelioma dipende soprattutto dal tempo trascorso dalla prima esposizione, in relazione al tipo di fibra secondo una relazione quantitativa del tipo $I(t) = K*E*(t-t0)^3$, (20, 21) dove:

I(t) = incidenza del mesotelioma dopo l'inizio dell'esposizione
K = costante dipendente dal tipo di amianto e di industria
E = esposizione media espressa in fibre/ml
t0 = latenza minima per la comparsa del mesotelioma (stimata in 10 anni)

Il fatto che il rischio di mesotelioma sia molto basso nei primi 15-20 anni dall'inizio dell'esposizione è sia suggestivo del fatto che l'asbesto eserciti un effetto precoce sulla cancerogenesi pleurica (22), ma non esclude affatto l'importanza della dose. Infatti a partire da questo periodo di latenza minima la probabilità di ammalare è funzione lineare della dose ponderata ed esponenziale (3ª o 4ª potenza) del tempo intercorso dalla prima esposizione. Se quindi il tempo di esposizione rappresenta la variabile che più incide sul rischio, questo è comunque significativamente influenzato anche dall'intensità dell'esposizione.
Quanto all'esistenza di una correlazione inversa tra dose cumulata e latenza, accanto ai lavori citati dal prof. Chiappino per negarla, vi sono i risultati di recenti ricerche che la confermerebbero (22).
La fase espositiva che più incide sull'entità del rischio di ammalare di mesotelioma si sposterebbe nei primi anni di esposizione, quanto più il livello di esposizione è elevato.
Quanto al ruolo del tempo di esposizione appare arbitrario o quantomeno limitativo ricondurlo esclusivamente al tempo necessario per l'estrinsecazione del processo patologico (1). All'aumento del tempo di esposizione corrisponde altresì l'aumento della probabilità che si verifichino condizioni espositive e/o condizioni endogene non fisiologiche di maggiore permeabilità di barriera polmone-pleura (quelle condizioni flogistiche o altre influenzanti la direzione del flusso linfatico valorizzate dallo stesso Chiappino) che favoriscono la penetrazione delle fibre d'amianto tanto più quanto è elevato il livello di esposizione inalatoria.
In conclusione il rischio di mesotelioma aumenta con l'aumentare sia dell'intensità che della durata dell'esposizione. Inoltre il permanere dell'esposizione ad amianto successiva ai primi anni non può essere considerata irrilevante.

A proposito della prevedibilità

A partire dallo studio di Wagner, pubblicato nel 1960 (23) e con il successivo Simposio dell'Accademia delle Scienze di New York il flusso di pubblicazioni circa la cancerogenicità sui mesoteli dell'amianto diviene sempre più numeroso, addirittura «torrenziale», a giudizio di R. Murray (24), autore che è stato ispettore medico già a partire dal 1947 presso fabbriche di amianto.

Nello studio di Wagner già si evidenziava che il mesotelioma poteva associarsi a condizioni di esposizione ad amianto molto basse.

B. Castleman polemizza con Murray (25), facendo risalire la prima segnalazione di tumori primitivi della pleura in pazienti con asbestosi a Wedler, i cui lavori furono pubblicati sul «Bulletin of Hygiene» da S.R. Gloyne nel 1943. Lo stesso autore sostiene che i responsabili delle aziende leader hanno impedito la divulgazione delle evidenze scientifiche emerse dalle ricerche da essi stessi commissionate circa la cancerogenità dell'amianto, disponibili già nella metà degli anni quaranta.

Il prof. Chiappino sostiene che l'evento internazionale ove è stato definitivamente ed ufficialmente stabilito il potere cancerogeno dell'amianto per il polmone e la pleura è il rapporto del Gruppo di lavoro su asbesto e cancro sponsorizzato dalla Unione internazionale contro il cancro, presentato alla Conference of the New York Academy of Sciences e pubblicato nel 1965 (26). Afferma ancora che per l'Italia il Congresso nazionale della Società italiana di Medicina del lavoro, tenutosi a S. Vincent nel 1971, ha costituito il primo momento chiarificatore sul tema (1).

Un periodo di 7 anni per trasferire le conclusioni della su citata Conferenza nelle conoscenze dei medici del lavoro italiani sembra francamente un tempo eccessivamente lungo, se è vero che alla Conferenza di New York hanno partecipato i ricercatori italiani con uno studio epidemiologico relativo all'incidenza dei tumori toracici nei casi di asbestosi indennizzati dall'Inail nel periodo 1943-1964 (27), a testimonianza del fatto che a partire dai primi anni sessanta la cancerogenità pleurica dell'amianto era conoscenza acquisita in ambito specialistico.

Il molto diffuso trattato di Medicina del lavoro di Scipione Caccurri (ed. 1972) nel capitolo dedicato alla patologia da amianto riportava «Importante è la constatazione, specie in questo ultimo decennio, della insorgenza di un mesotelioma pleurico... E i casi di mesotelioma, attribuiti all'asbesto, vanno sempre più aumentando».

Si ritiene pertanto che già nei primi anni «'60 negli ambienti specialistici non si poteva non essere a conoscenza della cancerogenicità dell'amianto sulla pleura anche a basse dosi e della conseguente necessità di rigorose procedure di prevenzione primaria nel suo utilizzo.

Il tardivo accoglimento negli ambienti industriali delle conoscenze sulla cancerogenicità dell'amianto è anche da attribuire alla colpevole prassi di utilizzare per l'assolvimento delle funzioni mediche previste dal D.p.r. 303/56 non specialisti o specialisti in discipline che niente

avevano a che fare con la Medicina del lavoro, senza quella «competenza» già prevista nel citato decreto.

A proposito della prevenibilità

In aggiunta a quanto già argomentato a proposito dell'asserita esclusività dell'effetto causativo del mesotelioma da parte delle polveri ultrafini ritengo che anche l'affermazione per cui il mesotelioma non era prevenibile in quanto fino alla metà degli anni '80 non erano disponibili in commercio filtri in grado di trattenere le fibre ultrafini è senz'altro contestabile per il fatto che il riciclo dell'aria era comunque da considerarsi procedura non raccomandabile, specie nel caso di un inquinante di conosciuto effetto cancerogeno. L'impianto di abbattimento doveva semmai presidiare l'immissione nell'atmosfera e non nell'ambiente di lavoro (28).

Va ancora sottolineato che le procedure di prevenzione non si riducevano all'aspirazione, ma prevedevano fra l'altro il confinamento delle fonti di inquinamento, l'adozione ove possibile di cicli chiusi, la bagnatura, l'utilizzo delle forme d'amianto meno pericolose.

Su quest'ultimo punto è opportuno sottolineare che l'utilizzo esclusivo del crisotilo poteva comportare da solo la drastica riduzione (variabile da uno a due ordini di grandezza a secondo dei livelli di esposizione) del rischio di contrarre il mesotelioma (16).

L'art. 21 del D.p.r. 303/56 prescriveva all'epoca per qualsiasi inquinante, indipendentemente dalla sua pericolosità, l'adozione di tutte le misure di prevenzione tecnologicamente disponibili per ridurre al minimo l'esposizione dei lavoratori e comunque il confinamento delle aree inquinate al fine di evitare l'esposizione indebita. A maggior ragione si doveva utilizzare la massima cautela nell'uso di una sostanza di cui, a prescindere dalla sua responsabilità nell'eziologia dei mesoteliomi, si conosceva il potere cancerogeno sui polmoni già nella metà del secolo scorso.

Aggiungo ancora che è fuor di dubbio che, proprio perché le fibre ultrafini si generano dalla disgregazione delle fibre di diametro maggiore, la riduzione della polverosità totale non poteva che ridurre la concentrazione atmosferica delle stesse.

A proposito dell'ipersuscettibilità individuale

L'esistenza di una condizione di ipersuscettibilità individuale è probabile, come del resto per altri processi neoplastici, ma ad oggi non sufficientemente definita quanto a dimensioni e modalità di espressione del fenomeno.

La questione appare comunque irrilevante sotto il profilo medico-legale.

La condizione di ipersuscettibilità individuale all'effetto lesivo di una determinata noxa professionale a livelli espositivi inferiori a quelli necessari per produrre il medesimo effetto nella popolazione generale si può manifestare sia come condizione biologica senza estrinsecazioni patologiche che come preesistente condizione patologica.

Nessuna delle due condizioni vale comunque ad escludere, quando la malattia profes-

sionale si manifesti, il rapporto di causalità fra l'omissione dei prescritti provvedimenti prevenzionali e l'evento morboso. Il concetto è ribadito dalla Corte di Cassazione (Sent. n. 239/03) secondo cui sia per gli infortuni sul lavoro, sia per le malattie professionali, vale il principio di equivalenza causale stabilito dall'art. 41 del Codice penale (Cass. n. 8165/01; n. 535/98; n. 1196/98) per cui «Il concorso di cause preesistenti o simultanee o sopravvenute, anche se indipendenti dall'azione od omissione del colpevole, non esclude il rapporto di causalità fra l'azione od omissione e l'evento. Le cause sopravvenute escludono il rapporto di causalità quando sono state da sole sufficienti a determinare l'evento…».

Bibliografia

1. Chiappino G., *Mesothelioma: the aethiological role of ultrathin fibres and repercussions on prevention and medical legal evaluation*, Med. Lav., 2005, 96: pp. 3-23.
2. Paoletti L., Falchi M., Batisti D., Zappa M., Chellini E., Biancalani M., *Characterization of asbestos fibres in pleural tissue from 21 cases of mesothelioma*, Med. Lav., 1993, 84: pp. 373-378.
3 Boutin C., Dumortier P., Rey F., Vialat J.R., De Vuyst P., *Black spots concentrate oncogenic asbestos fibers in the parietal pleura. Thoracoscopic and mineralogic study*, Am J Respir Crit Care, 1996, 153: pp. 444-449.
4. Suzuki Y., Yuen S.R., *Asbestos fibers contributing to the induction of human malignant mesothelioma*, Ann N.Y. Acad. Sci, 2002, 982: pp. 160-176.
5. Sebastien P., Janson X., Gaudichet A., Hirsch A., Bignon J., *1980. Asbestos retention in human respiratory tissues: comparative measurements in lung parenchyma and in parietal pleura*, in J.C. Wagner editor, *Biological Effects of Mineral Fibers*, Iarc Scientific Publications, Lyon, France, pp. 237-246.
6. Le Bouffant L., *1980. Physics and chemistry of asbestos dust*, in J.C. Wagner editor, *Biological Effects of Mineral Fibers*, Iarc Scientific Publications, Lyon, France, pp. 15-33.
7. Kothyama N., Suzuki, *1991. Analysis of asbestos fibers in lung parenchyma, pleural plaques, and mesothelioma tissues of North American insulation workers*, Ann. N.Y. Acad. Sci, 643: pp. 27-52.
8. Stanton M.F., Layard M., Tegeris A., Miller E., May M., Morgan E., Smith A., *Relation of particle dimension to carcinogenety in amphibole and other fibrous minerals*, J Nat Cancer Inst., 1981, 67: pp. 965-975.
9. Lippman M., *Asbestos exposure indices*, Environ. Res, 1988, 46: pp. 86-106.
10. Gibbs A.R., Stephens M., Griffiths D.M., Blight B.J.N., Pooley D., *Fibre distribution in the lungs and pleura of subjects with asbestos related diffuse pleural fibrosis*, Br. J. Ind. Med., 1991, 48: pp. 762-770.

11. Dodson R.F., Williams M.G., Corn C.J., Brollo A., Bianchi C., *Asbestos content of lung tissue, lymph nodes, and pleural plaques from former shipyard workers*, Am Rev Respir Dis., 1990, pp. 142-843.
12. Dodson R.F., O'Sullivan M.F., Huang J., Holiday D.B., Hammar S.P., *Asbestos in extrapulmonary sites – omentum and mesentery*, Chest, 2000, 117: pp. 486-493.
13. Lippman M., *Effects of fiber characteristics on lung deposition, retention, and disease*, Environ Health Perspect, 1990, 88: pp. 311-317.
14. Finkelstein M.M., Br. J. Ind. Med. 1983, 40: pp. 138-144.
15. Berry G., Newhouse M.L., Wagner J.C., *Mortality from all cancers of asbestos factory workers in east London 1933-80*, Occup Environ Med., 2000, 57: pp. 782-785.
16. Mowe' G., Gylseth B., Hartveit F., Skaug V., *Fiber concentration in lung tissue of patients with malignant mesothelioma. A case-control study*, Cancer, 1985, 56: pp. 1989-2093.
17. Tuomi T., Huuskonen M.S., Virtamo M., Tossavainen A., Tammilehto L., Mattson K. *et al.*, *Relative risk of mesothelioma associated with different levels of exposure*, Scand J Work Environ Health, 1991, pp. 404-408.
18. Berry G., *Models for mesothelioma incidence following exposure to fibers in terms of timing and duration of exposure and the biopersistence of these fibers*, Inhalation Toxicology, 1999, 11: pp. 111-130.
19. Rogers A.J., Leigh M.B., Berry G., Ferguson A., Mulder H.B., Ackad M., *Relationship between lung asbestos fiber type and concentration and relative risk of mesothelioma. A case-control study*, Cancer, 1991, 67: pp. 1912-1920.
20. Boffetta P., *Health effects of asbestos exposure humans: a quantitative assessment*, Med. Lav., 1998, 89.6: pp. 471-480.
21. Health Effects Institute, *Asbestos in public and commercial building: a literature review and synthesis of current knowledge*, Cambridge, Ma, 1991.
22. Bertazzi P.A., *Descriptive epidemiology of malignant mesothelioma*, Med. Lav., 2005, 96, 4: pp. 287-303.
23. Wagner J.C., Sleggs C.A., Marchand P., *Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province*, Br. J. Ind. Med., 1960, 17: pp. 260-271.
24. Murray R., Br. J. Ind. Med., 1990, 47: pp. 361-365.
25. Castleman B., Br. J. Ind. Med., 1991, 48: 427-432.
26. Selikoff L.J., Churg J., *Biological effects of asbestos*, Ann. N.Y. Acad. Sci, 1965, 132: p. 1.
27. Vigliani E.C., Mottura G., Maranzana P., *Association of pulmonary tumors with asbestosis in Piedmont and Lombardy*, Ann. N.Y. Acad. Sci, 1965, 132: pp. 558-574.
28. Industrial Ventilation 11th edition American Conference of Govermental Industrial Hygienists 1970.

Allegato 2

Il IV Rapporto ReNaM

a cura di Marco Bottazzi *

Il «IV Rapporto del Registro nazionale dei mesoteliomi» riporta i dati relativi ai casi di mesoteliomi diagnosticati in Italia fino al 31-12-2008 con informazioni relative a 15.845 casi di mesotelioma maligno.

Vediamo schematicamente i dati di questo IV Rapporto:

1) la malattia si presenta generalmente dopo più di 40 anni dall'inizio dell'esposizione;
2) per oltre il 90% la malattia insorge a carico della pleura polmonare, il 6% a carico del peritoneo;
3) fino a 45 anni di età la malattia è rarissima (solo il 2,3% del totale dei casi registrati). L'età media alla diagnosi è di 69 anni;
4) il tasso standardizzato per mesotelioma maligno della pleura per il 2008 risulta pari a 3,5 (per 100.000 residenti) negli uomini e 1,4 nelle donne.

Dei 15.845 casi rilevati dal 1993 al 2008, 12.065 sono stati definiti riguardo alle modalità di esposizione ad amianto:

– il 69,3% presenta una esposizione professionale;
– il 4,4% una esposizione familiare;
– il 4,3% una esposizione ambientale;
– l'1,6% una esposizione per attività extralavorativa di svago o hobby;
– per il 20,5% dei casi l'esposizione è improbabile o ignota.

Il IV Rapporto si segnala per la sezione Tabelle, che rappresenta un valido aiuto alla nostra attività di tutela in quanto riporta le categorie di attività economica e per ciascuna di esse le caratteristiche di esposizione e le mansioni maggiormente coinvolte. In questa newsletter riportiamo le attività nelle quali si è registrato il maggior nu-

* Coordinatore medico-legale Inca Cgil nazionale

mero di casi di mesotelioma rilevando come si sia in presenza di uno spostamento verso settori meno tradizionali e spesso con esposizioni precedentemente non note.
Particolare attenzione andrà posta al settore dei trasporti, che, come evidenziabile dai dati di seguito riportati, interviene pesantemente a determinare il dato statistico.
A conferma di questa tendenza riportiamo il dato presentato alla recente Conferenza governativa di Venezia secondo cui l'industria del cemento amianto contribuisce oggi per il solo 2% ai nuovi casi di MM.

Edilizia

Casi di MM: n. 1.622 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 1.613; F = 9), di cui n. 1.061 (65,4%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 1.053; F = 8).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Muratori in pietra, mattoni, refrattari; manovali e personale non qualificato dell'edilizia civile; idraulici e posatori di tubazioni idrauliche e di gas; installatori di impianti di isolamento e insonorizzazione.
Muratori e manovali edili hanno direttamente manipolato, pur se in genere in maniera saltuaria, materiali in amianto, trattandoli con strumenti meccanici (come trapani, seghe circolari, flessibili), nella messa in posa di coperture, tubi e condotte ed altri pezzi speciali in cemento-amianto e durante lavori di demolizione. Amianto era contenuto in premiscelati per intonaci per esterni, mattonelle in vinil-amianto, collanti, mastici, impermeabilizzanti (resine o feltri bituminosi) utilizzati nella rifinitura di edifici e poteva essere presente, specie in ambienti industriali, spruzzato sulle superfici su cui operare. Gli idraulici hanno utilizzato materiali contenenti amianto nella posa in opera delle condotte in cemento-amianto utilizzate in gran quantità per la conduzione di acqua potabile, acque reflue o gas, come pure per utilizzo di pluviali, canne fumarie, guarnizioni e hanno operato su materiali friabili (coppelle, nastri, corde, cartoni) che coibentavano tubazioni per il trasporto di fluidi caldi e caldaie, specie durante i lavori di manutenzione. Gli interventi di isolamento termico e acustico di edifici, impianti e macchinari sono stati effettuati prevalentemente da operai specializzati (coibentatori), esposti in maniera continuativa e rilevante, specie durante la coibentazione a spruzzo di strutture metalliche in edilizia o in altri cicli lavorativi (erano appartenenti a ditte classificate come edili gli addetti alla coibentazione di rotabili ferroviari e navi). Sono tuttora potenzialmente esposti ad amianto gli addetti alle bonifiche.

Industria metalmeccanica

Casi di MM: n. 837 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 780; F = 57), di cui n. 456 (54,5%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 411; F = 45).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee

di montaggio industriale); artigiani e operai di installazione e manutenzione di attrezzature elettriche ed elettroniche (esclusi gli addetti alle linee di montaggio).
I saldatori utilizzavano comunemente come protezioni contro il calore cartoni e tessuti in amianto. Materassini o tessuti in amianto erano inoltre usati per rallentare il raffreddamento dei pezzi saldati. I manutentori meccanici e elettrici erano esposti durante gli interventi su strutture coibentate con materiali contenenti amianto (caldaie o tubazioni per il trasporto di fluidi caldi, bruciatori, turbine, motori, apparecchiature elettriche), guarnizioni, sistemi frenanti ed altro materiale di attrito, componenti e pannelli termoisolanti di macchine e apparecchiature. I manutentori elettrici erano esposti ad amianto durante la manutenzione degli interruttori di alta potenza. I caminetti spegni-arco erano costituiti solitamente da due lastre compatte in syndanio (cemento amianto molto compatto contenente circa il 40% di amianto crisotilo) che ne formavano la struttura esterna e, all'interno, da setti in ceramica, posti perpendicolarmente alle lastre e separati l'un l'altro da spessori realizzati in cartone amianto. Durante la manutenzione le lastre sono disaccoppiate per poter rimuovere mediante carta abrasiva il metallo che sublima dai contatti elettrici quando si genera una forte scintilla. Possono aero-disperdersi fibre durante la pulizia e durante la manipolazione dei separatori in cartone amianto.

Cantieri navali (costruzione)

Casi di MM: n. 773 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 766; F = 7), di cui n. 465 (60,1%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 460; F = 5).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale); artigiani e operai di istallazione e manutenzione di attrezzature elettriche ed elettroniche (esclusi gli addetti alle linee di montaggio). In questa categoria non sono comprese le aziende che svolgono esclusivamente attività di riparazione e demolizione navali, considerate separatamente, per le loro caratteristiche di esposizione, nella Categoria 101 (cantieri navali: riparazione e demolizione). Amianto sotto forma di manufatti friabili è stato ampiamente utilizzato a scopo antincendio, insonorizzante, termoisolante o anticondensa nell'apparato motore (materassini, corde, nastri, coppelle per l'isolamento di tubazioni per il trasporto di carburanti liquidi o vapore, turbine, serbatoi, caldaie, collettori di scarico fumi, sistemi di aerazione) e nel rivestimento delle paratie tagliafuoco.
Negli allestimenti interni delle navi sono stati impiegati amianto a spruzzo, rivestito con intonaco, tele o pannelli di finitura, intonaci contenenti amianto, pannelli di marinite (gesso e amianto amosite), lastre piane in cemento-amianto (eternave), cartoni e tele in amianto. Gli alloggi e le cabine erano rivestiti con pannelli di marinite. Amianto inglobato in matrici compatte era il costituente di guarnizioni e materiali da attrito. Sono stati esposti so-

prattutto i coibentatori a bordo nave (spesso dipendenti di ditte esterne), ma anche tutti gli addetti a bordo nave che operavano in vicinanza e contemporaneamente ai coibentatori oppure utilizzando loro stessi materiali in amianto. Le mansioni maggiormente coinvolte sono state: meccanici, elettricisti, tubisti, falegnami, ponteggiatori, picchettini e verniciatori. L'attività di saldatura era fortemente presente nel ciclo di lavoro a terra: i saldatori facevano grande uso di cuscini e coperte in amianto come protezione antischizzi e dal calore radiante e per rivestire le parti metalliche saldate in modo da favorire il raffreddamento lento delle superfici, operando spesso in spazi angusti e male aerati.

Industria tessile

Casi di MM: n. 725 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 310; F = 415), di cui n. 549 (75,7%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 185; F = 364).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Operatori di macchinari dell'industria tessile e delle confezioni ed assimilati; artigiani ed operai del tessile e dell'abbigliamento.
In questa categoria non è compreso il comparto del tessile amianto, che, in base alla specifica codifica Ateco 1991, è considerato separatamente, al momento nell'ambito della Categoria 38. L'amianto è stato anche impiegato come materia prima per la tessitura di misto-lana nell'industria tessile pratese per i prodotti destinati all'esportazione verso gli Stati Uniti a cavallo del 1970 e per la realizzazione di feltri per le macchine di produzione di cemento-amianto e per cartiere. La juta riciclata da sacchi in precedenza utilizzati per il trasporto di amianto è stata utilizzata per la produzione di ovatta. Amianto a spruzzo poteva essere utilizzato con funzione anticondensa e di fono-assorbenza sulle pareti e sui soffitti dei capannoni. Inoltre materiali contenenti amianto erano presenti nelle coibentazioni di caldaie e tubazioni, in particolare nei generatori di vapore. Le macchine per la filatura e la tessitura necessitavano di apparati frenanti i cui pattini contenevano amianto, erano soggetti ad usura continua e quindi richiedevano periodici interventi di manutenzione.
Le polveri generate da questi materiali, dalle strutture dell'edificio e dalle coibentazioni erano mantenute in sospensione dai sistemi integrati di pulizia a getto d'aria dei macchinari («soffiatori viaggianti»), dalle correnti d'aria prodotte dagli impianti di ventilazione, ma anche dalle operazioni di pulizia con aria compressa delle postazioni di lavoro ad ogni fine turno e di manutenzione periodica dei macchinari, effettuate per lo più dagli stessi addetti.

Fabbricazione di prodotti in metallo

Casi di MM: n. 625 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 613; F = 12), di cui n. 304 (48,6%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 295; F = 9).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati; fabbri ferrai, costruttori di

utensili ed assimilati; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale).
Notevole impiego di amianto è stato fatto nella produzione di tubi e altre strutture metalliche in acciaio di grandi dimensioni, la cui saldatura prevedeva l'uso di resistenze elettriche rivestite in amianto per il preriscaldo delle parti da unire. Tessuti di amianto erano usati per proteggere l'operatore dal contatto col metallo fuso e/o dal calore radiante, ma anche per avvolgere le strutture metalliche saldate in modo da favorire il raffreddamento controllato.
Operazioni di coibentazione, anche a spruzzo, di strutture metalliche, qualora realizzate, solitamente da operatori di ditte specializzate, potevano comportare esposizione passiva di coloro che lavoravano nelle vicinanze.

Industria metallurgica

Casi di MM: n. 457 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 449; F = 8), di cui n. 270 (59,1%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 264; F = 6).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Conduttori di impianti per la trasformazione e lavorazione a caldo dei metalli; fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati.
Amianto era impiegato sotto forma di cartoni e pannelli per la coibentazione di altiforni e forni, e nella loro costruzione come componente di malte cementizie, per la copertura di siviere, canali di colata, piani di appoggio per lingottiere, ma anche all'interno delle cabine delle gru a ponte e di comando degli impianti, operanti in prossimità di sorgenti di calore intenso.
Corde e tessuti erano utilizzati per rivestire parti di macchinari e per proteggere tubazioni per il trasporto di olio lubrificante o acqua di raffreddamento, specie sui treni di laminazione, e cavi elettrici sugli impianti fusori. Erano inoltre presenti schermi in cartone amianto per la protezione di macchinari e persone dal calore radiante e i lavoratori indossavano indumenti protettivi in tessuti di amianto. Operazioni a particolare rischio di esposizione erano quelle periodiche di demolizione e ricostruzione dei rivestimenti dei forni, di ripristino dei rivestimenti delle lingottiere («materozze»), dei panieri (tundish) e dell'amianto in fiocco impiegato nel tamponamento delle «false-bramme» in colata continua.

Difesa militare

Casi di MM: n. 463 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 459; F = 4), di cui n. 215 (46,4%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 212; F = 3).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Forze armate (non specificato); macchinisti navali; marinai di coperta; meccanici artigianali, riparatori e manutentori di automobili ed assimilati; installatori e riparatori di apparati elettromeccanici.
Il personale militare (di carriera o di leva) addetto alla manutenzione meccanica degli autoveicoli, in particolare dei freni, compresi quelli di mezzi corazzati e con armamenti a bordo,

degli aeromobili, delle navi e più marginalmente dei sommergibili possono aver operato direttamente su materiali contenenti amianto (apparati frenanti, pannelli, cartoni e corde utilizzati a scopo isolante su divisori, tubazioni e parti di motore, guarnizioni e rivestimenti a spruzzo), se del caso in spazi confinati.
Una esposizione ambientale ha potuto interessare il personale di bordo delle navi (vedi schede 10 e 30). Infine guanti e coperte d'amianto sono stati in dotazione al personale militare per la protezione durante la ricarica delle armi e l'uso di armamenti su mezzi mobili.

Produzione e manutenzione mezzi di trasporto, officine di autoveicoli e motoveicoli (esclusi cantieri navali e rotabili ferroviari)

Casi di MM: n. 450 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 435; F = 15), di cui n. 254 (56,4%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 244; F = 10).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Meccanici artigianali, riparatori e manutentori di automobili ed assimilati; lastroferratori; saldatori a fiamma; installatori e riparatori di impianti elettromeccanici.
Gli addetti alla manutenzione e riparazione degli autoveicoli sono stati esposti durante gli interventi su apparati frenanti (composti da mescole di resine fenoliche ed amianto in fibra), lamiere verniciate con vernici antirombo (contenenti fibre di amianto) e parti della carrozzeria o del vano motore contenenti cartoni, nastri, tele e corde di amianto a scopo coibentante e insonorizzante. A particolare rischio erano le operazioni di ravvivatura con utensili manuali o meccanici dei pattini da attrito che prevedevano anche fasi di lavoro a banco e di pulizia dei meccanismi con aria compressa. Gli interventi su mezzi pesanti (camion, pullman, autobus) comportavano interventi più impegnativi ed esposizioni proporzionalmente maggiori.
Interessa segnalare in particolare l'operazione di centratura dei ceppi freno, effettuata con tornio mobile applicato sul mozzo della ruota, che asportava truciolo dal quale potevano aerodisperdersi fibre. I saldatori potevano utilizzare dispositivi di protezione in fibra di amianto, tele di amianto e impasti contenenti amianto a protezione delle parti di carrozzeria adiacenti a quelle da saldare o nella riparazione temporanea di condotti di scarico.

Rotabili ferroviari (costruzione e riparazione)

Casi di MM: n. 355 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 348; F = 7), di cui n. 262 (73,8%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 255; F = 7).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale); artigiani e operai di installazione e manutenzione di attrezzature elettriche ed elettroniche (esclusi gli addetti alle linee di montaggio); ebanisti, attrezzisti, operai e artigiani del trattamento del legno ed assimilati.

Esposizione ad amianto è stata determinata dall'applicazione a spruzzo di amianto in fibra (crocidolite) sulle parti interne delle scocche metalliche di motrici e carrozze passeggeri, postali e bagagliai. L'esposizione ha coinvolto gli addetti alla costruzione ed alla manutenzione di mezzi ferroviari sia dipendenti da ditte esterne sia delle Ferrovie dello Stato. Gli esposti sono rappresentati dai coibentatori e dagli addetti alla costruzione durante l'allestimento o durante la riparazione dei mezzi coibentati (saldatori, calderai, tubisti, carpentieri, pannellisti, attrezzisti, elettricisti, falegnami). In aggiunta, amianto era utilizzato nel rivestimento dei mezzi di accoppiamento delle condotte di vapore, nei rotabili che utilizzavano questo tipo di riscaldamento e sotto forma di pannelli nel supporto delle scaldiglie, per il riscaldamento delle carrozze e dei mezzi di trazione.

Industria chimica e materie plastiche

Casi di MM: n. 358 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 326; F = 32), di cui n. 214 (59,8%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 186; F = 28).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Conduttori di impianti chimici e petrolchimici e cementifici; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale). Amianto è stato impiegato come materia prima nella produzione di vinil-amianto (mattonelle), vernici, Pvc e plastiche rinforzate, adesivi, feltri bituminosi. In particolari comparti sono stati usati filtri in amianto o talco industriale potenzialmente contaminato da amianto e/o fibre asbestifomi (funzione antiadesiva). Sono stati inoltre esposti i lavoratori addetti alla manutenzione durante gli interventi su strutture coibentate con materiali friabili contenenti amianto (caldaie, forni, serbatoi e tubazioni) e con guarnizioni in amianto. Amianto era usato per la fabbricazione dei diaframmi delle celle elettrolitiche (processo clorosoda).

Trasporti marittimi

Casi di MM: n. 235 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 235), di cui n. 108 (46%) con esposizione esclusiva nella categoria.

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Macchinisti navali; marinai di coperta; tecnici e comandanti navali.

Amianto era diffusamente presente sulle navi mercantili, in particolare quelle passeggeri, a scopo di isolamento termico, insonorizzante e antincendio (vedi Categoria 10 Cantieri navali: costruzioni), anche all'interno degli alloggi del personale di bordo, con esposizione ambientale di quest'ultimo, anche oltre l'orario di lavoro. Gli addetti alla sala macchine lavoravano in ambienti confinati dove erano presenti parti coibentate (anche a spruzzo) del motore, delle tubazioni, delle caldaie, delle paratie, soggette ad usura accelerata per le continue vibrazioni meccaniche e oggetto di interventi di manutenzione.

Trasporti terrestri ed aerei

Casi di MM: n. 422 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 419; F = 3), di cui n. 246 (58,3%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 244; F = 2).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Conduttori di mezzi pesanti e camion; conduttori di locomotive; meccanici artigianali, riparatori e manutentori di automobili ed assimilati; frenatori, segnalatori ed agenti di manovra.

Gli addetti alla manutenzione degli automezzi, compresi molti autotrasportatori, potevano intervenire su materiali contenenti amianto (vedi Categoria 11).

Un'esposizione ambientale è stata dimostrata durante la guida di alcuni modelli di autocarri, prodotti fino agli anni '70, con motore posizionato in un comparto chiuso all'interno dell'abitacolo, per diffusione delle fibre dal vano motore attraverso le fessure del coperchio o il sistema di riscaldamento. Nel trasporto su rotaia sono stati esposti soprattutto i macchinisti, per la presenza di amianto spruzzato sulla cassa delle cabine di guida di locomotive (rivestimento a spruzzo, coibentazioni di caldaie, tubazioni, scaldiglie, caminetti dei contattori, cavi elettrici) con liberazione di fibre, specie durante gli interventi di manutenzione. Un'esposizione era possibile anche per il personale addetto alla verifica e composizione dei convogli (liberazione di fibre dai rotabili che erano coibentati nel sottocassa).

Cantieri navali (riparazione e demolizione)

Casi di MM: n. 220 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 218; F = 2), di cui n. 133 (60,4%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 131; F = 2).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale). Questa categoria non comprende le attività di costruzione navale, descritte nella Categoria 10 e a cui si rimanda per ulteriori dettagli relativi alla presenza di amianto nel settore.

Esposizioni rilevanti si sono realizzate nei lavoratori addetti ad interventi di riparazione navale che comportavano rimozione e sostituzione di coibentazioni, guarnizioni e materiali usurati contenenti amianto, usualmente in spazi confinati e con presenza di notevoli quantità di amianto nelle strutture e negli arredi. Interessa segnalare alcuni aspetti peculiari della riparazione navale. Il lavoro era effettuato su materiali già usurati che potevano rilasciare più facilmente fibre nell'ambiente; potevano essere oggetto di riparazione mezzi navali costruiti in tutto il mondo e quindi anche in paesi dove tutt'oggi l'amianto non è al bando ed in questo particolare frangente esposizioni incontrollate possono essersi realizzate anche in tempi molto recenti.

Movimentazione merci trasporti marittimi

Casi di MM: n. 198 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 195; F = 3), di cui n. 137 (69,2%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 135; F = 2).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Facchini ed addetti allo spostamento merci; scaricatori di porto; addetti al montacarichi.

Nei principali porti italiani è stata movimentata una imponente quantità di amianto, dato che nei porti perveniva, per essere di seguito trasferito su rotaia o su gomma, amianto (in generale in sacchi) dai paesi di importazione (Sud Africa, Canada). Fino alla metà degli anni '70, l'amianto era immagazzinato in sacchi di juta del peso da 30 a 50 kg a seconda del tipo commerciale.

Prima di essere trasferito l'amianto in sacchi era accumulato in banchina e immagazzinato in magazzini portuali. Per lungo tempo la movimentazione dei sacchi è stata manuale. Un'ulteriore fonte di esposizione a livello ambientale è stata determinata dalla presenza di amianto nei materiali di attrito di gru e montacarichi).

Commercio

Casi di MM: n. 295 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 244; F = 51), di cui n. 142 (48,1%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 103; F = 39).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Esercenti ed addetti alle vendite al minuto; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale); cernitori; impiegati nella gestione degli stock, magazzini e assimilati.

Gli addetti alla vendita di articoli tecnici e per l'edilizia sono stati esposti ad amianto durante la manipolazione e lo stoccaggio dei prodotti non imballati e, soprattutto, durante il taglio e la fustellatura di cartoni, nastri ed altri materiali friabili in amianto.

Sono stati esposti a fibre di amianto i lavoratori addetti alla cernita in aziende che commercializzavano sacchi di juta riciclati che avevano contenuto amianto. Possono aver lavorato materiali contenenti amianto i meccanici e gli addetti alla riparazione di elettrodomestici contenenti al loro interno cartoni o pannelli di amianto (ferri da stiro, ecc.)

Locali commerciali e magazzini, specie ad elevato rischio di incendio, potevano avere il soffitto e le pareti rivestiti con amianto, con esposizione ambientale del personale.

Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Toscana n. 122 (7,3%); Lazio n. 8 (3,7%); Veneto n. 33 (3,3%)

Industria alimentare e delle bevande

Casi di MM: n. 235 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 180; F = 55), di cui n. 130 (55,3%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 90; F = 40).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Artigiani ed operai

delle lavorazioni alimentari; operatori di macchinari fissi per l'industria alimentare. Amianto era presente, prevalentemente in forma friabile, nelle produzioni che necessitavano di cottura di alimenti (coibentazioni dei forni o di loro parti nella produzione di dolciumi o pane) o produzione di calore o vapore con caldaie o generatori e relative tubazioni per il trasporto dei fluidi caldi nella produzione di alimenti cotti (formaggi, sughi, condimenti, ecc.). Rivestimenti di serbatoi termostatati potevano essere coibentati con amianto come pure celle frigorifere. In particolari settori sono stati inoltre usati filtri di amianto (produzione di vini e altre bevande), talco con funzione antiadesiva, coibenti in nastri e tele per la protezione dal contatto con parti calde dei macchinari.
Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Emilia-Romagna n. 33 (4,4%); Puglia n. 17 (2,9%); Piemonte n. 37 (2,5%); Campania n. 7 (2,5%).

Agricoltura ed allevamento

Casi di MM: n. 194 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 149; F = 45), di cui n. 73 (37,6%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 43; F = 30).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Agricoltori e lavoratori agricoli di colture in pieno campo; braccianti agricoli; lavoratori forestali.
I lavoratori agricoli potevano utilizzare filtri di amianto per la produzione di vino. È stato in passato segnalato che le polveri di Balangero che contenevano anche fibra di amianto potevano essere state utilizzate dai mangimifici per l'alimentazione di pollami. È ben documentato l'utilizzo in agricoltura di sacchi in juta che avevano in precedenza contenuto amianto per contenere granaglie, fertilizzanti o altri materiali. Materiali in cemento amianto erano diffusamente presenti nelle strutture edilizie e potevano essere installati, riparati o demoliti dagli stessi lavoratori agricoli.
Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Toscana n. 102 (6,1%); Marche n. 12 (6,1%); Campania n. 10 (3,6%).

Produzione di energia elettrica e di gas

Casi di MM: n. 171 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 168; F = 3), di cui n. 95 (55,6%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 93; F = 2).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Conduttori di impianti per la produzione di energia elettrica e di impianti assimilati; artigiani e operai di installazione e manutenzione di attrezzature elettriche ed elettroniche (esclusi gli addetti alle linee di montaggio); meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale); fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati.
L'amianto (con importante uso di anfiboli) è stato ampiamente usato nelle centrali ter-

moelettriche per le coibentazioni delle turbine (a gas ed a vapore), nella geotermia (rivestimento in amosite dei vapordotti), nei generatori di vapore (caldaie) e nei condotti per il trasporto di fluidi caldi, specie in forma friabile (coppelle, fiocco, pannelli, tessuti). Era inoltre contenuto in diversi tipi di guarnizioni. I lavoratori addetti alla manutenzione delle linee elettriche sono stati esposti ad amianto presente in matrice compatta nei caminetti spegnifiamma dei contattori/sezionatori e/o nelle canalette di posa dei cavi elettrici per la protezione dal fuoco. Persino box di contenimento di contatori condominiali risultano essere stati rivestiti con cartoni di amianto.

Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Lazio n. 7 (3,2%); Sicilia n. 7 (3,1%); Liguria n. 33 (2,1%).

Industria dei minerali non metalliferi

Casi di MM: n. 136 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 127; F = 9), di cui n. 70 (51,5%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 65; F = 5).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Conduttori di forni ed altri impianti per la lavorazione del vetro, della ceramica e di materiali similari; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale).

Materiali contenenti amianto erano presenti su tubature (guarnizioni, baderne), parti di forni (guarnizioni, baderne, cartoni, applicazione di malte cementizie), carrelli di cottura (cordoni paracolpi, componenti di freni) e, ove presenti, serbatoi e linee di trasporto di oli combustibili pesanti (fiocco, pannelli). Sono stati pertanto esposti prevalentemente i lavoratori addetti al rifacimento delle coibentazioni dei forni o ad altri interventi di manutenzione sugli impianti.

Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Veneto n. 22 (2,2%); Emilia-Romagna n. 14 (1,8%); Puglia n. 10 (1,7%).

Industria del vetro e della ceramica

Casi di MM: n. 131 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 103; F = 28), di cui n. 81 (78,8%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 60; F = 21).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Vasai, soffiatori e formatori di vetrerie ed assimilati; conduttori di forni ed altri impianti per la lavorazione del vetro, della ceramica e di materiali similari.

L'amianto è stato utilizzato nella coibentazione di forni (pannelli, cartoni, baderne, malte cementizie), nella copertura di parti metalliche per la protezione termica dei manufatti durante il trasporto lungo le linee o con funzione paracolpi nei carrelli (nastri, corde, teli) nella produzione di vetro piano, cavo, e nelle vetrerie artistiche, sotto forma di syndanio per la realizzazione di guide ad imbuto per convogliare le gocce di vetro negli stampi. Nelle ve-

trerie (vetro cavo, artistiche) i lavoratori utilizzavano abitualmente tessuti di amianto per rivestire gli utensili e proteggere il corpo dagli schizzi e dal calore. Cartoni di amianto potevano essere usati come piani di appoggio; un piano di appoggio costituito da amianto in fibra libera era usato per deporre le «perle» di vetro in modo da favorire un raffreddamento lento.

Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Veneto n. 30 (3%); Toscana n. 32 (1,9%); Emilia-Romagna n. 14 (1,8%).

Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche

Casi di MM: n. 129 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 96; F = 33), di cui n. 94 (72,9%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 67; F = 27).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Conduttori di macchinari per la fabbricazione di altri articoli in gomma; manovali e altro personale non qualificato delle attività industriali ed assimilati; conduttori di macchinari per la confezione e vulcanizzazione dei pneumatici.

L'amianto è stato direttamente impiegato nella produzione di manufatti di gomma-amianto. Nella produzione di pneumatici si è fatto largo uso di talco industriale come antiadesivo nella estrazione dei prodotti vulcanizzati dagli stampi e nello stoccaggio in arrivo (pani di caucciù) e in partenza degli articoli in gomma. Tessuti, corde o cartoni di amianto erano inoltre presenti nelle coibentazioni di caldaie e condotte delle estese reti di trasporto di fluidi caldi necessari per le parti del processo produttivo che avvengono a caldo, all'interno delle centrali termiche e a protezione degli stampi o dei loro piani di supporto, per l'isolamento termico degli addetti dal contatto dalle parti calde nello stampaggio a caldo delle mescole.

Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Piemonte n. 54 (3,7%); Lombardia n. 54 (2,8%); Toscana n. 5 (0,3%).

Estrazione e fabbricazione petrolio

Casi di MM: n. 120 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 117; F = 3), di cui n. 58 (48,3%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 56; F = 2).

Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Fonditori, saldatori, lattonieri-calderai, montatori di carpenteria metallica ed assimilati; conduttori di impianti chimici e petrolchimici e cementifici; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale).

L'amianto era utilizzato come coibente degli impianti, nel rivestimento di condotte per il trasporto di fluidi caldi (coppelle in amosite, pannelli in amianto ed amianto in fibra libera) e nelle guarnizioni di tubazioni, valvole e apparecchiature, con potenziale esposizione durante gli interventi di manutenzione su tali strutture, operata dagli addetti degli impianti

o dalle squadre di manutentori degli stabilimenti, o, per quella straordinaria, da addetti di ditte esterne. Durante la saldatura erano usati schermi protettivi e tessuti in amianto. Amianto a spruzzo o vernici contenenti amianto potevano essere applicati sulle pareti di vie di fuga (esempio pozzi scale o ascensori).
Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Sicilia n. 8 (3,5%); Friuli-Venezia Giulia n. 11 (1,5%); Liguria n. 40 (2,5%).

Produzione di zucchero

Casi di MM: n. 108 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 107; F = 1), di cui n. 75 (69,4%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 74; F = 1).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Conduttori di macchinari per la produzione e la raffinazione dello zucchero; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale); conduttori di impianti per la produzione di energia elettrica e di impianti assimilati.
L'estesa presenza di coibentazioni in amianto friabile (con largo uso di amosite) ha costituito una costante per i diversi macchinari e impianti necessari per la produzione di melassa o di zucchero dalla barbabietola. L'intero ciclo di produzione necessita infatti di larga disponibilità di acqua a temperatura elevata, calore e vapore: devono quindi essere presenti impianti per la produzione di vapore (centrali termiche e caldaie), condotte per il loro trasferimento, forni di cottura e coibentazioni degli impianti che utilizzano acqua calda o vapore. Il funzionamento di diversi macchinari comporta la presenza di forti vibrazioni, che favoriscono l'usura delle coibentazioni. La stagionalità del ciclo favorisce lunghi intervalli dedicati alla manutenzione e ristrutturazione degli impianti. Gli intasamenti dei condotti per il trasporto di fluidi caldi erano molto frequenti ed altrettanto lo erano gli interventi sui condotti coibentati con importanti dispersioni di amianto nell'aria.
Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Emilia-Romagna n. 44 (5,8%); Veneto n. 34 (3,4%); Lombardia n. 12 (0,6%).

Industria della carta e prodotti (esclusa l'editoria)

Casi di MM: n. 98 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 88; F = 10), di cui n. 62 (63,3%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 54; F = 8).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Artigiani ed operai poligrafici ed addetti ai laboratori fotografici; conduttori di impianti per la fabbricazione della carta; meccanici artigianali, montatori, riparatori e manutentori di macchine fisse e mobili (esclusi gli addetti alle linee di montaggio industriale).
Sono state attive cartiere che producevano cartoni rinforzati con amianto per imballaggi e

carte da parati viniliche. A parte questa particolare produzione, in tutte le cartiere materiali in amianto friabile erano usati per la coibentazione delle caldaie e delle condotte per fluidi caldi e componenti in amianto erano presenti negli apparati frenanti di varie tipologie di macchine, con esposizione degli addetti alla manutenzione meccanica. Piccole porzioni di cartoni di amianto sono state usate nelle macchine per la composizione tipografica meccanica (Linotype), a protezione del crogiolo del piombo, e nei contenitori per la carbonatura (produzione di carta carbone). Nelle grandi tipografie vernici o altri rivestimenti contenenti amianto potevano inoltre essere applicati alle pareti a scopo fonoassorbente e ignifugo.
Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Lazio n. 8 (3,7%); Lombardia n. 29 (1,5%); Puglia n. 9 (1,5%).

Sanità e servizi sociali

Casi di MM: n. 203 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 139; F = 64), di cui n. 119 (58,6%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 68; F = 51).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Parrucchieri, specialisti delle cure di bellezza ed assimilati; personale addetto a lavanderie e tintorie; lavandai, stiratori a mano ed assimilati; idraulici e posatori di tubazioni idrauliche e di gas; tecnici per la produzione radio, tv e cinema.
I parrucchieri possono essere stati esposti durante l'uso di particolari asciugacapelli e caschi contenenti amianto. Sono stati inoltre segnalati casi di esposizione indiretta per aver avuto come clienti gli addetti di aziende del cemento amianto che uscivano dal lavoro con capelli ed abiti inquinati. Nella stiratura dei capi nelle lavanderie industriali, comprese quelle per comunità come quelle ospedaliere, erano utilizzati mangani con tessuto di amianto, o tessuti in amianto per la copertura degli assi da stiro e per la protezione delle resistenze elettriche inserite nelle forme in metallo per le calze da donna. Materiali in amianto friabile potevano essere presenti nelle coibentazioni di caldaie e tubazioni per il trasporto di vapore in ospedali e lavanderie industriali. Amianto a spruzzo poteva essere utilizzato in funzione anticondensa e di fonoassorbenza sulle pareti e sui soffitti dei capannoni, specie nelle tintorie. Nei teatri e cinema sono stati utilizzati amianto spruzzato e coperte e sipari di amianto. Inoltre amianto era presente nelle cabine di proiezione a scopo antincendio.
Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Toscana n. 46 (2,8%); Piemonte n. 39 (2,6%); Lombardia n. 48 (2,5%).

Istruzione

Casi di MM: n. 41 con almeno un periodo di esposizione ad amianto (M = 25; F = 16), di cui n. 28 (68,3%) con esposizione esclusiva nella categoria (M = 12; F = 16).
Caratteristiche di esposizione e mansioni maggiormente coinvolte. Insegnanti elementari; professori di scuola secondaria superiore; tecnici chimici; bidelli ed assimilati.

Il personale docente e non docente di scuole di vario ordine e grado ha potuto subire un'esposizione ambientale, in qualche caso rilevante, ad amianto, presente sulle o nelle strutture edilizie (amianto spruzzato in palestre, pannellature in amianto, coibentazioni di tubazioni) soggette ad usura e/o oggetto di interventi di manutenzione come risulta dai censimenti degli usi di amianto nelle strutture pubbliche. Cartoni e tessuti di amianto potevano essere utilizzati in laboratori tecnici e artigianali. Il Das in polvere conteneva un'alta percentuale in peso di amianto della varietà crisotilo. Questo prodotto non ha più contenuto amianto da quando è stato commercializzato sotto forma di panetto premiscelato e pronto all'uso.
Regioni con maggiore peso della categoria rispetto ai casi esposti professionalmente (prime tre regioni): Piemonte n. 14 (1%); Emilia-Romagna n. 6 (0,8%); Toscana n. 8 (0,5%).

Tabella 13 Numero di casi di mesotelioma segnalati al ReNaM con esposizione definita per tipo di esposizione e regione (Italia, 1993-2008, N=12.065)

Regione	Tipo di esposizione								Totale
	1. Esposizione professionale certa	2. Esposizione professionale probabile	3. Esposizione professionale possibile	4. Esposizione familiare	5. Esposizione ambientale	6. Esposizione per attività tempo libero	7. Esposizione improbabile	8. Esposizione ignota	
Piemonte	800	87	314	172	199	33	9	41	1.655
	48,3%	5,3%	19,0%	10,4%	12,0%	2,0%	0,5%	2,5%	100,0%
Valle d'Aosta	5	4	1	0	0	0	0	2	12
	41,7%	33,3%	8,3%	-	-	-	0,0%	16,7%	100,0%
Lombardia	1.286	111	271	44	89	65	36	715	2.617
	49,1%	4,2%	10,4%	1,7%	3,4%	2,5%	1,4%	27,3%	100,0%
Veneto	601	63	166	81	56	16	15	136	1.134
	53,0%	5,6%	14,6%	7,1%	4,9%	1,4%	1,3%	12,0%	100,0%
Friuli-Venezia Giulia	410	70	70	24	1	0	6	107	688
	59,6%	10,2%	10,2%	3,5%	0,1%	-	0,9%	15,6%	100,0%
Liguria	914	166	165	69	16	24	10	285	1.649
	55,4%	10,1%	10,0%	4,2%	1,0%	1,5%	0,6%	17,3%	100,0%
Emilia-Romagna	460	127	113	57	29	18	154	171	1.129
	40,7%	11,2%	10,0%	5,0%	2,6%	1,6%	13,6%	15,1%	100,0%
Toscana	450	88	144	21	4	7	5	186	905
	49,7%	9,7%	15,9%	2,3%	0,4%	0,8%	0,6%	20,6%	100,0%
Umbria	25	12	10	0	0	1	0	3	51
	49,0%	23,5%	19,6%	-	-	2,0%	0,0%	5,9%	100,0%
Marche	109	24	34	4	2	2	12	55	242
	45,0%	9,9%	14,0%	1,7%	0,8%	0,8%	5,0%	22,7%	100,0%
Lazio	42	52	85	7	4	2	8	125	325
	12,9%	16,0%	26,2%	2,2%	1,2%	0,6%	2,5%	38,5%	100,0%
Abruzzo	10	10	15	2	0	0	0	7	44
	22,7%	22,7%	34,1%	4,5%	-	-	0,0%	15,9%	100,0%
Campania	175	27	40	13	8	2	2	48	315
	55,6%	8,6%	12,7%	4,1%	2,5%	0,6%	0,6%	15,2%	100,0%
Puglia	194	105	193	17	79	13	128	26	755
	25,7%	13,9%	25,6%	2,3%	10,5%	1,7%	17,0%	3,4%	100,0%
Basilicata	5	6	15	0	1	1	9	1	38
	13,2%	15,8%	39,5%	-	2,6%	2,6%	23,7%	2,6%	100,0%
Calabria	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	100,0%	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
Sicilia	91	49	54	7	19	3	17	120	360
	25,3%	13,6%	15,0%	1,9%	5,3%	0,8%	4,7%	33,3%	100,0%
Sardegna	33	12	12	6	4	0	11	3	81
	40,7%	14,8%	14,8%	7,4%	4,9%	-	13,6%	3,7%	100,0%
Provincia Autonoma Trento	16	12	13	6	3	1	7	6	64
	25,0%	18,8%	20,3%	9,4%	4,7%	1,6%	10,9%	9,4%	100,0%
Totale	**5.627**	**1.025**	**1.715**	**530**	**514**	**188**	**429**	**2.037**	**12.065**
	46,6%	**8,5%**	**14,2%**	**4,4%**	**4,3%**	**1,6%**	**3,6%**	**16,9%**	**100,0%**

Tabella 15 del Quarto Rapporto ReNaM

Tabella 15 Numero di esposizioni professionali definite nei casi di mesotelioma segnalati al ReNaM per categoria economica (Italia, 1993-2008)

		N. casi	%
1	Industria metalmeccanica	837	7,66
2	Industria metallurgica	457	4,18
3	Estrazione e raffinerie di petrolio	120	1,10
4	Estrazione di minerali	60	0,55
5	Fabbricazione di prodotti in metallo	625	5,72
6	Industria tessile	725	6,63
7	Industria dei minerali non metalliferi (escluso cemento-amianto)	136	1,24
8	Industria del cemento-amianto	367	3,36
9	Rotabili ferroviari	355	3,25
10	Cantieri navali	773	7,07
11	Produzione e manutenzione mezzi di trasporto; officine di autoveicoli e motoveicoli (esclusi cantieri navali e rotabili ferroviari)	450	4,12
12	Industria alimentare e bevande (esclusi zuccherifici)	235	2,15
13	Zuccherifici	108	0,99
14	Industria chimica e materie plastiche	358	3,27
15	Industria della gomma	129	1,18
16	Industria del legno e prodotti	59	0,54
17	Industria del tabacco	19	0,17
18	Industria conciaria, fabbricazione articoli in pelle e pelliccia	38	0,35
19	Confezione di articoli di vestiario (abbigliamento)	85	0,78
20	Industria del vetro e della ceramica	131	1,20
21	Industria della carta e prodotti (inclusa l'editoria)	98	0,90
22	Altre industrie manifatturiere (mobili, gioielli, strumenti musicali, articoli sportivi, ecc.)	190	1,74
23	Edilizia	1.622	14,84
24	Produzione di energia elettrica e gas	171	1,56
25	Recupero e riciclaggio	24	0,22
26	Agricoltura e allevamento	194	1,77
27	Pesca	18	0,16
28	Alberghi, ristoranti, bar	62	0,57
29	Commercio (all'ingrosso e al dettaglio)	295	2,70
30	Trasporti marittimi	235	2,15
31	Trasporti terrestri ed aerei	422	3,86
32	Movimentazione merci trasporti marittimi	198	1,81
33	Pubblica amministrazione	114	1,04
34	Istruzione	41	0,38
35	Difesa militare	463	4,24
36	Banche, assicurazioni, poste	47	0,43
37	Sanità e servizi sociali	173	1,58
38	Altro	217	1,98
39	Non specificato	75	0,68
101	Cantieri navali (riparazione e demolizione)	220	2,01
	Totale esposizioni	**10.932**	**100,00**

Tabella 16 del Quarto Rapporto ReNaM

Tabella 16 Numero di esposizioni professionali definite nei casi di mesotelioma segnalati al ReNaM per categoria economica e per periodo di incidenza (Italia, 1993-2008)

		Periodo di incidenza									
		1993-1996		1997-2000		2001-2004		2005-2008		Totale	
		n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
1	Industria metalmeccanica	53	5,9	146	6,6	285	7,6	353	8,6	837	7,7
2	Industria metallurgica	40	4,4	91	4,1	142	3,8	184	4,5	457	4,2
3	Estrazione e raffinerie di petrolio	11	1,2	21	1,0	44	1,2	44	1,1	120	1,1
4	Estrazione di minerali	8	0,9	14	0,6	17	0,5	21	0,5	60	0,5
5	Fabbricazione di prodotti in metallo	54	6,0	126	5,7	214	5,7	231	5,6	625	5,7
6	Industria tessile	26	2,9	138	6,2	267	7,2	294	7,2	725	6,6
7	Industria dei minerali non metalliferi (escluso cemento-amianto)	16	1,8	25	1,1	54	1,4	41	1,0	136	1,2
8	Industria del cemento-amianto	66	7,3	100	4,5	121	3,2	80	2,0	367	3,4
9	Rotabili ferroviari (costruzione)	43	4,8	80	3,6	121	3,2	111	2,7	355	3,2
10	Cantieri navali	111	12,3	192	8,7	223	6,0	247	6,0	773	7,1
11	Produzione e manutenzione mezzi di trasporto; officine di auto e motoveicoli esclusi cantieri navali e rotabili ferroviari	38	4,2	86	3,9	148	4,0	178	4,4	450	4,1
12	Industria alimentare e bevande (esclusi zuccherifici)	20	2,2	43	1,9	86	2,3	86	2,1	235	2,1
13	Zuccherifici	16	1,8	23	1,0	38	1,0	31	0,8	108	1,0
14	Industria chimica e materie plastiche	26	2,9	66	3,0	120	3,2	146	3,6	358	3,3
15	Industria della gomma	11	1,2	21	1,0	53	1,4	44	1,1	129	1,2
16	Industria del legno e prodotti	0	0,0	10	0,5	21	0,6	28	0,7	59	0,5
17	Industria del tabacco	1	0,1	3	0,1	6	0,2	9	0,2	19	0,2
18	Industria conciaria, fabbricazione articoli in pelle e pelliccia	3	0,3	5	0,2	17	0,5	13	0,3	38	0,3
19	Confezione di articoli di vestiario	5	0,6	8	0,4	24	0,6	48	1,2	85	0,8
20	Industria del vetro e della ceramica	10	1,1	37	1,7	38	1,0	46	1,1	131	1,2
21	Industria della carta e prodotti (inclusa l'editoria)	6	0,7	11	0,5	39	1,0	42	1,0	98	0,9
22	Altre industrie manifatturiere (mobili, gioielli, strumenti musicali, ecc.)	12	1,3	43	1,9	67	1,8	68	1,7	190	1,7
23	Edilizia	98	10,9	305	13,8	594	15,9	625	15,3	1.622	14,8
24	Produzione di energia elettrica e gas	12	1,3	35	1,6	55	1,5	69	1,7	171	1,6
25	Recupero e riciclaggio	1	0,1	6	0,3	9	0,2	8	0,2	24	0,2
26	Agricoltura e allevamento	14	1,6	43	1,9	52	1,4	85	2,1	194	1,8
27	Pesca	1	0,1	5	0,2	7	0,2	5	0,1	18	0,2
28	Alberghi, ristoranti, bar	6	0,7	12	0,5	18	0,5	26	0,6	62	0,6
29	Commercio (all'ingrosso e al dettaglio)	33	3,7	62	2,8	93	2,5	107	2,6	295	2,7
30	Trasporti marittimi	15	1,7	64	2,9	70	1,9	86	2,1	235	2,1
31	Trasporti terrestri ed aerei	22	2,4	69	3,1	154	4,1	177	4,3	422	3,9
32	Movimentazione merci trasporti marittimi	22	2,4	44	2,0	56	1,5	76	1,9	198	1,8
33	Pubblica amministrazione	8	0,9	23	1,0	38	1,0	45	1,1	114	1,0
34	Istruzione	3	0,3	11	0,5	14	0,4	13	0,3	41	0,4
35	Difesa militare	44	4,9	82	3,7	163	4,4	174	4,3	463	4,2
36	Banche, assicurazioni, poste	3	0,3	7	0,3	20	0,5	17	0,4	47	0,4
37	Sanità e servizi sociali	11	1,2	41	1,9	76	2,0	75	1,8	203	1,9
38	Altro	15	1,7	30	1,4	52	1,4	76	1,9	173	1,6
39	Non specificato	6	0,6	18	0,8	29	0,8	22	0,5	75	0,7
101	Cantieri navali (riparaz. e demolizione)	13	1,4	64	2,9	83	2,2	60	1,5	220	2,0
	Totale	903	100,0	2.210	100,0	3.728	100,0	4.091	100,0	10.932	100,0

WWW.EPIPREV.IT

SENTIERI - Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: RISULTATI

SENTIERI Project - Mortality study of residents in Italian polluted sites: RESULTS

A cura di: Roberta Pirastu, Ivano Iavarone, Roberto Pasetto, Amerigo Zona, Pietro Comba

Gruppo di lavoro SENTIERI

Coordinamento editoriale e revisione dei testi. Letizia Sampaolo

Supporto editoriale. Angela Fumarola

S.E.N.T.I.E.R.I.

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

IFC CNR

Dipartimento Epidemiologia
Servizio Sanitario Regionale
Regione Lazio

Ministero della Salute

Il Progetto SENTIERI è stato condotto e finanziato nell'Ambito del Programma Strategico Ambiente e Salute (Ministero della Salute – Ricerca Finalizzata 2006 ex art 12 DLgs 502/1992). Le attività propedeutiche alla collaborazione ISS-AIRTUM sono state finanziate nell'ambito del Progetto CCM 2009 "Sorveglianza epidemiologica di popolazioni residenti in siti contaminati" del Ministero della Salute.

SENTIERI Project was funded by the Italian Ministry of Health (Strategic Programme Environment and Health). Preliminary activities for ISS-AIRTUM collaboration were funded by the Ministry of Health's Project CCM 2009 "Epidemiological surveillance of populations living in polluted sites".

Yes, 'n' how many deaths will it take till he knows
that too many people have died?

Bob Dylan - *Blowin' in the wind*

Il logo di SENTIERI è stato realizzato da **Linda Fabiani**
SENTIERI logo was created by **Linda Fabiani**

Gruppo di lavoro **SENTIERI**/SENTIERI Working Group

Carla Ancona Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio
Valeria Ascoli Dipartimento di medicina sperimentale - Sapienza, Università di Roma
Mirella Bellino Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Marta Benedetti Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Fabrizio Bianchi Istituto di fisiologia clinica - Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
Alessandra Binazzi Dipartimento di medicina del lavoro - INAIL - Area di ricerca ex ISPESL
Caterina Bruno Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Ennio Cadum ARPA Piemonte - Epidemiologia e salute ambientale
Nicola Caranci Agenzia sanitaria e sociale regionale - Emilia-Romagna
Cinzia Carboni Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Pietro Comba Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Susanna Conti Ufficio di statistica - Istituto superiore di sanità, Roma
Moreno Demaria ARPA Piemonte - Epidemiologia e salute ambientale
Marco De Santis Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Fabrizio Falleni Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Valeria Fano Unità operativa complessa Sistema informativo sanitario, programmazione e epidemiologia, ASL Roma D
Lucia Fazzo Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Francesco Forastiere Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio
Ivano Iavarone Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Marco Leonardi Dipartimento della protezione civile
Valerio Manno Ufficio di statistica - Istituto superiore di sanità, Roma
Alessandro Marinaccio Istituto superiore prevenzione e sicurezza del lavoro (ISPESL), Roma
Marco Martuzzi Centro europeo ambiente e salute - Organizzazione mondiale della sanità, Roma
Giada Minelli Ufficio di Statistica - Istituto superiore di sanità, Roma
Fabrizio Minichilli Istituto di fisiologia clinica - Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
Francesco Mitis Centro europeo ambiente e salute - Organizzazione mondiale della sanità, Roma
Loredana Musmeci Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Roberto Pasetto Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Augusta Piccardi Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Roberta Pirastu Dipartimento di biologia e biotecnologie Charles Darwin - Sapienza, Università di Roma
Grazia Rago Ufficio di statistica - Istituto superiore di sanità, Roma
Letizia Sampaolo Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma
Nicola Vanacore Centro nazionale di epidemiologia, sorveglianza e promozione della salute - Istituto superiore di sanità, Roma
Amerigo Zona Dipartimento ambiente e connessa prevenzione primaria - Istituto superiore di sanità, Roma

Epidemiol Prev 2011; 35 (5-6) Suppl. 4: 1-204

Riassunto/Summary

Gruppo di lavoro SENTIERI
SENTIERI Working Group

Il Progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento) riguarda l'analisi della mortalità delle popolazioni residenti in prossimità di una serie di grandi centri industriali attivi o dismessi, o di aree oggetto di smaltimento di rifiuti industriali e/o pericolosi, che presentano un quadro di contaminazione ambientale e di rischio sanitario tale da avere determinato il riconoscimento di "siti di interesse nazionale per le bonifiche" (SIN).
Lo studio ha preso in considerazione 44 dei 57 siti oggi compresi nel "Programma nazionale di bonifica", che coincidono con i maggiori agglomerati industriali nazionali; per ciascuno di essi si è proceduto a una raccolta di dati di caratterizzazione, e successivamente a una loro sintesi.
La maggior parte dei dati raccolti proviene dai progetti di bonifica ipotizzati per i diversi siti, da cui si evince che oggetto di caratterizzazione e di valutazione del rischio sono state prevalentemente le aree private industriali, quelle, cioè, ritenute causa delle diverse tipologie di inquinamento (definite in SENTIERI *esposizioni ambientali*). Le aree pubbliche cittadine e/o a verde pubblico e le aree agricole comprese all'interno dei SIN sono state poco investigate.
I SIN studiati sono costituiti da uno o più Comuni. La mortalità è stata studiata per ogni sito, nel periodo 1995-2002, attraverso i seguenti indicatori: tasso grezzo, tasso standardizzato, rapporto standardizzato di mortalità (SMR) e SMR corretto per un indice di deprivazione socioeconomica messo a punto *ad hoc*. Nella standardizzazione indiretta sono state utilizzate come riferimento le popolazioni regionali. L'indice di deprivazione è stato calcolato sulla base di variabili censuarie appartenenti ai seguenti domini: istruzione, disoccupazione, proprietà dell'abitazione, densità abitativa. Gli indicatori di mortalità sono stati calcolati per 63 cause singole o gruppi di cause.
La presenza di amianto (o di fibre asbestiformi a Biancavilla) è stata la motivazione esclusiva per il riconoscimento di sei SIN (Balangero, Emarese, Casale Monferrato, Broni, Bari-Fibronit e Biancavilla). In tutti i siti (con l'esclusione di Emarese) si sono osservati incrementi della mortalità per tumore maligno della pleura e in quattro siti i dati sono coerenti in entrambi i generi. In sei siti con presenza di altre sorgenti di inquinamento oltre

SENTIERI Project (Mortality study of residents in italian polluted sites) studies mortality of residents in the sites of national interest for environmental remediation (Italian polluted sites, IPS). IPSs are located in the vicinity of industrial areas, either active or dismissed, near incinerators or dumping sites of industrial or hazardous waste.
SENTIERI includes 44 out of 57 sites comprised in the "National environmental remediation programme". For each IPS contamination data were collected, both from the national and local environmental remediation programmes. Contamination data are mainly for private industrial areas; municipal and/or green and agricultural areas were poorly studied, therefore it is difficult to assess the environmental exposure of populations living inside and/or near IPSs.
Each one of 44 SENTIERI IPSs includes one or more municipalities. Mortality in the period 1995-2002 was studied for 63 single or grouped causes at municipality level computing: crude rate, standardized rate, standardized mortality ratios (SMR), and SMR adjusted for an ad hoc *deprivation index. Regional populations were used as reference for SMR calculation. The deprivation index was constructed using 2001 national census variables on the following socioeconomic domains: education, unemployment, dwelling ownership and overcrowding.*
A characterizing element of SENTIERI Project is the a priori *evaluation of the epidemiological evidence of the causal association between cause of death and* exposure. Exposures *for which epidemiological evidence was assessed are divided into IPSs* environmental exposures *and* other exposures. *The former are defined on the basis of the decrees defining sites' boundaries; they are coded as chemicals, petrochemicals and refineries, steel plants, power plants, mines and/or quarries, harbour areas, asbestos or other mineral fibres, landfills and incinerators. The* other exposures, *considered for their ascertained adverse health effects are: air pollution, active and passive smoking, alcohol intake, occupational exposure and socioeconomic status.*
The epidemiologists in SENTIERI Working Group (WG) developed a procedure to examine the epidemiological literature published from 1998 to 2009; the WG identified a hierarchy in the literature examined to classify each combination of

all'amianto, la mortalità per tumore maligno della pleura è in eccesso in entrambi i generi a Pitelli, Massa Carrara, Priolo e nell'Area del litorale vesuviano. Nel periodo 1995-2002 nell'insieme dei dodici siti contaminati da amianto sono stati osservati un totale di 416 casi di tumore maligno della pleura in eccesso rispetto alle attese.

Quando gli incrementi di mortalità riguardano patologie con eziologia multifattoriale, e si è in presenza di siti industriali con molteplici ed eterogenee sorgenti emissive, talvolta anche adiacenti ad aree urbane a forte antropizzazione, rapportare il profilo di mortalità a fattori di rischio ambientali può risultare complesso. Tuttavia, in alcuni casi è stato possibile 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, elementi che consentono di escludere ragionevolmente un ruolo prevalente 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 delle emissioni di raffinerie e poli petrolchimici, a Taranto e nel Sulcis-Iglesiente-Guspinese un ruolo delle emissioni degli stabilimenti metallurgici. Negli eccessi di mortalità per malformazioni congenite e condizioni morbose perinatali è stato valutato possibile un ruolo eziologico dell'inquinamento ambientale a Massa Carrara, Falconara, Milazzo e Porto Torres. Per le patologie del sistema urinario, in particolare per le insufficienze renali, un ruolo causale di metalli pesanti, IPA e composti alogenati è stato ipotizzato a Massa Carrara, Piombino, Orbetello, nel Basso bacino del fiume Chienti e nel Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Incrementi di malattie neurologiche per i quali è stato sospettato un ruolo eziologico di piombo, mercurio e solventi organoalogenati sono stati osservati rispettivamente a Trento Nord, Grado e Marano e nel Basso bacino del fiume Chienti. L'incremento dei linfomi non-Hodgkin a Brescia è stato messo in relazione con la contaminazione diffusa da PCB.

Ulteriori elementi di interesse sono stati forniti dalle stime globali della mortalità nell'insieme dei siti oggetto del Progetto SENTIERI. In particolare, è emerso che la mortalità in tutti i SIN, per le cause di morte con evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata per le *esposizioni ambientali* presenti supera l'atteso, con un SMR di 115.8 per gli uomini (IC 90% 114.4-117.2, 2 439 decessi in eccesso) e 114.4 per le donne (IC 90% 112.4-116.5; 1 069 decessi in eccesso). Tale sovramortalità si riscontra anche estendendo l'analisi a tutte le cause di morte, cioè non solo per quelle con evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata: il totale dei decessi, per uomini e donne, è di 403 692, in eccesso rispetto all'atteso di 9 969 casi (SMR 102.5%; IC 90% 102.3-102.8), con una media di oltre 1 200 casi annui.

Si ritiene opportuno ricordare che il Progetto SENTIERI, per obiettivi, disegno e metodi, rappresenta uno strumento descrittivo che verifica, in prima istanza, se e quanto il profilo di mortalità delle popolazioni che vivono nei territori inclusi in aree di interesse nazionale per le bonifiche si discosti da quello

cause of death and exposure *in terms of strength of causal inference. The selected epidemiological information included* primary *sources (handbooks and Monographs and Reports of international and national scientific institutions), statistical re-analyses, literature reviews, multi-centric studies and single investigations. This hierarchy relies on the epidemiological community consensus, on assessments based on the application of standardized criteria, weighting the studies design and the occurrence of biased results. Therefore, to put forward the assessment, the criteria firstly favoured* primary *sources and quantitative meta-analyses and, secondly, consistency among sources. The epidemiological evidence of the causal association was classified into one of these three categories: Sufficient (S), Limited (L), and Inadequate (I). The procedures and results of the evidence evaluation have been presented in a 2010 Supplement of* Epidemiologia & Prevenzione *devoted to SENTIERI.*

SENTIERI studied IPS-specific mortality and the overall mortality profile in all the IPSs combined.

Some IPS-specific results are noteworthy and are here mentioned. The presence of asbestos (or asbestiform fibres in Biancavilla) was the motivation for including six IPSs (Balangero, Emarese, Casale Monferrato, Broni, Bari-Fibronit, Biancavilla) in the "National environmental remediation programme". In these sites (with the only exception of Emarese) increases in malignant pleural neoplasm mortality were observed, in four of them the excess was in both genders. In six other sites (Pitelli, Massa Carrara, Aree del litorale vesuviano, Tito, Area industriale della Val Basento, Priolo), in which additional sources of environmental pollution were reported, mortality from malignant pleural neoplasm was increased in both genders in Pitelli, Massa Carrara, Priolo and Litorale vesuviano. In the twelve sites where asbestos was mentioned in the decree, a total of 416 extra cases of malignant pleural neoplasms were computed.

Asbestos and pleural neoplasm represent an unique case. Unlike mesothelioma, most causes of death analyzed in SENTIERI have multifactorial etiology, furthermore in most IPSs multiple sources of different pollutants are present, sometimes concurrently with air pollution from urban areas: in these cases, drawing conclusions on the association between environmental exposures *and specific health outcomes might be complicated. Notwithstanding these difficulties, in a number of cases an etiological role could be attributed to some* environmental exposures*. The attribution could be possible on the basis of increases observed in both genders and in different age classes, and the exclusion of a major role of occupational exposures was thus allowed. For example, a role of emissions from refineries and petrochemical plants was hypothesized for the observed increases in mortality from lung cancer and respiratory diseases in Gela and Porto Torres; a role of emissions from metal industries was suggested to explain increased mortality from respiratory diseases in Taranto and in Sulcis-Iglesiente-Guspinese. An etiological role of air pollution in the raise in congenital anomalies and perinatal disorders was suggested in Falconara Marittima, Massa-Carrara, Milazzo and Porto Torres. A causal role of heavy metals, PAH's and halogenated compounds was suspected for*

delle popolazioni di riferimento. Ai fini dell'interpretazione dei risultati, si ricorda che la presenza di eccessi di mortalità può indicare un ruolo di esposizioni ambientali con un grado di persuasività scientifica che dipende dai diversi specifici contesti; invece, un quadro di mortalità che non si discosti da quello di riferimento potrebbe riflettere l'assenza di esposizioni rilevanti, ma anche l'inadeguatezza dell'indicatore sanitario utilizzato (mortalità invece di incidenza) rispetto al tipo di esposizioni presenti, o della finestra temporale nella quale si analizza la mortalità rispetto a quella rilevante da un punto di vista dell'esposizione.
La condivisione dei risultati con i ministeri della salute e dell'ambiente, le Regioni, le ASL, le ARPA e i Comuni interessati consentirà l'attivazione di sinergie fra le strutture pubbliche con competenze in materia di protezione dell'ambiente e di tutela della salute, e su questa base l'avvio di un processo di comunicazione con la popolazione scientificamente fondato e trasparente.

Parole chiave: siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN), mortalità geografica, impatto sanitario ambientale, Italia

mortality from renal failure in Massa Carrara, Piombino, Orbetello, Basso Bacino del fiume Chienti and Sulcis-Iglesiente-Guspinese. In Trento-Nord, Grado and Marano, and Basso bacino del fiume Chienti increases in neurological diseases, for which an etiological role of lead, mercury and organohalogenated solvents is possible, were reported. The increase for non-Hodgkin lymphomas in Brescia was associated with the widespread PCB pollution.
SENTIERI Project assessed also the overall mortality profile in all the IPSs combined. The mortality for causes of death with a priori *Sufficient or Limited evidence of causal association with the* environmental exposure *showed 3 508 excess deaths for all causes, corresponding to 439 per year; the number of excess deaths was 1 321 for respiratory diseases, 898 for lung cancer and 588 for pleural neoplasms.*
When considering excess mortality with no restriction to causes of death with a priori *Sufficient or Limited evidence of causal association with the* environmental exposure*, the number of excess deaths for all causes was 9 969 (SMR 102.5, about 1 200 excess deaths per year; the excess was 4 309 for all neoplasms (SMR 103.8, about 538 excess deaths per year), 1 887 for circulatory system diseases, and 600 for respiratory system diseases. Most of these excesses were observed in IPSs located in Southern and Central Italy.*
The distribution of the causes of deaths showed that the excesses are not evenly distributed: cancer mortality accounts for 30% of all deaths, but it is 43.2% of the excess deaths (4 309 cases out of 9 969). Conversely, the percentage of excesses in non-cancer causes is 19%, while their share of total mortality is 42%. SENTIERI is affected by some limitations, such as the ecological study design and a time window of observation possibly inappropriate to account for induction-latency time; the analyzed outcome (mortality instead than incidence) might be unsuitable as well.
Despite its limitations, SENTIERI documented increased mortality for single IPSs and an overall burden of disease in residents in Italian polluted sites. These excesses could be attributed to multiple risk factors, that include also the environmental exposures*. The study results will be shared with the Ministries of Health and Environment, Regional governments, Regional environmental protection agencies, Local health authorities and municipalities. A collaborative approach between institutions in charge of environmental protection and health promotion will foster, among else, a scientifically sound and transparent communication process with concerned populations.*

Keywords: *Italian polluted sites (IPS), geographical mortality, environmental health impact, Italy*

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

AREE DEL LITORALE VESUVIANO

Il SIN "Aree del litorale vesuviano" è costituito da 11 Comuni (vedi tabella a pg 10), con una popolazione complessiva di 462 322 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione del SIN elenca la presenza delle fonti di esposizione: amianto e discariche, *esposizioni ambientali* indicate in SENTIERI come A e D.

Risultati di SENTIERI

I dati di mortalità mostrano eccessi per le malattie degli apparati digerente e genitourinario negli uomini e nelle donne. In assenza di correzione per indice di deprivazione (ID) nelle donne vi è un eccesso per tutte le cause e per tutti i tumori. Negli uomini è presente un difetto di mortalità per malattie del sistema circolatorio, che nelle donne si evidenzia dopo correzione per ID (tabella 1).
Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* nel SIN, elencate nelle tabelle 2 e 3, il tumore della pleura è in eccesso in entrambi i generi. Negli uomini il tumore del polmone risulta in eccesso nella stima non corretta.
La mortalità nel primo anno di vita per condizioni perinatali è in difetto (tabella 3).

Precedenti studi

L'area a rischio ambientale di Napoli, costituita da 90 Comuni della provincia di Napoli, incluso il capoluogo, e da due della provincia di Avellino, è stata oggetto di indagine nel rapporto sulle aree a rischio ambientale;[1] essa non è sovrapponibile a quella del SIN in esame.
Gli 11 Comuni del SIN sono inclusi nei 196 Comuni oggetto di diversi studi geografici sul possibile impatto sanitario dei rifiuti svolti nelle province di Napoli e Caserta. Comba et al.[2] riportano i rapporti standardizzati di mortalità comunali, rispetto ai tassi regionali (anni 1994-2001). Alcuni dei Comuni del SIN hanno mostrato eccessi significativi della mortalità per tutte le cause e per tutti i tumori; in singoli Comuni sono stati osservati eccessi della mortalità per il tumore del polmone, dello stomaco e della vescica negli uomini e per tumore del fegato in entrambi i generi. Nell'analisi dei cluster spaziali nessun Comune del SIN vesuviano risulta incluso in cluster significativi di mortalità.[3] Martuzzi et al.[4] riportano l'analisi di regressione di Poisson relativa alla mortalità per tumori e alla prevalenza di malformazioni dei 196 Comuni delle Province di Napoli e Caserta utilizzando un indicatore comunale di esposizione a rifiuti pericolosi descritto in dettaglio in Musmeci et al.[5] L'analisi di correlazione tra la mortalità e l'esposizione a rifiuti ha utilizzato classi comunali del valore dell'indicatore di esposizione e pertanto i risultati non sono applicabili ai singoli Comuni. I risultati hanno mostrato un trend di incremento del rischio all'aumentare del valore dell'indicatore di esposizione a rifiuti per tutte le cause, per tutti i tumori e per tumore epatico in entrambi i generi, per il tumore polmonare e dello stomaco nei soli uomini. Il trend è positivo anche per le malformazioni congenite del tratto

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	15 165	100 (98-101)	97 (96-98)	14 747	103 (102-105)	100 (99-102)
tutti i tumori	4 684	102 (100-104)	98 (96-100)	3 208	104 (101-107)	101 (98-104)
malattie del sistema circolatorio	5 681	95 (93-97)	94 (92-96)	7 093	100 (98-102)	98 (96-99)
malattie dell'apparato respiratorio	1 215	105 (100-110)	101 (96-106)	692	106 (99-113)	101 (94-107)
malattie dell'apparato digerente	1 067	116 (110-122)	108 (102-113)	1 116	132 (126-139)	120 (115-127)
malattie dell'apparato genitourinario	285	119 (108-131)	113 (102-125)	304	128 (116-141)	119 (108-131)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	1526	105 (101-110)	98 (94-103)	248	99 (89-110)	93 (83-103)	A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	49	174 (135-221)	153 (119-195)	23	159 (109-225)	140 (96-199)	A	L	**	**	**	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini	>3			111	95 (80-111)	97 (82-114)	A	I	I	**	I	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures.*

Causa (classi di età)				Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
malformazioni congenite (tutte le età)	119	99 (85-116)	102 (87-119)	D	I	**	L	L	I
alcune condizioni morbose di origine perinatale (0-1)	122	74 (63-86)	76 (65-89)	D	L	**	S+	I	I

Tabella 3. Numero 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). Totale uomini e donne. Cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali.*

Table 3. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures.*

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

interno dell'apparato urogenitale.[4] Nessuno dei 196 Comuni era incluso nella classe a maggior pressione ambientale da rifiuti, quattro erano nella classe immediatamente inferiore (Boscoreale, Boscotrecase, Torre Annunziata e Torre del Greco).[6]

Un'analisi di cluster nei 196 Comuni delle province di Napoli e Caserta (1994-2001) corretta per deprivazione ha rilevato, di 15 cluster significativi, 11 che includevano aree a elevata pressione per rifiuti con incrementi di rischio per diabete, apparato circolatorio, infarto miocardico acuto, malattie cerebrovascolari per uomini e donne, per l'apparato respiratorio per le sole donne e, solo tra gli uomini, per l'apparato digerente e la cirrosi epatica.[7]

Considerazioni conclusive

Nel commentare i risultati di questo SIN occorre tenere conto di un problema specifico: questo SIN è caratterizzato, oltre che da numerose discariche, anche dalla presenza di siti di smaltimento illegale e di combustione di rifiuti sia urbani sia pericolosi. La valutazione a priori dell'evidenza di SENTIERI[8] si basa su revisioni relative alla residenza in prossimità di discariche di rifiuti urbani e industriali, e non di siti

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

di sversamenti e combustioni illegali.[9] Quest'ultimo punto è stato trattato negli studi epidemiologici sull'impatto sanitario del ciclo dei rifiuti in Campania,[4,10] ai quali si rinvia per una trattazione più ampia. In questa sede interessa segnalare che la peculiarietà della situazione ambientale campana ha indotto gli autori di questi studi a considerare come ipotesi *a priori* di interesse eziologico le patologie associate alla residenza in prossimità sia di discariche, sia di inceneritori.[9,11,12] Nel SIN risultano in eccesso la mortalità per tutte le cause e per tutti i tumori solo fra le donne, nella stima non aggiustata per ID. Entrambe le cause nello studio di Martuzzi et al.[4] hanno fatto registrare una correlazione positiva con l'esposizione a rifiuti nell'area. La mortalità per malattie dell'apparato digerente e genitourinario mostra eccessi in entrambi i generi. E' stato recentemente riportato un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato digerente in prossimità della discarica di rifiuti tossici di Love Canal (Stati Uniti).[12]

Per quanto riguarda le cause che non rispondono ai criteri adottati nelle **tabelle 2** e **3** si osservano eccessi per il tumore del fegato [uomini: SMR=114 (IC 90% 102-127); SMR ID=100 (90-112); donne: SMR=149 (129-170), SMR ID=131 (114-150)], coerentemente con quanto riportato in singoli studi per la prossimità con discariche.[13,14] Nell'articolo di Martuzzi et al.[4] il tumore epatico ha mostrato una correlazione positiva con l'indicatore di esposizione a rifiuti, così come il tumore del polmone, anch'esso in eccesso tra gli uomini (**tabella 2**). Nessun Comune del SIN era incluso nella classe a maggior pressione ambientale da rifiuti, quattro erano nella classe immediatamente inferiore (Boscoreale, Boscotrecase, Torre Annunziata e Torre del Greco).[5] Per quanto concerne gli aumenti di rischio osservati per tumore della pleura e per tumore del polmone, coerenti con la presenza di amianto indicato nei decreti istitutivi del SIN, è ragionevole ritenere che la componente occupazionale abbia giocato un ruolo importante, senza tuttavia poter escludere ilcoinvolgimento della componente ambientale. Il consumo di alcol può, invece, aver giocato un ruolo nel determinare gli eccessi di mortalità per malattie dell'apparato digerente.

Alla luce dei risultati di SENTIERI e dell'insieme delle conoscenze epidemiologiche relative al SIN, si raccomandano studi per la valutazione dell'inquinamento ambientale presente nell'area; indagini epidemiologiche con una componente di analisi di biomonitoraggio della catena alimentare in specifiche subaree potranno contribuire a una maggiore comprensione dei fenomeni osservati.

Si raccomanda, vista l'elevata attenzione della popolazione nell'area, di prevedere percorsi di comunicazioni con gli *stakeholder*, compreso l'associazionismo presente sul territorio.

Bibliografia/References

1. Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Environment and health status of the population in areas with high risk of environmental crisis in Italy. *Epidemiol Prev* 2002; 6 (Suppl): 1-53.
2. Comba P, Bianchi F, Fazzo L et al. Health impact of waste management Campania working group. Cancer mortality in an area of Campania (Italy) characterized by multiple toxic dumping sites. *Ann N Y Acad Sci* 2006;1076; 449-61.
3. Fazzo L, Belli S, Minichilli F et al. Cluster analysis of mortality and malformations in the Provinces of Naples and Caserta (Campania Region). *Annali ISS* 2008; 44; 99-111.
4. Martuzzi M, Mitis F, Bianchi F, Minichilli F, Comba P, Fazzo L. Cancer mortality and congenital anomalies in a region of Italy with intense environmental pressure due to waste. *Occup Environ Med* 2009; 66; 725-32.
5. Musmeci L, Bellino M, Cicero MR, Falleni F, Piccardi A, Trinca S. The impact measure of solid waste management on health: the hazard index. *Annali ISS* 2010; 2010; 46; 293-98.
6. Dipartimento protezione civile. Trattamento dei rifiuti in Campania: impatto sulla salute umana. Studio di correlazione tra rischio ambientale da rifiuti, mortalità e malformazioni congenite. 2007. www.protezionecivile.it/cms/attach/editor/rapportoRifiuti2/Studio_di_correlazione.pdf (ultima consultazione: 27.7.11).
7. Bianchi F, Minichilli F, Pizzuti R, Santoro M. Cluster analysis of mortality in an area of Campania Region (Italy), with Intense environmental pressure due to waste. *Epidemiology* 2009; 20(6): S85 doi: 10.1097/01.ede.0000362965.78374.9b.
8. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P; SENTIERI Project. Mortality study of residents in Italian polluted sites: evaluation of the epidemiological evidence. *Epidemiol Prev* 2010; 5-6 (Suppl 3): 1-96.
9. Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environ Health* 2009; 8: 60-??.
10. Fazzo L, De Santis M, Mitis F et al. Ecological studies of cancer incidence in an area interested by dumping waste sites in Campania (Italy). *Annali ISS* 2011; 47: 181-191.
11. Franchini M, Rial M, Buiatti E, Bianchi F. Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies. *Annali ISS* 2004; 40: 101-15.
12. Gensburg LJ, Pantea C, Fitzgerald E, Stark A, Hwang S-A, Kim N. Mortality among former Love Canal residents. *Environ Health Perspect* 2009; 117:209–216.
13. Goldberg MS, al-Homsi N, Goulet L, Riberdy H. Incidence of cancer among persons living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Québec. *Arch Environ Health* 1995; 50: 416-24.
14. Goldberg MS, Siematycki J, Dewar R, Désy M, Riberdy H. Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. *Arch Environ Health* 1999; 54; 291-296.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

BALANGERO (TO)

Il SIN Balangero è costituito da 2 Comuni (vedi tabella a pg 10), con una popolazione complessiva di 6 211 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione elenca la presenza delle seguenti tipologie di impianti: amianto, discariche, miniera, *esposizioni ambientali* indicate in SENTIERI come A, D e M.

Risultati di SENTIERI

Il profilo di mortalità nel SIN mostra, nel complesso delle principali cause di morte (tabella 1), un eccesso della mortalità per tutte le cause in entrambi i generi, per le malattie del sistema circolatorio nelle donne, per le malattie degli apparati respiratorio e digerente negli uomini. La correzione per indice di deprivazione non muta questo quadro. Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN, elencate nelle tabelle 2 e 3, non si osservano eccessi o difetti. E' presente un incremento della mortalità per tumore della pleura negli uomini, dato affetto da un'imprecisione della stima.

Precedenti studi

Il SIN è incluso in uno studio[1] che, attraverso il Registro nazionale dei mesoteliomi (ReNaM) della Regione Piemonte, ha identificato nell'arco temporale 1988-2007 un totale di 27 casi di mesotelioma pleurico riferibili a Balangero: 9 tra dipendenti della miniera, 5 in lavoratori di ditte alle quali erano affidati lavori in appalto, 3 in soggetti che lavoravano l'amianto al di fuori della miniera, 10 casi in non esposti professionalmente. Pira et al.[2] hanno aggiornato la mortalità della coorte dei lavoratori della miniera, evidenziando un eccesso di mortalità per mesotelioma pleurico (4 casi, SMR=4.67), e un SMR pari a 1.27 per il tumore polmonare (45 deceduti) e 1.12 per tutti i tumori maligni (142 deceduti). E' stata osservata un'aumentata mortalità per tutte le cause (SMR=1.43), sulla base di 590 deceduti e un atteso di 412.9. I due studi citati sottolineano l'importanza della pregressa esposizione a fibre di crisotilo, e il suo impatto sulla popolazione.
Per le cause di morte selezionate nello studio del SIN, a esclusione delle malformazioni congenite, è nota una componente causale occupazionale attribuibile all'amianto.[3]

Considerazioni conclusive

Nel SIN, agli del eccessi per le principali cause di morte possono aver contribuito fattori di rischio individuali. Il

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	334	119 (109-131)	117 (107-128)	362	116 (107-127)	112 (103-123)
tutti i tumori	99	107 (90-127)	108 (91-128)	78	107 (88-129)	110 (90-132)
malattie del sistema circolatorio	124	116 (99-135)	112 (96-131)	194	130 (115-146)	122 (108-137)
malattie dell'apparato respiratorio	34	159 (117-212)	155 (114-206)	14	77 (47-121)	77 (47-121)
malattie dell'apparato digerente	27	209 (148-289)	203 (143-280)	15	112 (69-173)	108 (67-167)
malattie dell'apparato genitourinario	4	115 (39-263)	122 (42-278)	3	80 (22-208)	76 (21-196)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	31	117 (84-157)	120 (87-162)	7	114 (53-214)	122 (57-230)	A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	3	278 (76-719)	307 (84-794)	<3			A, M	L	NA	NA	NA	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini	<3			3	91 (25-235)	91 (25-235)	A	I	I	NA	I	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Causa (classi di età)				Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
malformazioni congenite (tutte le età)	3	270 (74-699)	268 (73-692)	D	I	NA	L	L	I
alcune condizioni di origine perinatale (0-1)	<3			D	L	NA	S+	I	I

Tabella 3. Numero 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). Totale uomini e donne. Cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali*.

Table 3. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

confronto dei dati relativi al mesotelioma pleurico con i due studi analitici citati nel paragrafo precedente sottolinea l'importanza dell'ampiezza temporale degli studi.

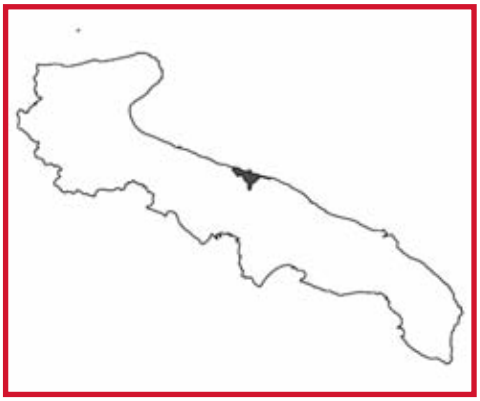
Bibliografia/References

1. Mirabelli D, Calisti R, Barone-Adesi F, Fornero E, Merletti F, Magnani C. Excess of mesotheliomas after exposure to chrysotile in Balangero, Italy. *Occup Environ Med* 2008; 65: 815-19.
2. Pira E, Pelucchi C, Piolatto PG, Negri E, Bilei T, La Vecchia C. Mortality from cancer and other causes in the Balangero cohort of chrysotile asbestos miners. *Occup Environ Med* 2009; 66: 805-809.
3. Straif K, Benbrahim-Tallaa L, Baan R et al. A review of human carcinogens-part C: metals, arsenic, dusts, and fibres. *Lancet Oncol* 2009; 10: 453-64.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

BARI-FIBRONIT

Il SIN Bari è costituito dal solo Comune di Bari (vedi tabella a pg 10), con una popolazione complessiva di 316 532 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto del SIN elenca la presenza di uno stabilimento di cemento-amianto, *esposizione ambientale* indicata in SENTIERI come A.



Risultati di SENTIERI

Tra le principali cause di morte incluse in tabella 1, sia negli uomini sia nelle donne risulta un eccesso di mortalità per tutte le cause, per tutti i tumori e per malattie dell'apparato respiratorio, mentre nelle donne si rileva un eccesso per le malattie dell'apparato digerente. Un volta corretta per indice di deprivazione, risulta superiore all'atteso anche la mortalità per malattie dell'apparato circolatorio in entrambi i generi, dell'apparato digerente negli uomini e dell'apparato genito-urinario nelle donne.
Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN, elencate nella tabelle 2, si ha un eccesso per tumore del polmone nelle donne. E' presente un eccesso per tumore maligno della pleura tra gli uomini e tra le donne.

Precedenti studi

L'azienda Fibronit di Bari è stata oggetto di due studi di coorte. Lo studio di Belli[1] ha riguardato 233 lavoratori dell'azienda, titolari di rendita INAIL per asbestosi, e ha osservato un aumento significativo della mortalità per asbestosi, tumore del polmone, della pleura e del mediastino. I risultati dello studio di Coviello,[2] riguardante l'intera coorte di 427 lavoratori, ha mostrato eccessi di mortalità per tutte le cause, per le pneumoconiosi, tutti i tumori, per i tumori maligni del polmone, della pleura e del peritoneo.
L'impatto dell'esposizione ambientale ad amianto, in quartieri limitrofi all'insediamento produttivo, è stato stimato da Musti[3] con uno studio caso-controllo che ha valutato la distribuzione spaziale di 48 casi di mesotelioma di origine non professionale (dati del Registro mesoteliomi della Puglia) e di 273 controlli e ha osservato nella popolazione residente entro 500 metri dall'impianto un significativo incremento di rischio.

Considerazioni conclusive

Questo SIN perimetra l'azienda di cemento-amianto che è stata all'origine di inquinamento ambientale da fibre d'amianto, e pertanto, come in altri SIN, non sono oggetto di commento i dati su eventuali eccessi per cause di morte non in relazione con quanto direttamente riferibile al sito.
Visti i risultati presentati nella tabella 1, e considerata la particolare complessità della città di Bari (ambiente urbano, area portuale, altri insediamenti produttivi), si ritiene opportuna una caratterizzazione ambientale più ampia, e un approfondimento del quadro dello stato di salute della popolazione.

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	11 227	105 (103-106)	107 (105-109)	10 864	105 (104-107)	108 (106-109)
tutti i tumori	3 691	109 (106-112)	109 (106-112)	2 602	111 (107-114)	109 (105-112)
malattie del sistema circolatorio	3 954	102 (99-104)	105 (103-108)	4 799	99 (97-102)	104 (102-107)
malattie dell'apparato respiratorio	1 025	107 (102-113)	108 (102-114)	195	133 (118-150)	127 (112-143)
malattie dell'apparato digerente	599	100 (94-107)	113 (105-121)	602	117 (109-125)	120 (112-129)
malattie dell'apparato genitourinario	173	103 (90-117)	103 (90-117)	206	109 (97-123)	115 (102-129)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	966	96 (91-101)	100 (95-105)	171	124 (108-140)	128 (112-145)	A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	49	199 (155-253)	181 (141-230)	17	192 (122-287)	141 (90-212)	A	L	**	**	**	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini	<3			92	89 (75-106)	94 (79-112)	A	I	I	**	I	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

Bibliografia/References

1. Belli S, Bruno C, Comba P, Grignoli M. Cause-specific mortality of asbestos-cement workers compensated for asbestosis in the city of Bari. *Epidemiol Prev* 1998; 22: 8-11.
2. Coviello V, Carbonara M, Bisceglia L et al. Mortality in a cohort of asbestos cement workers in Bari. *Epidemiol Prev* 2002; 26: 65-70.
3. Musti M, Pollice A, Cavone D, Dragonieri S, Bilancia M. The relationship between malignant mesothelioma and an asbestos cement plant environmental risk: a spatial case-control study in the city of Bari (Italy). *Int Arch Occup Environ Health* 2009; 82: 489-97.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

BIANCAVILLA (CT)

Il SIN Biancavilla (CT) è costituito dal solo Comune di Biancavilla, con una popolazione complessiva di 22 477 abitanti al Censimento 2001. Il Decreto di perimetrazione del SIN riferisce la presenza di cava di materiale lapideo contaminato da fluoro-edenite, una fibra asbestiforme, *esposizione ambientale* indicata in SENTIERI come A.

Risultati di SENTIERI

Nel complesso delle principali cause di morte (**tabella 1**), dopo aver corretto per deprivazione socioeconomica, si osserva un eccesso di mortalità per tutte le cause sia negli uomini sia nelle donne. Anche le malattie dell'apparato cardiovascolare e dell'apparato respiratorio risultano in eccesso sia negli uomini sia nelle donne. E' presente in entrambi i generi un difetto di patologie dell'apparato digerente.
Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali del SIN, elencate nella **tabella 2**, si evidenzia un eccesso di mortalità per tumore maligno della pleura, con un ampio intervallo di confidenza.

Precedenti studi

La cava di materiale lapideo contaminato da fibra asbestiforme presente nel SIN è stata l'occasione per l'identificazione della nuova specie minerale fibrosa, la fluoro-edenite che, in assenza di fonti note di attività con produzione o utilizzo di amianto, è stata segnalata come causa di un eccesso di casi di mesotelioma pleurico nella popolazione generale.[1,2,3] Saggiata *in vivo*[4] e *in vitro*[5] la nuova fibra si dimostrava infatti capace di indurre mesoteliomi. Per questa ragione il SIN è stato classificato come quelli in cui era nota la presenza di amianto anche se la fibra in questione non è da considerare amianto in senso stretto, come da definizione merceologica.
In quest'area sono stati pubblicati studi geografici di mortalità e di incidenza. La segnalazione di diversi casi di decesso per tumore maligno della pleura nel territorio comunale[1] aveva indotto uno studio per la stima dell'incidenza del mesotelioma pleurico con la conseguente conferma dei casi segnalati e l'identificazione di casi ulteriori.[2]
Lo studio della mortalità, utilizzando come popolazione di riferimento gli altri comuni dell'area etnea, confermava questo eccesso e segnalava inoltre un eccesso della mortalità per patologie croniche dell'apparato respiratorio, in particolare la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), e a carico dell'apparato cardiocircolatorio.[6] Nel corso di successivi studi e aggiornamenti si confermava la persistenza nel tempo del gettito di casi di mesotelioma nel territorio comunale.[7,8,9]
Il quadro della mortalità a Biancavilla documentato in SENTIERI è coerente con quello di studi precedenti,[6] confermando l'eccesso di mortalità per malattie dell'apparato cardiovascolare e dell'apparato respiratorio.
Non si dispone per Biancavilla di una adeguata valutazione

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	766	103 (97-110)	108 (102-114)	709	106 (99-113)	109 (103-116)
tutti i tumori	184	90 (80-102)	98 (86-111)	138	96 (83-111)	102 (88-117)
malattie del sistema circolatorio	360	118 (108-129)	123 (112-134)	370	113 (103-123)	114 (104-124)
malattie dell'apparato respiratorio	80	132 (109-159)	123 (101-148)	52	168 (132-212)	181 (142-228)
malattie dell'apparato digerente	21	62 (41-89)	65 (44-94)	15	54 (33-83)	52 (32-81)
malattie dell'apparato genitourinario	8	60 (30-108)	72 (36-129)	7	62 (29-116)	69 (32-129)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	40	71 (54-93)	80 (60-104)	10	106 (58-180)	133 (72-226)	A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	6	439 (191-867)	455 (198-899)	4	612 (209-1401)	529 (181-1210)	M, A	L	**	**	**	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini	<3			5	89 (35-188)	91 (36-191)	A	I	I	**	I	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

dell'esposizione a fibre di fluoro-edenite per la popolazione residente. L'osservazione di queste fibre nell'espettorato di un campione di soggetti affetti da BPCO[10] e nel parenchima polmonare di pecore allevate localmente[11] contribuisce a motivare la necessità di un'urgente iniziativa di monitoraggio ambientale e biologico delle fibre.

Considerazioni conclusive

Considerando la particolarità dell'esposizione e il quadro della mortalità dei residenti in questo sito si ritiene di speciale interesse l'approfondimento dello stato di salute della popolazione, con particolare riferimento alla ricerca di casi di placche pleuriche o fibrosi polmonare, mediante studi analitici e l'ampliamento della conoscenza sulla diffusione della fluoro-edenite nel territorio, e sulla conseguente esposizione della popolazione.

Bibliografia/References

1. Di Paola M, Mastrantonio M, Carboni M et al (eds). *La mortalità per tumore maligno della pleura in Italia negli anni 1988-1992. Rapporti ISTISAN 96/40*. Roma, Istituto superiore di sanità, 1996.
2. Paoletti L, Batisti D, Bruno C et al. Unusually high incidence of malignant pleural mesothelioma in a town of eastern Sicily: an epidemiological and environmental study. *Arch Environ Health* 2000; 55: 392-98.
3. Comba P, Gianfagna A, Paoletti L. Pleural mesothelioma cases in Biancavilla are related to a new fluoro-edenite fibrous amphibole. *Arch Environ Health* 2003; 58: 229-32.
4. Soffritti M, Minardi F, Bua L, Degli Esposti D, Belpoggi F. First experimental evidence of peritoneal and pleural mesotheliomas induced by fluoro-edenite fibres present in Etnean volcanic material from Biancavilla (Sicily, Italy). *Eur J Oncol* 2004; 9: 169-75.
5. Travaglione S, Bruni BM, Falzano L et al. Mutinucleation and pro-inflammatory cytokine release promoted by fibrous fluoro-edenite in lung epithelial A549 cells. *Toxicol In Vitro* 2006; 20: 841-50.
6. Biggeri A, Pasetto R, Belli S et al. Mortality from chronic obstructive pulmonary disease and pleural mesothelioma in an area contaminated by natural fiber (fluoro-edenite). *Scand J Work Environ Health* 2004; 30: 249-52.
7. Cernigliaro A, Fano V, Addario SP et al. Mortality and hospital discharges in the population of Biancavilla (Sicily) contaminated by natural fibres. *Epidemiol Prev* 2006; 30: 227-31.
8. Fano V, Cernigliaro A, Scondotto S et al. *Stato di salute della popolazione residente nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientale e nei siti di interesse nazionale della Sicilia. Analisi della mortalità (AA 1995-2000) e dei ricoveri ospedalieri (AA 2001-2003)*. Supplemento monografico Notiziario Osservatorio Epidemiologico. Roma, 2005.
9. Bruno C, Belli S, Cernigliaro A et al. An estimate of pleural mesothelioma incidence in Biancavilla, Sicily, Italy, 1998-2004. *Eur J Oncol* 2007; 12: 183-87.
10. Putzu MG, Bruno C, Zona A et al. Fluoro-edenitic fibres in the sputum of subjects from Biancavilla (Sicily): a pilot study. *Environ Health* 2006; 5: 20.
11. DeNardo P, Bruni B, Paoletti L, Pasetto R, Sirianni B. Pulmonary fibre burden in sheep living in the Biancavilla area (Sicily): preliminary results. *Sci Total Environ* 2004; 325: 51-58.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

BRONI (PV)

Il SIN Broni è costituito dal solo Comune di Broni, con una popolazione complessiva di 9 347 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione del SIN indica la presenza di un'area di produzione di manufatti di cemento-amianto, *esposizione ambientale* indicata in SENTIERI come A.

Risultati di SENTIERI

Nel complesso delle principali cause di morte (**tabella 1**) nel sito di Broni si riscontra, sia in assenza sia in presenza di correzione per deprivazione socioeconomica, un eccesso di mortalità per tutte le cause negli uomini e, in entrambi i generi, un eccesso di mortalità per patologie dell'apparato cardiovascolare. Si evidenzia un difetto della mortalità per le malattie dell'apparato respiratorio nelle donne. La mortalità per gli altri gruppi di cause non si discosta dall'atteso.
Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN, elencate nella **tabella 2**, si osserva un difetto per il tumore del polmone nelle donne, mentre il tumore maligno della pleura sia negli uomini sia nelle donne risulta in eccesso, con un aumento dei rispettivi SMR di più di 10 volte.

Precedenti studi

La segnalazione di diversi casi di mesotelioma ha indotto alla conduzione di uno studio geografico sulla mortalità per tumore maligno della pleura nel comune di Broni e negli altri comuni della ex USSL di Voghera, utilizzando come riferimento la mortalità provinciale.[1]
L'eccesso di mortalità era riscontrabile soprattutto a partire dagli anni Novanta e nelle classi di età più giovani e riguardava anche i Comuni limitrofi.
Il disegno dello studio non consentiva di discriminare il ruolo relativo dell'esposizione ad amianto di origine lavorativa, domestica o ambientale.

Considerazioni conclusive

Per le altre cause che non rispondono ai criteri adottati per la **tabelle 2** si osserva negli uomini un eccesso per le pneumoconiosi, patologia professionale che necessita di un'esposizione di una certa rilevanza [SMR=473 (161-1081); SMR ID=842 (288-1927)].
Tale eccesso registrato nel Comune di Broni è un ulteriore indice del carico subito in questo Comune a causa dell'esposizione ad amianto, poiché l'asbestosi, pneumoconiosi di origine professionale dovuta specificatamente all'esposizione ad amianto, è compresa come ICD in questa dizione. Anche se non è possibile dirimere quale sia l'importanza relativa delle diverse modalità di esposizione ad amianto (professionale, domestica o ambientale) l'impatto sulla popolazione di Broni è stato importante e chiaramente rilevabile.

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	571	113 (105-121)	115 (107-123)	621	104 (97-111)	105 (98-113)
tutti i tumori	201	108 (96-121)	111 (98-125)	142	93 (81-107)	91 (79-105)
malattie del sistema circolatorio	232	123 (110-137)	126 (113-141)	344	120 (110-131)	126 (115-137)
malattie dell'apparato respiratorio	33	91 (66-121)	92 (67-123)	25	73 (51-102)	69 (48-96)
malattie dell'apparato digerente	16	73 (46-111)	72 (45-109)	21	85 (57-122)	83 (56-120)
malattie dell'apparato genitourinario	9	136 (71-237)	125 (65-218)	13	152 (90-242)	148 (88-236)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	56	108 (85-134)	107 (84-133)	8	60 (30-108)	52 (26-93)	A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	22	1 433 (970-2 046)	1 388 (940-1 982)	13	1 340 (793-2 131)	1 384 (819-2 200)	A	L	**	**	**	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini	---			<3			A	I	I	**	I	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substances
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione causale
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
***** = evidenza sufficiente o limitata
****** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
***** = sufficient or limited evidence
****** = not applicable

Bibliografia/References

1. Amendola P, Belli S, Binazzi A et al. Mortality from malignant pleural neoplasms in Broni (Pavia), 1980-1997. *Epidemiol Prev* 2003; 27: 86-90.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

CASALE MONFERRATO (AL)

Il SIN Casale Monferrato è costituito da 48 Comuni (vedi **tabella a pg 10**), con una popolazione complessiva di 85 824 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione del SIN segnala la presenza di un'industria per la lavorazione e produzione di manufatti di amianto, *esposizione ambientale* indicata in SENTIERI come A.

Risultati di SENTIERI

Il profilo di mortalità nel SIN mostra in entrambi i generi, nel complesso delle principali cause di morte (**tabella 1**), un eccesso della mortalità per tutte le cause, per tutti i tumori e per le malattie del sistema circolatorio; si osserva un difetto della mortalità per le malattie dell'apparato genitourinario nelle donne. La correzione per indice di deprivazione non modifica il quadro.
Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN, elencate nella **tabella 2**, si osservano eccessi per il tumore polmonare negli uomini, e in entrambi i generi per il tumore pleurico. Per il tumore ovarico i casi osservati non si discostano dagli attesi.

Precedenti studi

Sono state pubblicate una serie di indagini epidemiologiche condotte a Casale Monferrato. Bertolotti et al. [1] hanno aggiornato al 2003 uno studio di coorte occupazionale condotto su 3 443 lavoratori (2 663 uomini, 780 donne) del cemento-amianto della Eternit. In entrambi i generi sono stati osservati eccessi della mortalità per tutte le cause, tumore polmonare, tumore della pleura, tumore del peritoneo e asbestosi. Nelle donne è stato confermato l'aumento della mortalità per tumore dell'ovaio e dell'utero.
Magnani et al.[2] hanno condotto nell'area uno studio caso-controllo sui casi incidenti di mesotelioma pleurico nel periodo 1987-1993, per valutare il rapporto tra esposizione ambientale, domestica e insorgenza della patologia. Sono stati inclusi 102 casi (60 uomini, 42 donne), e 273 controlli (167 uomini, 106 donne). La residenza nel sito è risultata associata a un elevato rischio (OR=20.6; IC95% 6.2-68.6), come pure la convivenza con lavoratori dell'azienda produttrice di manufatti in cemento-amianto (OR=4,5; IC 95% 1.8-11.1). Tra i casi, 27 erano ex lavoratori dell'azienda. Uno studio successivo sugli stessi casi ha confermato l'importanza della residenza nel sito, studiando la distribuzione spaziale dei casi in rapporto alla distanza dall'impianto produttivo.[3]
L'esposizione professionale ad amianto è una componente eziologica per le tre cause di morte selezionate riportate in ec-

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	5 451	110 (107-112)	110 (108-113)	5 925	109 (107-112)	109 (107-112)
tutti i tumori	1 729	111 (106-115)	111 (107-116)	1 290	106 (101-111)	106 (101-111)
malattie del sistema circolatorio	2 087	105 (101-109)	105 (101-109)	2 969	111 (108-115)	111 (108-115)
malattie dell'apparato respiratorio	440	107 (99-116)	108 (99-117)	315	98 (89-107)	99 (90-108)
malattie dell'apparato digerente	223	101 (90-113)	101 (90-113)	208	91 (80-102)	90 (80-101)
malattie dell'apparato genitourinario	59	88 (70-110)	89 (71-111)	48	73 (57-93)	73 (57-93)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	478	110 (102-119)	110 (102-119)	95	94 (78-111)	94 (78-111)	A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	147	827 (718-950)	797 (692-915)	121	1 011 (864-1 177)	966 (825-1 125)	A	L	**	**	**	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini	<3			54	101 (79-126)	100 (79-125)	A	I	I	**	I	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

cesso nel SIN.[4] Per il tumore polmonare non è l'unica, e si affianca ad altri fattori eziologici, occupazionali e non (fumo di sigaretta, inquinamento).[5] Nel complesso, l'eziologia del tumore ovarico è ancora poco conosciuta, nonostante sia tra i tumori più frequentemente diagnosticati nelle donne.

Considerazioni conclusive

Un contributo all'incremento della mortalità per tutti i tumori può derivare da quanto osservato per il tumore della pleura, ascrivibile all'esposizione ad amianto.
Gli incrementi per il sistema circolatorio possono derivare da stili di vita peculiari. L'incremento per il tumore polmonare può avere una componente occupazionale (amianto). Il fumo di sigaretta ha un ruolo importante per l'insorgenza del tumore polmonare; non si osservano eccessi nella mortalità per malattie dell'apparato respiratorio, dato che riduce l'importanza dell'inquinamento dell'aria.
Non vi sono elementi per motivare il difetto delle patologie dell'apparato genitourinario nelle donne.

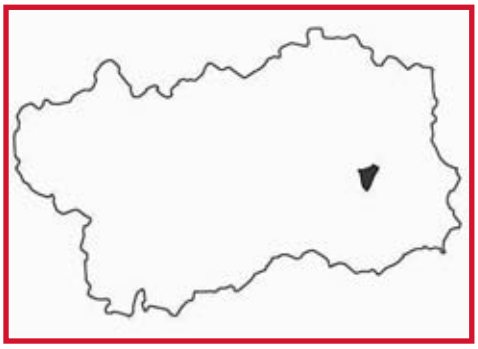
Bibliografia/References

1. Bertolotti M, Ferrante D, Mirabelli D et al. Mortality in the cohort of the asbestos cement workers in the Eternit plant in Casale Monferrato (Italy). *Epidemiol Prev* 2008; 32: 218-28.
2. Magnani C, Dalmasso P, Biggeri A, Ivaldi C, Mirabelli D, Terracini B. Increased risk of malignant mesothelioma of the pleura after residential or domestic exposure to asbestos: a case-control study in Casale Monferrato, Italy. *Environ Health Perspect* 2001; 109: 915-19.
3. Maule MM, Magnani C, Dalmasso P, Mirabelli D, Merletti F, Biggeri A. Modeling mesothelioma risk associated with environmental asbestos exposure. *Environ Health Perspect* 2007; 115: 1066-71.
4. Straif K, Benbrahim-Tallaa L, Baan R, et al. WHO International Agency for Research on cancer monograph working group. A review of human carcinogens-part C: metals, arsenic, dusts, and fibres. *Lancet Oncol* 2009; 10; 453-4.
5. Siemiatycki J, Richardson L, Straif K, et al. Listing occupational carcinogens. *Environ Health Perspect* 2004; 112: 1447-59.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

EMARESE (AO)

Il SIN Emarese è costituito dal solo Comune di Emarese, con una popolazione complessiva di 202 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione del SIN elenca la presenza delle seguenti tipologie di impianti: miniera, amianto e discariche, *esposizioni ambientali* indicate in SENTIERI come M, A e D.



Risultati di SENTIERI

A causa della ridotta dimensione della popolazione residente nel Comune, per molte delle cause di morte esplorate (grandi gruppi di cause in tabella 1, e cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN, elencate nelle tabelle 2 e 3, pg 76) non vi sono casi o la numerosità è inferiore a 3. Laddove ciò non si verifica, non si osservano variazioni rispetto all'atteso (mortalità per tutte le cause e malattie del sistema circolatorio, tabella 1).

Considerazioni conclusive

L'esiguità numerica della popolazione residente non ha consentito una completa valutazione della mortalità nel periodo studiato.

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	13	79 (47-125)	82 (49-131)	9	81 (42-142)	86 (45-150)
tutti i tumori	<3			<3		
malattie del sistema circolatorio	6	94 (41-186)	101 (44-200)	6	120 (52-236)	130 (56-256)
malattie dell'apparato respiratorio	<3			<3		
malattie dell'apparato digerente	<3			<3		
malattie dell'apparato genitourinario	<3			<3		

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Segue a pagina 76

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	<3			<3			A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	<3			<3			A, M	L	**	**	**	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini				<3			A	I	I	**	I	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Causa (classi di età)				Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
malformazioni congenite (tutte le età)	<3			D	I	**	L	L	I
alcune condizioni di origine perinatale (0-1)	<3			D	L	**	S+	I	I

Tabella 3. Numero 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). Totale uomini e donne. Cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali*.

Table 3. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

MASSA E CARRARA

Il SIN "Massa e Carrara" è costituito da 2 Comuni (vedi tabella a pg 10), e ha una popolazione complessiva di 131 803 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione del SIN elenca la presenza delle seguenti tipologie di impianti: industria farmaceutica, petrolchimico, impianto siderurgico, area portuale, amianto, discariche, inceneritore, *esposizioni ambientali* indicate in SENTIERI come C, P&R, S, AP, A, D e I.

Risultati di SENTIERI

La tabella 1 mostra il profilo di mortalità nel SIN per il periodo 1995-2002 nel complesso delle principali cause di morte. Le cause riportate nella tabella mostrano eccessi negli uomini. Nelle donne si evidenziano eccessi per tutte le cause, per le malattie dell'apparato digerente e genitourinario. La correzione per deprivazione non modifica sostanzialmente gli SMR stimati in entrambi i generi.
Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN, elencate nelle tabelle 2 e 3, in entrambi i generi si osserva un eccesso di mortalità per il tumore del fegato.
Negli uomini sono presenti eccessi di mortalità per il tumore del polmone, della pleura, del sistema linfoematopoietico; per il linfoma non Hodgkin si osserva un eccesso con una stima imprecisa. Tra le cause non tumorali sono presenti eccessi per le malattie respiratorie nel loro insieme, e separatamente anche per le croniche e le acute. Tutti gli eccessi citati si confermano anche dopo correzione per indice di deprivazione (ID).
Nelle donne si evidenzia un eccesso per le malattie respiratorie acute e difetti di mortalità per il tumore del colon-retto e del polmone, che si mantengono dopo correzione per ID, sebbene l'intervallo di confidenza non consenta di escludere assenza di rischio.
Nella tabella 3 si evidenziano eccessi di mortalità per malformazioni congenite e, soprattutto dopo correzione per ID, per le condizioni morbose di origine perinatale.

Precedenti studi

La mortalità nel SIN è stata analizzata per il periodo 1990-1994 dallo studio di Martuzzi et al.[1] che ha evidenziato eccessi di mortalità negli uomini per cause non tumorali (malattie del sistema circolatorio, malattie respiratorie totali e croniche, malattie dell'apparato digerente, cirrosi epatica) e tumorali (tumore dello stomaco, del laringe, del fegato, del polmone, della pleura, della vescica). Nelle donne sono stati evidenziati eccessi per cause non tumorali (malattie respiratorie totali e croniche, malattie del digerente e cerebrovascolari). Gli autori commentano i risultati dando maggiore importanza al ruolo occupazionale e facendo notare che quasi tutti gli eccessi sono risultati nella popolazione maschile.
Uno studio di coorte di Miligi et al.[2] ha studiato il rischio neoplastico fra gli ex dipendenti di aziende produttrici di

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	5 957	120 (117-122)	120 (118-123)	5 910	106 (104-108)	107 (105-109)
tutti i tumori	2 174	124 (120-129)	125 (120-129)	1 392	101 (96-105)	101 (97-106)
malattie del sistema circolatorio	1 986	105 (101-109)	107 (103-111)	2 705	100 (97-103)	102 (99-105)
malattie dell'apparato respiratorio	505	147 (136-158)	140 (130-151)	299	109 (99-120)	107 (97-118)
malattie dell'apparato digerente	335	169 (154-185)	159 (144-174)	284	128 (115-141)	128 (115-141)
malattie dell'apparato genitourinario	93	153 (128-182)	150 (125-178)	87	128 (107-154)	127 (106-152)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore dello stomaco	172	104 (91-118)	103 (90-117)	120	91 (78-106)	93 (79-108)	C, I	I	S+	I	I	I
tumore del colon-retto	163	94 (83-108)	96 (84-110)	142	86 (74-99)	88 (76-102)	C	**	I	I	S+	I
tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	137	224 (193-258)	230 (198-265)	43	142 (108-183)	145 (110-187)	I	**	S+	**	S+	S+
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	617	128 (120-137)	130 (121-139)	91	82 (68-97)	88 (73-105)	P&R, A, I	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	29	231 (165-315)	227 (163-310)	3	60 (16-154)	81 (22-211)	AP, A	L	**	**	**	S+
tumore del connettivo e di altri tessuti molli	4	58 (20-132)	59 (20-134)	7	99 (46-186)	122 (57-229)	I	**	I	**	**	I
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini				60	99 (79-123)	101 (80-125)	A	I	I	**	I	S+
linfoematopoietico totale	153	124 (107-141)	126 (109-144)	129	105 (90-122)	104 (89-121)	I	I	S+	**	I	**
linfomi non Hodgkin	57	123 (98-154)	124 (98-155)	49	106 (83-135)	106 (83-135)	I	I	I	**	I	L
malattie dell'apparato respiratorio	505	147 (136-158)	140 (130-151)	299	109 (99-120)	107 (97-118)	C, P&R, S, AP	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	S+	S+
malattie respiratorie acute	110	152 (129-179)	146 (123-171)	116	124 (106-145)	116 (99-136)	P&R, S	S+	S+	L	L	L
malattie polmonari croniche	302	162 (147-178)	159 (144-175)	103	99 (83-117)	102 (86-120)	S	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	S+	S+
asma	11	135 (76-224)	121 (68-200)	9	72 (38-125)	70 (37-122)	C, P&R, S, AP	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	L	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

formulati per uso agricolo presenti a Massa-Carrara (periodo 1950-1998) evidenziando eccessi di mortalità negli uomini per tutte le cause, per la totalità dei tumori, per il tumore della laringe, del polmone e del fegato.

Una indagine di coorte di Franco et al.[3] ha studiato la mortalità tra i dipendenti di una cokeria di Carrara in un periodo compreso tra il 1960 e il 1990. Lo studio ha evidenziato eccessi significativi di mortalità per il tumore al polmone suggerendo una componente occupazionale, come successivamente osservato in studi epidemiologici riportati nella monografia IARC n. 92.[4]

Uno studio di coorte di Barghini et al.[5] ha riguardato la mortalità per tumore del polmone negli addetti alla lavorazione del marmo in Carrara tra il 1983-1988. Tale lavoro ha mostrato eccessi di mortalità per tumore al polmone mettendo in risalto l'effetto sinergico del fumo di sigaretta e dell'inalazione di polveri di silice negli addetti al taglio del marmo.

Uno studio di coorte di Raffaelli et al.[6] ha analizzato la mortalità in una coorte di lavoratori nella produzione di cemento-amianto a Carrara nel periodo 1963-2003. Tra gli uomini sono stati osservati eccessi di mortalità per le malattie respiratorie, in particolare per la pneumoconiosi e per il tumore alla pleura. Tra le donne sono stati evi-

Causa (classi di età)				Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
malformazioni congenite (tutte le età)	35	154 (114-204)	145 (107-192)	P&R, D	I	**	L	L	I
alcune condizioni di origine perinatale (0-1)	26	132 (93-184)	146 (102-202)	C, P&R, D	L	**	S+	I	I
malattie respiratorie acute (0-14)	<3			P&R, S	S+	**	S+	**	**
asma (0-14)	<3			C, P&R, D	L ins / S+ agg	**	S+ ins / agg	**	**

Tabella 3. Numero 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). Totale uomini e donne. Cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali*.

Table 3. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

denziati eccessi di mortalità per la pneumoconiosi e per il tumore al fegato.
Uno studio recente di Gorini et al.[7] ha analizzato la mortalità per tumore al polmone in una coorte di nascita di uomini tra il 1971 e il 2006 mostrando tassi di mortalità più elevati negli uomini anziani nati tra il 1896 e il 1926 e residenti nell'area di Massa e Carrara. Gli autori concludono che tale risultato potrebbe dipendere in parte dalla diffusione dell'epidemia di fumatori nell'area in studio verificatasi negli anni 1930-1940 e in parte dall'esperienza lavorativa della popolazione in studio.
Un'indagine geografica di Minichilli et al.[8] ha analizzato la mortalità nel periodo 1995-2000. Lo studio ha confrontato la mortalità del periodo 1995-2000 con il quinquennio 1990-1994. I risultati hanno confermato eccessi di mortalità negli uomini per la mortalità generale, per tutti i tumori, per le malattie dell'apparato respiratorio, per la cirrosi epatica, per i tumori del polmone, della laringe, della pleura e del fegato. Nelle donne è sempre presente l'eccesso per cirrosi epatica e viene aggiunto quello per il tumore al fegato. Gli autori commentano gli eccessi confermando il maggiore ruolo eziologico delle esposizioni occupazionali presenti nell'area.

Considerazioni conclusive

I numerosi eccessi evidenziati confermano una criticità sanitaria del SIN. Avendo rilevato quasi tutti gli eccessi negli uomini è ipotizzabile un maggiore ruolo eziologico delle esposizioni occupazionali presenti nell'area. Gli eccessi per le malattie respiratorie e cardiovascolari negli uomini sono potenzialmente riconducibili alle esposizioni al fumo di sigaretta. Gli eccessi per le malattie del digerente in entrambi i generi sono maggiormente riconducibili allo stile di vita (sedentarietà, dieta e consumo di alcol).
Per le malattie respiratorie acute, oltre agli stili di vita (fumo, alcol) non è da escludere il contributo avverso dell'inquinamento atmosferico, con particolare riguardo alle esposizioni a inquinanti prodotti dagli impianti di siderurgia e dal petrolchimico.
Per le malattie genitourinarie è ipotizzabile un effetto delle esposizioni ambientali e/o occupazionali a metalli pesanti e a idrocarburi policiclici aromatici.
La mortalità tumorale nei soli uomini è prevalentemente dovuta a esposizioni occupazionali: per il tumore della pleura è rilevante il ruolo eziologico dell'esposizione ad amianto ancora presente nell'area e per il tumore del polmone si rafforza l'ipotesi di esposizioni occupazionali (inalazioni di polveri di silice, lavoratori della cokeria e della cantieristica navale, occupati in reparti di verniciatura) ed esposizioni a fumo di sigaretta. E' poco probabile che l'esposizione ambientale a contaminanti presenti nell'area abbia contribuito agli eccessi per tumore al polmone, in quanto tale risultato è presente nei soli uomini, e risultando in difetto nelle donne. La valutazione complessiva dei risultati degli studi di coorte rafforza inoltre l'ipotesi che la componente occu-

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

pazionale e il fumo di sigaretta giochino un ruolo eziologico rilevante per gli eccessi del tumore pleurico e del polmone. Per il tumore al fegato, in eccesso in entrambi generi, è maggiormente plausibile il ruolo eziologico dei fattori sociali (in particolare il consumo di alcol) e degli stili di vita rispetto ai ruoli occupazionali e ambientali. Tali eccessi potrebbero anche in parte derivare da patologie epatiche per le quali è documentato un ruolo eziologico, e un eccesso nell'area (epatite e cirrosi epatica).

Per i tumori del sistema linfoematopoietico e il LNH, risultati in eccesso nei soli uomini, è ipotizzabile una componente occupazionale.[9]

Per le condizioni morbose perinatali e per le malformazioni congenite è plausibile un ruolo delle esposizioni ambientali presenti nel SIN, in particolare è ipotizzabile un ruolo eziologico per le esposizioni ad agenti chimici, a inquinanti prodotti sia dal petrolchimico sia dai siti di discarica.

Come già argomentato da Martuzzi et al.[1] si fa notare una possibile anomalia di questo SIN: pur essendo in Toscana ha caratteristiche sociodemografiche molto diverse dalla Regione. Lo studio di Martuzzi[1] ha utilizzato come riferimento un'area circolare comprendente i Comuni entro 26 km dal SIN e ha evidenziato una notevole riduzione degli eccessi di mortalità che erano risultati con il riferimento regionale, confermando che per questo SIN la scelta del riferimento ha importanti conseguenze sulle stime.

Per comprendere meglio il ruolo delle esposizioni ambientali nell'eziopatogenesi di alcune patologie con evidenza *a priori* sarebbe auspicabile un approfondimento attraverso uno studio di biomonitoraggio che consentirebbe di valutare i livelli di esposizione umana agli inquinanti presenti nell'ambiente in modo da distinguere il ruolo delle esposizioni ambientali da quelle di tipo occupazionale.

Inoltre, dato che questo SIN sembra presentare caratteristiche sociodemografiche diverse dal resto della Regione, sarebbe opportuno utilizzare anche riferimenti locali costituiti da Comuni liguri e toscani adiacenti all'area in studio.

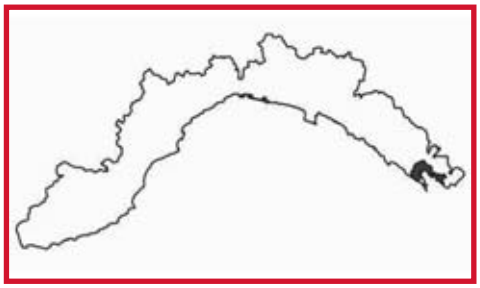
Bibliografia/References

1. Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Environment and health status of the population in areas with high risk of environmental crisis in Italy. *Epidemiol Prev* 2002; 6 (Suppl.): 1-53.
2. Miligi L, Ercolanelli M, Franco F et al. Studi epidemiologici sul rischio neoplastico fra gli ex dipendenti di aziende produttrici di formulati per uso agricolo. *Ricerca* n. 38/96, ISPESL 1996 .
3. Franco F, Chellini E, Seniori Costantini A et al. Mortality in the coke oven plant of Carrara, Italy. *Med Lav* 1993; 84: 443-47.
4. IARC. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 92. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures*. International Agency for Research on Cancer, Lyon 2010.
5. Barghini G, Terreni M, Barghini F. La mortalità per tumori del polmone negli addetti alla lavorazione del marmo in Carrara tra il 1983-1988. In: *Stato di benessere a Carrara, nelle province e nei comuni toscani. Mappe di rischio e ipotesi di prevenzione*. Carrara 1997.
6. Raffaelli I, Festa G, Costantini AS, Leva G, Gorini G. Mortality in a cohort of asbestos cement workers in Carrara, Italy. *Med Lav* 2007; 98: 156-63.
7. Gorini G, Chellini E, Martini A, Giovannetti L, Miligi L, Costantini AS. Lung cancer mortality trend by birth cohort in men, Tuscany, 1971-2006. *Tumori* 2010; 96: 680-83.
8. Minichilli F, Bartolacci S, Buiatti E, Pierini A, Rossi G, Bianchi F. Mortality in the area around Massa-Carrara 10 years after ANIC-Agricoltura and Farmoplant chemical plants were shut down. *Epidemiol Prev* 2006; 30: 120-8.
9. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P, SENTIERI Working Group. SENTIERI Project. Mortality study of residents in Italian polluted sites: evaluation of the epidemiological evidence. *Epidemiol Prev* 2010; 5-6 (Suppl 3): 1-96.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

PITELLI (SP)

Il SIN Pitelli è costituito da 2 Comuni (vedi **tabella a pg 10**), con una popolazione complessiva di 102 291 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione del SIN elenca la presenza delle seguenti tipologie di impianti: impianti chimici, centrale elettrica, area portuale, amianto e discarica, *esposizioni ambientali* indicate in SENTIERI come C, E, AP, A e D.



Risultati di SENTIERI

Nel SIN risultano in eccesso la mortalità per tutti tumori e per le malattie dell'apparato respiratorio negli uomini. Sono in difetto in entrambi i generi la mortalità per tutte le cause e per malattie del sistema circolatorio; le malattie dell'apparato respiratorio e digerente sono in difetto tra le donne (**tabella 1**).
Le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN sono elencate nelle **tabelle 2** e **3**. Nella **tabella 2** risultano in eccesso negli uomini la mortalità per il tumore dello stomaco, del polmone, della pleura e per malattie dell'apparato respiratorio. Risultano in difetto la mortalità per malattie respiratorie acute fra gli uomini, per malattie dell'apparato respiratorio fra le donne.

Precedenti studi

Due studi di coorte occupazionale dei lavoratori dei petrolchimici di Genova e La Spezia nei primi anni Novanta hanno evidenziato un eccesso di mortalità per mesotelioma pleurico tra i manutentori.[1,2]
Uno studio successivo ha confermato tali risultati, e ha mostrato anche un eccesso di mortalità per tumore polmonare.[3]
Un più recente studio nella coorte dei lavoratori del petrolchimico di La Spezia ha evidenziato un eccesso di mortalità tra i manutentori, rispetto agli impiegati, per tutti i tumori, in particolare per i tumori del polmone e dell'apparato digerente, e per malattie respiratorie; l'eccesso di tumore polmonare nei manutentori è osservato anche quando si utilizza per il confronto la popolazione generale italiana.[4]
Uno studio di incidenza del mesotelioma pleurico dal ReNam (Registro nazionale dei mesoteliomi), nella popolazione della regione Liguria negli anni 1996-2002, ha evidenziato alti tassi di incidenza nelle province di Genova e La Spezia, in particolare nel Comune di La Spezia.[5]

Considerazioni conclusive

Negli aumenti della mortalità (in particolare per tumore del polmone, della pleura e anche per malattie respiratorie) osservati nei soli uomini è ragionevole ritenere che abbia svolto un ruolo l'esposizione professionale, come documentato in precedenti indagini. Tale ipotesi è corroborata dall'eccesso osservato tra gli uomini della mortalità per pneumoconiosi [SMR=344 (293-401), SMR ID=189 (161-220)], per la quale l'esposizione negli ambienti lavorativi è l'unico fattore di rischio ipotizzabile. E' possibile comunque che abbia giocato un ruolo negli eccessi summenzionati, così come nell'eccesso del tumore dello stomaco, anche la componente ambientale.
Alla luce dei risultati di SENTIERI e dell'insieme delle conoscenze epidemiologiche relative al SIN di Pitelli si raccomanda l'acquisizione dei dati relativi all'esposizione sia occupazionale sia ambientale.

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	5 644	97 (95-99)	96 (94-98)	6 027	92 (90-94)	92 (90-94)
tutti i tumori	1 976	104 (100-108)	103 (99-107)	1 422	93 (89-97)	97 (93-101)
malattie del sistema circolatorio	2 136	98 (95-102)	94 (91-98)	3 102	102 (99-105)	96 (93-99)
malattie dell'apparato respiratorio	479	113 (105-122)	106 (98-114)	274	89 (80-98)	90 (82-100)
malattie dell'apparato digerente	267	102 (92-113)	97 (88-108)	241	83 (75-93)	81 (73-90)
malattie dell'apparato genitourinario	67	81 (66-99)	89 (72-109)	88	98 (81-117)	99 (82-118)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore dello stomaco	129	118 (101-137)	109 (93-126)	87	98 (81-117)	96 (80-115)	C	I	S+	I	I	I
tumore del colon-retto	188	97 (86-110)	103 (91-116)	173	91 (80-103)	98 (86-112)	C	**	I	I	S+	I
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	583	109 (102-117)	108 (101-116)	115	86 (73-101)	96 (82-113)	E, A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	104	198 (167-233)	181 (153-214)	12	81 (47-131)	101 (58-164)	AP, A	L	**	**	**	S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini				71	112 (91-136)	104 (85-127)	A	I	I	**	I	S+
malattie dell'apparato respiratorio	479	113 (105-122)	106 (98-114)	274	89 (80-98)	90 (82-100)	C, E, AP	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	S+	S+
malattie respiratorie acute	67	72 (58-89)	74 (60-91)	102	88 (74-104)	97 (81-114)	E	S+	S+	L	L	L
asma	11	144 (81-238)	133 (75-220)	8	63 (32-115)	89 (44-160)	C, E, AP	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	L	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Causa (classi di età)				Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
malformazioni congenite (tutte le età)	19	99 (65-145)	98 (64-144)	D	I	**	L	L	I
alcune condizioni morbose di origine perinatale (0-1)	15	90 (56-139)	79 (49-122)	C, D	L	**	S+	I	I
asma (0-14)	<3			C, E	L ins / S+ agg	**	S+ ins / agg	**	**

Tabella 3. Numero 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). Totale uomini e donne. Cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali*.

Table 3. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures*.

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

Bibliografia/References

1. Gennaro V, Fontana V, Beggi A et al. Cox proportional hazard model in a cohort study among oil refinery workers in Genoa. *Folia Oncol* 1991; 14: 295-302.
2. Gennaro V, Ceppi M, Boffetta P, Fontana V, Perrotta A. Pleural mesotelioma and asbestos exposure among Italian oil refinery workers. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20: 213-15.
3. Gennaro V, Finkelstein MM, Ceppi M et al. Mesothelioma and lung tumors attributable to asbestos among petroleum workers. *Am J Ind Med* 2000; 37: 275-82.
4. Montanaro F, Ceppi M, Puntoni R, Silvano S, Gennaro V. Asbestos exposure and cancer mortality among petroleum refinery workers: a Poisson regression analysis of updated data. *Arch Environ Health* 2004; 59: 188-93.
5. Gennaro V, Ugolini D, Viarengo P et al. Incidence of pleural mesothelioma in Liguria Region, Italy (1996-2002). *Eur J Cancer* 2005; 41: 2709-14.

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

PRIOLO (SR)

Il SIN Priolo è costituito da 4 Comuni (vedi **tabella a pg 10**), con una popolazione complessiva di 181 478 abitanti al Censimento 2001.
Il Decreto di perimetrazione del SIN elenca la presenza delle seguenti tipologie di impianti: impianti chimici, un polo petrolchimico, una raffineria, un'area portuale, amianto e discariche, *esposizioni ambientali* indicate in SENTIERI come C, P&R, AP, A e D.

Risultati di SENTIERI

Nel SIN si sono osservati eccessi della mortalità generale per tutte le cause e per tutti i tumori tra gli uomini, per malattie dell'apparato digerente tra le donne. In queste ultime è in difetto la mortalità per tutte le cause e per le malattie del sistema circolatorio (**tabella 1**).
Tra le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* del SIN, elencate nelle **tabelle 2** e **3**, sono in eccesso negli uomini i tumori del polmone e della pleura, causa, quest'ultima, in eccesso anche nelle donne; la mortalità è in eccesso in entrambi i generi per le malattie respiratorie acute e in difetto per l'asma; le malattie respiratorie sono in difetto tra gli uomini.
Le condizioni di origine perinatale nel primo anno di vita risultano in difetto.

Studi precedenti

L'unico studio occupazionale nell'area risale ai primi anni Novanta e riguarda la coorte dei lavoratori della fabbrica Eternit del cemento-amianto di Siracusa. L'indagine includeva i casi di asbestosi e i decessi per tumore polmonare e per mesotelioma occorsi negli anni 1955-1990. Su 646 lavoratori, di cui 600 definiti "esposti", furono evidenziati 4 casi di mesotelioma e 5 decessi per tumore polmonare, in eccesso rispetto alla popolazione maschile della provincia.[1]
Il rapporto dell'OMS sulle aree a rischio ambientale ha considerato un'area costituita da sei Comuni (Solarino e Floridia oltre ai quattro Comuni del SIN). Tra gli uomini, eccessi di mortalità (1990-1994) sono stati osservati per tutte le cause, tutti i tumori, il tumore del polmone, della pleura, della vescica, del fegato, della prostata e per melanoma, come anche per malattie dell'apparato digerente e cirrosi. Tra le donne sono stati osservati eccessi della mortalità per tutti i tumori, tumore dell'utero, cirrosi e malattie dell'apparato digerente. Queste ultime risultano in eccesso anche tra le donne in SENTIERI [SMR=121 (109-134), SMR ID=121 (109-133)]. Nel Comune di Siracusa sono stati riportati eccessi di malattie infettive, diabete e tumore della vescica tra gli uomini.[2]
I due successivi rapporti dell'Osservatorio epidemiologico della Regione Sicilia hanno anch'essi considerato l'area a rischio ambientale, più vasta del SIN. In entrambi sono stati utilizzati per il confronto di mortalità sia i tassi regionali sia una fascia di Comuni intorno all'area. Per similitudine con

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	5 837	99 (97-101)	103 (101-105)	5 245	94 (92-97)	97 (95-100)
tutti i tumori	1 688	104 (100-109)	112 (107-116)	1 140	99 (94-103)	104 (99-110)
malattie del sistema circolatorio	2 298	95 (92-99)	99 (95-102)	2 469	89 (86-92)	90 (87-93)
malattie dell'apparato respiratorio	441	93 (86-101)	90 (83-97)	255	98 (88-108)	105 (95-117)
malattie dell'apparato digerente	261	96 (86-106)	101 (91-112)	272	121 (109-134)	121 (109-133)
malattie dell'apparato genitourinario	106	101 (85-119)	115 (98-136)	89	94 (78-112)	104 (87-124)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero 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.

Table 1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore dello stomaco	85	86 (72-103)	86 (72-103)	48	72 (56-92)	79 (61-100)	C	I	S+	I	I	I
tumore del colon-retto	142	97 (84-111)	99 (86-114)	146	104 (90-120)	108 (93-124)	C	**	I	I	S+	I
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	511	114 (106-123)	125 (116-135)	69	92 (75-112)	109 (88-133)	P&R, A	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	29	260 (186-354)	268 (192-366)	10	193 (105-327)	183 (99-310)		AP, A	L	**	**	** S+
tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini				55	122 (97-153)	126 (99-158)	A	I	I	**	I	S+
malattie dell'apparato respiratorio	441	93 (86-101)	90 (83-97)	255	98 (88-108)	105 (95-117)	C, P&R, AP	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	S+	S+
malattie respiratorie acute	78	134 (110-162)	139 (115-168)	100	151 (127-179)	152 (128-180)	P&R	S+	S+	L	L	L
asma	11	48 (27-80)	40 (23-66)	6	40 (17-79)	39 (17-77)	C, P&R, AP	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	L	S+

Tabella 2. Numero 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. Cause con evidenza di associazione con le *esposizioni ambientali* Sufficiente o Limitata.

Table 2. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures.*

Causa (classi di età)				Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
malformazioni congenite (tutte le età)	44	92 (70-118)	96 (73-123)	P&R, D	I	**	L	L	I
alcune condizioni morbose di origine perinatale (0-1)	46	73 (56-93)	77 (59-98)	C, P&R, D	L	**	S+	I	I
malattie respiratorie acute (0-14)	5	225 (89-473)	165 (65-346)	P&R	S+	**	S+	**	**
asma (0-14)	<3			C, P&R	L ins / S+ agg	**	S+ ins / agg	**	**

Tabella 3. Numero 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). Totale uomini e donne. Cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *esposizioni ambientali.*

Table 3. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio crude (SMR) and adjusted for deprivation (SMR ID); IC 90%: confidence interval; regional reference (1995-2002). Males and females. Causes with Sufficient or Limited evidence of association with *environmental exposures.*

Legenda esposizioni ambientali nel SIN
C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures
C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza
S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence
S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

e&p anno 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 • Suppl. 4

SENTIERI si riportano di seguito i risultati rispetto alla Regione. Nel primo rapporto del 2005[3] sono stati riportati eccessi di mortalità (1995-2000) negli uomini per il tumore della pleura, mentre non è stato osservato nessun eccesso nelle donne. Nell'analisi del solo Comune di Siracusa eccessi sono riportati per il tumore della pleura tra gli uomini e per il tumore della vescica e le malattie respiratorie acute tra le donne.

Il Rapporto successivo, del 2008,[4] ha riguardato la mortalità 1995-2002 per l'intera area a rischio ambientale, escluso il Comune di Siracusa, che è stato analizzato separatamente. Negli uomini sono stati osservati eccessi per il tumore della pleura, le malattie psichiatriche [(in SENTIERI risulta in eccesso tra gli uomini la mortalità per demenze: SMR=133 (111-157), SMR ID=131 (110-156)] e quelle cerebrovascolari; tra le donne sono risultate in eccesso le malattie cerebrovascolari e quelle dell'apparato digerente, in particolare la cirrosi. Nell'analisi per singolo Comune, Priolo ha mostrato la più elevata mortalità per tutte le cause e, insieme ad Augusta, quella per tutti i tumori, in particolare del tumore del polmone e della pleura. Quest'ultimo è risultato in eccesso anche a Floridia. Eccessi di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio sono stati osservati tra gli uomini a Priolo e tra le donne ad Augusta.

Un'indagine sulla prevalenza dei nati malformati nel periodo 1991-2000, condotta su dati del registro ISMAC sui residenti nei Comuni della provincia di Siracusa, ha evidenziato un eccesso delle ipospadie e delle anomalie del sistema digerente ad Augusta, Priolo e Melilli.[5]

Considerazioni conclusive

Il profilo di mortalità nel SIN mostra eccessi della mortalità generale e per tutti i tumori negli uomini e per le malattie dell'apparato digerente nelle donne.

La mortalità per tutti i tumori in SENTIERI ha un'evidenza Limitata di associazione con il consumo di alcol e Inadeguata con esposizioni ambientali a impianti petrolchimici e discariche,[6] presenti nel SIN. Per quanto riguarda le cause per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di *esposizioni ambientali* presenti nel SIN, risultano in eccesso il tumore del polmone e quello della pleura negli uomini e le malattie respiratorie acute in entrambi i generi. Per le altre cause analizzate in SENTIERI è stata espressa per le demenze la valutazione di un'evidenza Inadeguata di associazione con l'inquinamento atmosferico e l'occupazione, e Limitata con il fumo e l'alcol.

Pur con le differenze nella definizione dell'area in studio su menzionate, gli eccessi di mortalità osservati in SENTIERI per tutti i tumori, tumore del polmone e della pleura negli uomini, e malattie dell'apparato digerente nelle donne, mostrano un'analogia con i risultati delle indagini precedenti. Il presente studio invece non ha mostrato eccessi di mortalità nell'analisi per l'insieme di uomini e donne per malformazioni congenite, patologie i cui studi di prevalenza hanno fatto registrare un eccesso nell'area; l'analisi per genere ha evidenziato un eccesso tra le donne, seppure la stima non sia precisa [SMR=100 (69-142), SMR ID=102 (70-144)].

Per gli eccessi della mortalità generale e per tutti i tumori riscontrati tra gli uomini nel SIN di PRIOLO non può essere escluso un ruolo delle esposizioni ambientali derivanti da impianti petrolchimici e discariche presenti nel SIN.

Per gli eccessi osservati soprattutto a carico dell'apparato respiratorio (tumori del polmone e della pleura, malattie respiratorie acute), già emersi in indagini precedenti, è ragionevole ipotizzare un ruolo delle *esposizioni ambientali*, in particolare dell'inquinamento atmosferico. Nell'aumento di rischio per i tumori del polmone e della pleura è ragionevole ritenere che la componente occupazionale abbia giocato un importante ruolo tra gli uomini. L'inquinamento atmosferico può essere tra i fattori di rischio che hanno determinato gli eccessi della mortalità per le malattie dell'apparato digerente e delle demenze, anche se non si può escludere un ruolo del fumo e dell'alcol.

Alla luce dei risultati di SENTIERI e dell'insieme delle conoscenze epidemiologiche relative al SIN si raccomanda di acquisire dati per la valutazione dello stato attuale dell'inquinamento ambientale presente nell'area e dell'esposizione in ambiente occupazionale. Per la valutazione della componente occupazionale, in particolare, si raccomanda di acquisire la casistica clinica dei casi di mesotelioma pleurico dell'intera area e di condurre studi analitici sulla coorte occupazionale della fabbrica Eternit di Siracusa.

Per una migliore stima dell'impatto sanitario delle attività industriali presenti nel SIN inoltre è auspicabile un'indagine sulla prevalenza di malattie respiratorie e di malformazioni nella popolazione di età pediatrica e studi di coorti di residenti in prossimità del sito industriale.

Si consiglia, inoltre, di pianificare strategie di comunicazione dei risultati delle indagini a tutti gli i *stakeholder* coinvolti.

Bibliografia/References

1. Inserra A, Romano S, Ramistella EM et al. Rischio amianto in una fabbrica di manufatti in eternit. In: Battista G, Figlioli S, Longini L. (eds) *Atti del seminario internazionale Aggiornamenti in tema di neoplasie di origine professionale*. Siena, 1991: 115-22
2. Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Environment and health status of the population in areas with high risk of environmental crisis in Italy. *Epidemiol Prev* 2002; 6 (Suppl.): 1-53.
3. Fano V, Cernigliaro A, Scondotto S et al. *Stato di salute della popolazione residente nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientale e nei siti di interesse nazionale della Sicilia. Analisi della mortalità (AA 1995-2000) e dei ricoveri ospedalieri (AA 2001-2003)*. Supplemento Monografico Notiziario Osservatorio Epidemiologico. Roma, 2005.
4. Cernigliaro A, Pollina Addario S, Cesaroni G et al. *Stato di salute nelle aree a rischio ambientale in Sicilia. Aggiornamento dell'analisi di mortalità (anni 1995-2002) e dei ricoveri ospedalieri (anni 2001-2006)*. Supplemento Monografico Notiziario Osservatorio Epidemiologico 2008.
5. Bianchi F, Bianca S, Linzalone N, Madeddu A. Surveillance of congenital malformations in Italy: an investigation in the province of Siracusa. *Epidemiol Prev* 2004; 28: 87-93.
6. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P. SENTIERI Project. Mortality study of residents in Italian polluted sites: evaluation of the epidemiological evidence. *Epidemiol Prev* 2010; 5-6 (Suppl. 3); 1-96.

Notiziario Inca ■ Quaderni di Medicina Legale del Lavoro