

## INTRODUZIONE

La polvere di legno duro è stata classificata come **Group 1: Carcinogenic to humans** dalla IARC nel 1995 a seguito della sufficiente evidenza del nesso causale con l'insorgenza del tumore dei seni nasali e paranasali. In Toscana si stima che il 33% dei tumori ai seni paranasali sono attribuibili a esposizioni professionali. In indagini precedenti nel comparto legno nella ASL di Firenze, in alcune tipologie produttive, sono stati riscontrati valori di esposizione a polvere di legno superiori ai VL e non adeguate misure di prevenzione. Le criticità riguardano anche aspetti relativi all'informazione, la formazione e la consapevolezza del rischio in una realtà costituita prevalentemente da piccole aziende con numero di addetti inferiore a 5. I servizi di prevenzione, igiene e salute nei luoghi di lavoro (PISLL) dell'ASL 10 di Firenze, hanno avviato nel 2009, con il Laboratorio di Sanità Pubblica, un progetto nel comparto della lavorazione del legno, con l'obiettivo di favorire il contenimento dell'esposizione a polveri di legno duro riferendosi a quanto previsto dalle Linee Guida Nazionali.

## MATERIALI E METODI

Il progetto prevede l'aggiornamento delle aziende attualmente attive sul territorio tramite link con le banche dati disponibili, la stesura di una check list per la verifica delle misure di prevenzione e protezione messe in atto dal datore di lavoro, una campagna di informazione alle aziende ed alle associazioni di categoria sulle buone pratiche, sopralluoghi ispettivi e campionamenti ambientali per definire l'entità dell'esposizione. Il progetto prevede l'utilizzo di una specifica check list allo scopo di: una prima autovalutazione da parte delle aziende, una successiva valutazione diretta da parte dei Servizi PISLL durante l'intervento ispettivo in azienda e l'identificazione delle fasce di rischio in cui inserire le singole aziende sulla base delle misure di prevenzione (tecniche, organizzative, procedurali) che sono state messe in atto e gli eventuali miglioramenti. I campionamenti della frazione inalabile sono stati eseguiti con GSP-“connetti” ad un flusso di 2,7 l/min, mentre per la frazione respirabile sono stati impiegati campionatori Dorr-Oliver con flusso di 1,7 l/min. Il metodo di analisi è gravimetrico ed è stata utilizzata una bilancia con sensibilità di 0,001 mg. Il progetto è ancora in corso, tuttavia sono disponibili i primi dati.

## RISULTATI

Sono state censite 440 aziende attive del settore, prevalentemente artigiane (384/440) con 2108 lavoratori di cui 299 femmine e 1824 maschi; la lavorazione prevalente è la produzione di mobili ed infissi. Nel 100% del campione le aziende utilizzavano legni duri soprattutto pino, pioppo, rovere e castagno. È seguita una campagna informativa tramite sopralluogo conoscitivo in azienda con diffusione ai datori di lavoro di materiale riguardante la normativa specifica, le misure di buone prassi e la specifica check list di autovalutazione. I campionamenti, per il momento, hanno interessato 4 aziende, nelle quali sono stati eseguiti campionamenti personali ed ambientali per aver una stima iniziale dell'esposizione dei lavoratori e dell'inquinamento da polveri negli ambienti di lavoro. Complessivamente sono state eseguite 47 misure, di cui 24 di tipo personale e 23 in postazione fissa. I soggetti campionati sono stati 7 lavoratori. Nella Tabella I è riportata l'analisi descrittiva dei campionamenti personali ed ambientali. La media geometrica dell'esposizione personale è risultata pari a 1,4 mg/m<sup>3</sup> (range 0,4-5,5 mg/m<sup>3</sup>) con una DSG di 2,1, mentre il dato di inquinamento ambientale mostra un valore di media geometrica di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (range 0,1-3,9 mg/m<sup>3</sup>) con una DSG di 2,6. I dati dei campionamenti evidenziando una grande variabilità (DSG maggiore di 2) e la possibilità di avere esposizioni prossime o superiori al valore limite di 5 mg/m<sup>3</sup> previsto nel D.Lgs. 81/08 anche in realtà produttive con un buon sistema di gestione del rischio.

## CONCLUSIONI

Dai primi risultati emerge ancora una esposizione a polvere di legno duro che necessita di essere ulteriormente ridotta. Infatti la maggior parte degli ambienti di lavoro, rappresentati da piccole aziende artigiane sono dotati di aspirazioni sulle macchine che però non risultano talvolta adeguate alle normative di riferimento e si rileva una scarsa conoscenza sulle idonee procedure organizzative e procedure da parte dei lavoratori e dei datori di lavoro. Nell'applicazione delle soluzioni praticabili nel risolvere le criticità individuate i servizi PISLL della ASL 10 di Firenze svolgeranno il ruolo di riferimento e coordinamento per le associazioni imprenditoriali, i consulenti e i medici competenti.

**Tabella I. Analisi descrittiva dei campionamenti di polvere di legno in mg/m<sup>3</sup>**

campionamenti	personali	ambientali
n.campioni	24	23
Media (mg/m <sup>3</sup> )	1,8	0,5
Deviazione Standard (mg/m <sup>3</sup> )	1,3	0,8
Media Geometrica (mg/m <sup>3</sup> )	1,4	0,3
Deviazione Standard Geometrica	2,1	2,6
Minimo (mg/m <sup>3</sup> )	0,4	0,1
Massimo (mg/m <sup>3</sup> )	5,5	3,9
Massimo (mg/m <sup>3</sup> )	5,5	3,9

## BIBLIOGRAFIA

- UNI EN 689: “Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione, Giugno 1997
- Coordinamento tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome: “Linee guida per la valutazione dell'esposizione a polveri di legno duro”, RISCH 2002 Modena, 707-753
- M. Vincentini et al.: “L'esposizione a polveri di legno duro in 53 Aziende della Regione Toscana: analisi dei dati alla luce della norma UNI EN 689/1997, RISCH 2003 Modena
- G. Scancarello, G. Sciarra, B. Banchi, D. Cardelli, C. Cassinelli, M. Landini, N. Graziani, I. Cenni, M. Vincentini, S. Berti, R. Canesi, C. Gozzini: “Efficienza di raccolta delle polveri di legno utilizzando filtri in fibra di vetro e membrane in PVC”, 115-117, Atti del 20° Congresso Nazionale AIDII, Viterbo 2002

## 07

### INDIVIDUAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI DI BENZO(A)PIRENE NEL COMUNE DI TARANTO E STIMA DEL RISCHIO CANCEROGENO ASSOCIATO ALL'ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE GENERALE

L. Bisceglia<sup>1</sup>, R. Giua<sup>1</sup>, A. Morabito<sup>1</sup>, M. Serinelli<sup>1</sup>, C. Calulli<sup>2</sup>, I. Galise<sup>3</sup>, A. Pollice<sup>2</sup>, G. Assennato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ARPA Puglia - Corso Trieste, 27, 70127, Bari

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Statistiche Carlo Cecchi, Università degli Studi di Bari, via Camillo Rosalba, 53, 70124, Bari

<sup>3</sup> Registro Tumori Puglia, IRCCS Oncologico “Giovanni Paolo II” Via Samuel F. Hahnemann, 70126 Bari

**Corrispondenza:** Prof. Giorgio Assennato, Direzione Generale ARPA Puglia, Corsos Trieste, 27 - 70126 BARI, Tel. 080 5460151 - Fax 080 5460150; dg@arpa.puglia.it

### SOURCE APPORTIONMENT OF BENZO(A)PYRENE IN TARANTO AND CARCINOGENIC RISK ESTIMATE IN GENERAL POPULATION

**ABSTRACT.** Introduction. In 2009 the limit value of benzo(a)pyrene (BaP) in ambient air of 1.0 ng/m<sup>3</sup> has been exceeded in the urban district of Taranto near to the industrial area, where a several large plants are located, including an integrated cycle steel plant.

Objective. To identify emission sources and quantify relative contribution to the PAHs levels; to estimate health impact associated to PAHs exposure in general population.

Methods. Multivariate receptor models have been used. Concentration of PAHs measured in 4 location in Taranto in 2008-2009

have been analyzed. 5 different models estimated profiles of unknown sources and identified significant chemical species. To compute the lung cancer risk the WHO unit risk estimate for BaP ( $8.7 \times 10^{-5} \text{ng/m}^3$ ) has been adopted.

**Results.** Models employed identify 3 to 4 emission sources. Estimated profiles have been compared with measured ones. Based on the average annual BaP level measured ( $1.3 \text{ ng/m}^3$ ), 2 attributable cancer cases in the district Taranto population are estimated to result from a life-time exposure.

**Conclusions.** Among different emissive sources, the analysis identifies theoretical sources whose profiles, compared with observed data, allow to identify dominant contributions to PAHs pollution and to design corrective actions to reduce environmental and health impact.

**Key words:** benzo(a)pyrene, source apportionment, carcinogenic health risk

## INTRODUZIONE

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono un'ampia classe di composti organici la cui formazione avviene principalmente per cause antropiche nel corso di processi industriali e civili. Il benzo(a)pirene (BaP) è considerato il "marker" degli IPA. L'Agenzia per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato il BaP come cancerogeno per l'uomo (classe 1) e altri IPA come probabili (classe 2A) o possibili (classe 2B) cancerogeni per l'uomo.

È ormai ampiamente noto che diversi IPA sono in grado di determinare tumori in animali da esperimento e studi epidemiologici su lavoratori esposti, in particolare in cokeria e nelle fonderie di alluminio, hanno mostrato chiari eccessi di rischio di tumore del polmone e altamente suggestivi rischi di tumore della vescica (1). Nonostante la letteratura scientifica sia concorde nell'affermare che l'esistenza dell'associazione tra l'esposizione ad IPA e aumento di rischio di tumore sia oltre ogni ragionevole dubbio (2), vi è una certa incertezza circa la stima quantitativa del rischio cancerogeno e quindi della relazione tra esposizione e risposta, che è evidentemente la base per stabilire standard di esposizione ambientali e professionali. Per quanto riguarda i dati tratti da indagini epidemiologiche, sono stati utilizzati i risultati di studi di grandi coorti di lavoratori delle cokerie e di fonderie di alluminio (2), per la stima della relazione dose-risposta. Una sintesi dei diversi valori di rischio unitario stimato è disponibile in Boström et al. (3). Ulteriori stime sono state calcolate da Vyskocil et al. (4) utilizzando sia la tossicità equivalente a BaP dei singoli IPA derivata da studi animali (che porta a stime comprese tra  $0.012-4.7 \times 10^{-5}$  in fonderia di alluminio) sia attraverso studi epidemiologici basati su misure di esposizione di BaP ( $0.02-89 \times 10^{-5}$ , sempre in fonderia). Armstrong et al. (5), attraverso una revisione e meta-analisi di 39 coorti professionali, pervengono a stime di rischio relativo unitario per esposizione a  $100 \mu\text{g/m}^3$  di BaP /anni cumulativi pari di 1.35 e di 2.68, a seconda del modello di analisi utilizzato.

Nel 2009, il valore obiettivo per il BaP in aria ambiente pari a  $1,0 \text{ ng/m}^3$  è stato superato nel quartiere Tamburi di Taranto, sito a ridosso dell'area industriale che ospita un impianto siderurgico a ciclo integrato, una raffineria, un cementificio, un inceneritore di rifiuti urbani e diverse centrali elettriche. La norma prevede che, in tali casi, le autorità regionali siano tenute a definire specifici piani di risanamento che riconducano al rispetto del valore obiettivo, anche attraverso interventi sulle principali sorgenti di emissione.

L'obiettivo della relazione è quello di identificare e quantificare il contributo delle varie sorgenti di emissione alle concentrazioni di BaP misurate e di stimare l'impatto sanitario associato.

## MATERIALI E METODI

Oltre alla valutazione sistematica dei dati di monitoraggio prodotti, è stato calcolato il bilancio emissivo delle sorgenti puntuali e diffuse presenti nell'area ed è stato quindi applicato un sistema modellistico diffusionale lagrangiano. Le sorgenti puntuali considerate sono rappresentate dall'agglomerato e dalla cokeria del siderurgico e dai camini della raffineria, del cementificio e dall'inceneritore. Le sorgenti diffuse incluse sono la cokeria e l'altoforno del siderurgico, nonché il traffico portuale e stradale.

Ai fini del *source apportionment* sono stati inoltre utilizzati modelli recettoriali multivariati, che si basano sul principio della "conservazione della massa" secondo il quale la composizione chimica degli inquinanti non subisce alterazioni nel passaggio dalla sorgente emissiva al sito recettore. A questo scopo sono stati analizzati i dati delle concentrazioni medie mensili di IPA rilevati presso 4 siti nel comune di Taranto nei pe-

riodi maggio 2008 - dicembre 2008 e gennaio 2009 - dicembre 2009. Le analisi sono state eseguite utilizzando il software UNMIX dell'US-EPA. Sono stati utilizzate 5 distinte specificazioni del modello a recettore in funzione degli IPA (distinguendo tra IPA leggeri e IPA pesanti) e del numero delle stazioni incluse. Per ogni specificazione UNMIX stima i profili delle sorgenti incognite e utilizza dei metodi diagnostici per individuare quante sorgenti devono essere considerate e quali specie chimiche risultano significative per l'analisi.

Per la stima del rischio cancerogeno, è stata utilizzata la procedura di calcolo del rischio unitario (UR: Unit Risk) del World Health Organization (WHO) (6), ossia del rischio incrementale per una data popolazione esposta per tutta la vita ("life-time") ad una concentrazione media ponderata di  $1 \mu\text{g/m}^3$  di agente cancerogeno. Per il BaP, l'UR adottato è pari a  $8.7 \times 10^{-5} \text{ng/m}^3$ , applicato alla popolazione residente nel quartiere Tamburi (17.644 abitanti). Tale metodologia, che combina l'estrapolazione a basse dosi e l'estensione della stima ad un'ipotetica popolazione generale, è comunque condizionata dalla incidenza di base della malattia, dalla definizione dei livelli di esposizione che non è sempre agevole e dall'aver posto le seguenti assunzioni:

- la risposta è funzione della dose cumulativa;
- non è ammessa una dose-soglia;
- il modello determina una estrapolazione lineare della relazione dose-risposta.

La stima del rischio è prodotta sulla base dei dati di uno studio sui lavoratori di cokeria e utilizza il BaP come indicatore di esposizione dell'intera miscela di IPA.

## RISULTATI

Il bilancio emissivo conferma il predominante apporto dello stabilimento siderurgico, e della cokeria in particolare, in misura tale che nessuna delle altre sorgenti considerate raggiunge lo 0,1% del totale. La modellistica diffusionale stima che le concentrazioni medie annuali al suolo di BaP siano dovute alle emissioni provenienti dalla cokeria nella misura del 99,5%.

Il modello a recettori multivariato identifica da tre a quattro sorgenti emissive prevalenti teoriche il cui confronto qualitativo con i profili misurati consente di individuare i contributi prevalenti dell'inquinamento da IPA a Taranto.

Partendo dalla concentrazione media di BaP rilevata presso il sito di via Machiavelli a Taranto ( $1.3 \text{ ng/m}^3$ ) e impiegando il valore di Unit Risk indicato dall'OMS, si stima un rischio incrementale per la concentrazione misurata pari a  $11.3 \times 10^{-5}$ . La stima dei casi di tumore del polmone della popolazione dovuti ad una esposizione per tutta la vita (life-time) al livello considerato di BaP risulta pari a 2.

## DISCUSSIONE

Tutti i dati indicano concordemente che il contributo emissivo all'origine, in modo preponderante, del superamento del valore obiettivo per il BaP è costituito dai processi produttivi condotti nell'area a caldo dello stabilimento siderurgico e, in modo maggioritario, dalla cokeria.

Su queste basi è possibile disegnare azioni correttive che permettano di ridurre l'impatto ambientale e sanitario.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Boffetta P, Jourenkova N, Gustavsson P. Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Causes and Control* 1997;8(3):444.
- 2) Armstrong B, Hutchinson E, Unwin J, Fletcher T. Lung cancer risk after exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review and meta-analysis. *Environ Health Perspect*. 2004(112):970-978.
- 3) Boström C, Gerde P, Hanberg A, Jernström B, Johansson C, Kyrklund T, et al. Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. *Environ Health Perspect* 2002(110):451-488.
- 4) Vyskocil A, Viau V, Camus M. Risk assessment of lung cancer related to environmental PAH pollution sources. *Hum Exp Toxicol* 2004;23:115-127.
- 5) Armstrong B, Gibbs G. Exposure-response relationship between lung cancer and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): estimates from a large aluminium smelter cohort. *Occup Environ Med* 2009;66:740-746.
- 6) WHO. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe 1987.