

# **Esposizione ad idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nelle opere di asfaltatura e misure di prevenzione: i risultati dello studio PPTP-POPA**

**Piero Emanuele Cirila**

Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro - Università degli Studi di Milano

## ***INTRODUZIONE***

In tutto il ciclo tecnologico delle opere di asfaltatura, dalla produzione alla stesa su strade e marciapiedi, gli addetti alle lavorazioni hanno la possibilità di venire a contatto con agenti chimici tossici per l'organismo umano. In particolare l'attenzione viene posta verso la possibile esposizione, per via aerea e per via cutanea, agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Essi sono infatti presenti sia nelle materie prime (asfalto, emulsione bituminosa), sia nei fumi di scarico dei mezzi d'opera.

Dal punto di vista tossicologico, al di là di effetti irritanti su mucose e congiuntive evidenti per alte esposizioni, di sicuro rilievo è il potenziale cancerogeno per cute e apparato respiratorio riconosciuto ad alcuni IPA.

## ***INDAGINI DI MONITORAGGIO***

### *Disegno Generale*

Per valutare l'entità e l'importanza dell'esposizione a IPA legata alle opere di asfaltatura sono stati scelti un gruppo di addetti alle opere di asfaltatura e uno di addetti ad altri lavori stradali. Per ognuno dei soggetti indagati si è provveduto a condurre indagini di monitoraggio ambientale e biologico. I risultati sono stati confrontati sia tra i due gruppi, sia con i valori riscontrabili normalmente in un area metropolitana.

### *Soggetti*

Le aziende da indagare sono state individuate basandosi sulla banca dati ISPESL e sulla memoria storica delle ASL: si è riusciti così a monitorare tutte le aziende operanti nella provincia di Lodi, la quasi totalità di quelle del territorio dell'ASL Città di Milano ed una del territorio dell'ASL Milano 2.

Nel complesso sono state coinvolte 22 aziende, con 100 operai addetti alle opere di asfaltatura e 60 addetti ad altri lavori stradali.

L'indagine si è svolta nei mesi tra marzo e ottobre durante un'intera giornata lavorativa in zona con assenza di traffico veicolare.

### *Protocollo individuale*

Ogni soggetto è stato sottoposto ad anamnesi ed intervista, mediante ausilio di questionario mirato al controllo di fattori di confondimento (cibo, fumo di sigaretta), da parte di personale medico. Per ogni soggetto è stato anche compilato un questionario igienistico, con particolare attenzione alla descrizione della lavorazione e all'abbigliamento. Ogni soggetto è stato sottoposto ad indagine di monitoraggio ambientale dell'esposizione per via aerea e cutanea, oltre che ad indagine di monitoraggio biologico.

Il campionamento aereo personale dell'esposizione a IPA durante l'asfaltatura ha avuto la durata di almeno 4 ore ed è stato effettuato con campionatori personali (flusso 2 l/min)

posizionati in zona respiratoria. Si è monitorato la frazione inalabile del particolato aerodisperso (membrana in PTFE) e la fase vapore (fiala XAD2).

L'esposizione cutanea è stata indagata mediante l'apposizione di sei pads per tutto il turno di lavoro: al collo, sul braccio, sul petto, al polso, all'inguine e alla caviglia.

Per il monitoraggio biologico si è effettuata la raccolta di urine dopo due giornate di astensione dal lavoro (baseline), all'inizio ed alla fine del turno lavorativo, con successiva determinazione dell'1-idrossipirene. Inoltre si è provveduto alla raccolta di un campione di sangue per la determinazione di addotti e polimorfismi genetici.

La determinazione della concentrazione dei 16 IPA di maggiore rilevanza tossicologica per l'EPA e dell'1-idrossipirene urinario è avvenuta mediante cromatografia liquida ad elevate prestazioni (HPLC) con rilevatore spettrofluorimetrico.

### Risultati

I risultati delle determinazioni mostrano che i livelli ambientali misurati non si discostano dalle concentrazioni ambientali di fondo riscontrabili in un'area metropolitana e risultano mediamente inferiori fino a 3 ordini di grandezza rispetto ai TLV-TWA proposti da associazioni ed enti scientifici internazionali. Il tutto è confermato dai valori riscontrati mediante monitoraggio biologico.

Una disamina per mansione evidenzia valori sostanzialmente sovrapponibili e senza differenze statisticamente significative tra gli addetti alla produzione, gli addetti alla vibrofinitrice, gli addetti al rullo, gli autisti e gli asfaltatori manuali. Appare dunque evidente come il rischio per la salute legato all'esposizione ad IPA (fumi di bitume e fumi diesel) nelle opere di asfaltatura risulti essere non significativo.

IPA	STUDIO PPTP-POPA *					AREE METROPOLITANE <sup>§</sup>	
	Media	Deviazione Standard	Mediana	5° percentile	95° percentile	Minimo	Massimo
Benzo[a]Antracene	<b>1,06</b>	2,76	<b>0,09</b>	0,04	4,87	-	-
Benzo[a]Pirene	<b>1,61</b>	5,83	<b>0,33</b>	0,02	4,81	<b>0,2</b>	<b>9,6</b>
Benzo[b]Fluorantene	<b>1,7</b>	3,6	<b>0,8</b>	0,1	4,7	<b>0,2</b>	<b>4,8</b>
Benzo[k]Fluorantene	<b>0,87</b>	3,17	<b>0,14</b>	0,02	1,83	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>
Crisene	<b>0,78</b>	1,83	<b>0,11</b>	0,04	2,52	<b>0,1</b>	<b>7,0</b>
diBenzo[a,h]Antracene	<b>1,07</b>	3,60	<b>0,21</b>	0,03	1,69	-	-
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	<b>1,2</b>	3,0	<b>0,2</b>	0,1	5,8	<b>0,1</b>	<b>1,4</b>
Naftalene	<b>493</b>	364	<b>408</b>	147	1258	-	-

\* = IPA adesi al Particolato Totale Sospeso ed in fase vapore

§ = IPA adesi al PM10: valori medi rilevati tra 1990 e 2001 (Fonti: Campagna "Treno Verde" FFSS, ARPA, Ministero dell'Ambiente)

Tabella 1

Concentrazioni mediane (ng/m<sup>3</sup>) riscontrate nello studio PPTP-POPA

	Acenaflore	Acenaflore	Antracene	B[a]A	B[a]P	B[b]F	B[k]F	B[ghi]P	Crisene	dB[a,h]A	Fluorantene	Fluorantene	Fluorene	1,2,3-cdP	Naftalene	Pirene
<b>Addetto impianto di produzione</b>	32	84	0,9	0,05	0,68	1,2	0,28	1,5	0,48	0,60	23,9	1,0	23,5	0,2	392	30,8
<b>Asfaltatore autista</b>	17	85	0,8	0,05	0,20	0,5	0,09	0,8	0,05	0,04	34,6	0,9	24,9	0,2	399	2,2
<b>Asfaltatore manuale</b>	27	109	1,1	0,13	0,27	0,9	0,13	1,0	0,13	0,21	63,4	1,1	44,8	0,2	450	14,6
<b>Addetto al rullo</b>	16	129	0,9	0,11	0,46	0,6	0,26	1,3	0,19	0,26	49,5	1,0	25,7	0,4	345	14,2
<b>Addetto alla vibrofinitrice</b>	26	101	7,1	0,09	0,36	0,8	0,09	1,2	0,09	0,08	67,7	1,2	34,8	0,2	509	9,1
<b>TOTALE INDAGINE</b>	<b>25</b>	<b>102</b>	<b>1,1</b>	<b>0,09</b>	<b>0,33</b>	<b>0,8</b>	<b>0,14</b>	<b>1,1</b>	<b>0,11</b>	<b>0,21</b>	<b>55,4</b>	<b>1,1</b>	<b>35,7</b>	<b>0,2</b>	<b>408</b>	<b>9,7</b>

Tabella 2

Ai fini della valutazione del rischio, occorre tuttavia sottolineare che le misurazioni sono state condotte su lavoratori che operavano in campo aperto in condizioni standard (alta pressione, bava di vento a direzione variabile secondo la scala di Beaufort, umidità relativa intorno al 50%, ecc.). Non si può quindi escludere che situazioni di lavoro particolari, quali ad esempio quello in ambiente interrato o chiuso (gallerie, ecc.), possano portare ad un accumulo di IPA meritevole di maggiore attenzione e di approfondita valutazione.

**QUADRO NORMATIVO E MISURE DI PREVENZIONE**

In relazione alle disposizioni specifiche contenute nel Titolo VII "Protezione da agenti cancerogeni mutageni" e nel Titolo VII-bis "Protezione da agenti chimici" del D.Lgs 626/94 e successive modificazioni ed integrazioni, appare evidente che nelle opere di asfaltatura è previsto l'utilizzo di sostanze o preparati attualmente non classificati come cancerogeni o pericolosi per l'uomo (bitume, emulsione bituminosa, conglomerato bituminoso). Tuttavia durante tutte le fasi lavorative i lavoratori possono venire a contatto con sostanze chimiche, che si liberano proprio durante la lavorazione: gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), alcuni dei quali sono riconosciuti come cancerogeni o pericolosi. Attualmente non è tecnicamente possibile la sostituzione di tali materie prime nel ciclo produttivo con altre meno pericolose e l'utilizzo di un ciclo chiuso può riguardare limitatamente la produzione di asfalto. Il datore di lavoro deve quindi provvedere affinché il livello di esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile. Tutto ciò non può prescindere dalla valutazione dei rischi di cui agli articoli 4, 63 e 72-quater: per individuare misure appropriate ed efficaci, condizione preventiva e necessaria è la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori all'agente cancerogeno o pericoloso, tenendo conto anche del possibile assorbimento cutaneo.

Lavorare in posizione sopravento rispetto alla stesa del conglomerato bituminoso e, nel caso di asfaltatura dei marciapiedi, aspergere acqua sul colato appena steso (abbassando

la temperatura dello stesso), sono due ottimi accorgimenti per ridurre l'esposizione professionale.

Per quanto riguarda la possibilità di effetti sulla salute legati agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), si deve tenere ben presente che i livelli espositivi nelle opere di asfaltatura appaiono in genere paragonabili a quelli riscontrabili in aree metropolitane. Il livello di rischio non è quindi tale da rendere indicata una sorveglianza sanitaria legata esclusivamente ad esso, ai sensi della normativa vigente. Tale rischio può tuttavia assumere un certo rilievo, che andrà opportunamente valutato in collaborazione con il medico del lavoro, nelle lavorazioni entro ambienti chiusi (gallerie, ecc.); in tali casi occorrerà provvedere ad un eventuale utilizzo di opportuni sistemi di estrazione (aspirazione) oppure aumentare di diluizione dell'aria (ventilazione forzata). In situazioni di accumulo degli inquinanti nell'aria il personale addetto deve fare uso di opportuni DPI per la protezione delle vie respiratorie quali facciale filtrante antipolvere di classe 2 con filtro in carbone attivo (FFP2SL), sostituito dopo ogni turno di lavoro o in seguito se dotato di bordo di tenuta.

Non essendo realizzati in genere, ai sensi del D.Lgs 626/94 i presupposti per l'istituzione di una sorveglianza sanitaria mirata al rischio cancerogeno (articolo 69, comma 1), vengono meno anche gli adempimenti ad essa collegati ed in particolare il disposto dell'articolo 70, riguardo all'istituzione di un registro degli esposti da parte del datore di lavoro.

Una valutazione di monitoraggio biologico potrà utilmente essere intrapresa, anche a cadenza annuale e comunque non maggiore di triennale (articolo 63), per valutare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate e per dimostrare l'esiguità del rischio per la salute. A tale scopo viene proposta la determinazione nell'urina dell'1-idrossipirene, metabolita del pirene, che è sostanza non cancerogena, ma discretamente rappresentativa dell'esposizione globale. Trattandosi di esposizioni attese a livelli bassi appare opportuno procedere alla raccolta del campione dopo almeno due giorni di lavoro con asfalto, cercando di eliminare o tenere sotto controllo fattori esterni di confondimento (fumo di sigaretta, alcuni cibi). Indagini più approfondite, che richiedono l'intervento di laboratori specializzati, possono comprendere il dosaggio degli addotti al DNA e alle proteine, rappresentativi della dose biologicamente efficace e dell'esposizione in atto o pregressa.

## **BIBLIOGRAFIA**

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Industrial ventilation, a manual of recommended practices – ACGIH ed. – Cincinnati, 1998

Boffetta P., Burstyn I. - Cancer mortality among european asphalt workers: selected papers from a study of cancer risk in the european asphalt industry coordinated by the International Agency for Research on Cancer - Am J Ind Med – 2003:43

Bocca B., Crebelli R., Manichini E. – Presenza degli idrocarburi policiclici aromatici negli alimenti – ed. Istituto Superiore di Sanità - Rapporti ISTISAN 03/22 – Roma, 2003

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 "Protezione da agenti cancerogeni mutageni" - Linee Guida

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D.Lgs n°626/94 "Protezione da agenti chimici" - Linee Guida

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenetic Risks to Human – Polynuclear aromatic compounds – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans – 1985; vol. 35

Minoia C., Magnaghi S., Micoli G., Fiorentino M.L., Turci R., Angeleri S., Berri A. - Determination of environmental reference concentration of six PAHs in urban areas (Pavia, Italy) - Sci Total Environ – 1997; 198:33-41

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to industrial respiratory protection – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-116

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH respirator decision logic – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-108

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to the selection and use of particulate respirators certified under 42 CFR 84 – Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 96-101

National Institute for Occupational Safety and Health – Asphalt fume exposures during the manufacture of asphalt roofing products: current practices for reducing exposure – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 2001 – DHHS (NIOSH) Publication No. 2001-127

Pavanello S., Genova A., Foà V., Clonfero E. - Valutazione dell'esposizione professionale ad idrocarburi policiclici aromatici mediante l'analisi dei livelli urinari di 1-pirenolo - Med Lav – 2000;91:192-205

Roggi C., Minoia C., Sciarpa G.F., Apostoli P., Maccarini L., Magnaghi S., Cenni A., Fonte A., Nidasio G.F., Micoli G. - Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to pyrene: an epidemiological survey on a general population group - Sci Total Environ – 1997; 199:247-254

Szanişzlò J., Ungvary G. - Polycyclic aromatic hydrocarbon exposure and burden of outdoor workers in Budapest - J Toxicol Environ Health – 2001;62:297-306

Watts R.R., Wallingford K.M., Williams R.W., House D.E., Lewatas F. - Airborne exposure to PAH and PM<sub>2.5</sub> particles for road paving workers applying conventional asphalt and crumb rubber modified asphalt - J Expo Anal Environ Epidemiol – 1998; 8:213-229