

PREMESSA

Durante le opere di asfaltatura, oltre a rischi comuni ad altre attività, gli addetti alla preparazione e stesura del manto stradale possono essere esposti, per inalazione o contatto, a molti agenti chimici con potenziale effetto irritante e genotossico. L'esposizione professionale degli asfaltatori risulta non ancora ben caratterizzata, sia per il ridotto numero di studi, sia per la variabilità delle condizioni espositive correlate a fattori ambientali ed all'organizzazione del ciclo produttivo. In Europa con il termine "asfalto" (o conglomerato bituminoso) si intende una miscela di bitume (4-7%) e materiali inerti quali pietrisco, graniglia, sabbia, filler, polveri, utilizzato per la pavimentazione di strade e marciapiedi. Il bitume è un materiale legante di origine naturale o un derivato della distillazione del petrolio ed è costituito da una miscela complessa di composti alifatici, composti eterociclici (con gruppi funzionali contenenti azoto, ossigeno, zolfo), idrocarburi aromatici (1%), tracce di metalli (nichel, ferro e vanadio). Il bitume non deve essere confuso con il catrame che ha aspetto simile, ma origine, composizione e rilevanza tossicologica diversa. Infatti, quando il bitume è scaldato per essere applicato (fino a 200-250°C), produce fumi e vapori in cui si ritrovano piccole quantità (1%) di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA); invece, il catrame, che in Italia non è utilizzato, si ottiene per distillazione distruttiva del carbon fossile e contiene circa il 90% di IPA. Gli IPA sono composti caratterizzati dalla presenza di anelli aromatici condensati. Si trovano nel carbone e nei derivati del petrolio e si originano dalla combustione incompleta di molte sostanze organiche. Principali sorgenti antropiche sono le emissioni veicolari, le centrali termiche, alcune attività industriali (cokerie, inceneritori), il fumo di tabacco e gli alimenti affumicati, tostati o grigliati. Il bitume non è classificato pericoloso ai sensi dell'attuale legislazione dell'Unione Europea; tuttavia i lavoratori possono venire a contatto con IPA cancerogeni. La IARC (International Agency for Research on Cancer), sulla base di evidenze epidemiologiche e di studi condotti in animali di laboratorio, ha classificato alcuni IPA come cancerogeni certi (1), possibili (2A) o probabili (2B) per l'uomo; sei di questi sono stati posti dall'Unione Europea tra le sostanze ad attività cancerogena nota (categoria 2) ed etichettati con la frase di rischio R45 ("può provocare il cancro") (Tabella 1).

EFFETTI SULLA SALUTE

Gli effetti avversi sulla salute umana provocati dai fumi di asfalto sembrano legati per lo più alla presenza degli IPA ed alle loro note proprietà mutagene e cancerogene; in particolare, gli analoghi solforati degli IPA potrebbero essere i composti maggiormente genotossici nei fumi di asfalto. Sebbene il livello di esposizione dei lavoratori sia generalmente basso, c'è la possibilità di effetti a lungo termine sulla

salute dovuti ad un'esposizione cronica per inalazione o contatto cutaneo. Principali organi bersaglio risultano essere i polmoni, la vescica, la pelle ed il tratto laringo-faringeo, ma la presenza di IPA è stata evidenziata in tutti gli organi ricchi di tessuto adiposo, in quanto questo funge da deposito. Il meccanismo con cui gli IPA agiscono come cancerogeni è ancora poco chiaro. Test in vivo ed in vitro hanno permesso di evidenziare alterazioni del DNA a livello dei polmoni e dei linfociti di sangue periferico. I composti tossici presenti nei fumi di bitume sono trasferiti direttamente nel sangue, evitando la detossificazione epatica, e da qui passano nei polmoni dove sono metabolizzati in derivati reattivi capaci di fissarsi sul DNA e sulle proteine, formando addotti. Questi a loro volta possono essere all'origine di errori durante la divisione cellulare, rivelandosi mutageni e cancerogeni. Studi sugli effetti nell'uomo ed in modelli animali mostrano risultati contraddittori, principalmente dovuti a differenze nella qualità (diversa composizione dei bitumi utilizzati) e quantità di esposizione (intensità). Anche gli studi epidemiologici mostrano risultati contrastanti: sebbene ci sia per lo più un'associazione tra aumento di rischio di cancro (polmoni, stomaco, vescica, pelle non-melanoma, leucemie) ed esposizione professionale a fumi di asfalto, non ci sono ancora prove sufficienti per stabilire una relazione causale tra esposizione e rischio, importante per decidere i limiti di esposizione professionale ed ambientale. In particolare, i risultati di campagne di monitoraggio ambientale e biologico effettuate sugli asfaltatori, mostrano un'esposizione ad IPA che oscilla tra livelli simili a quelli riscontrabili nella popolazione di un'area metropolitana e livelli più elevati. Le principali limitazioni, causa della discordanza dei dati, sono la mancanza di un sistema espositivo per misure quantitative, l'alta variabilità delle condizioni di esposizione per fattori ambientali (climatici e meteorologici) ed i fattori di confondimento che non possono essere esclusi dall'analisi del rischio (emissioni dei motori diesel e benzina delle macchine asfaltatrici e degli autoveicoli che transitano e che possono contenere ossidi di azoto e di carbonio e stili di vita).

VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AD IPA

Per quanto riguarda i limiti di esposizione a fumi di asfalto, alcuni paesi ne hanno specificati di propri, altri solo per il benzo(a)pirene o per gli IPA presenti nei fumi, altri applicano i limiti generici per le polveri; nel caso in cui i paesi non specificano alcun limite (come l'Italia), si seguono le raccomandazioni della ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Attualmente il limite per i fumi d'asfalto è 0,5 mg/m³ di particolato inalabile solubile in benzene. L'esposizione ad IPA è valutata mediante monitoraggio ambientale e biologico. Il monitoraggio ambientale consiste nella valutazione dell'esposizione per via

inalatoria nell'ambiente di lavoro mediante il dosaggio della concentrazione degli IPA nell'aria. Il campionamento viene effettuato, durante un turno di lavoro, con campionatori fissi (campionamento ambientale) e/o personali posizionati in zona respiratoria (campionamento individuale), contenenti un filtro per il particolato ed una fiala adsorbente per la fase vapore, in quanto gli IPA sono presenti in aria sotto forma di aerosol e di vapore. I filtri contenuti nei campionatori vengono poi analizzati mediante cromatografia. Il monitoraggio biologico consiste nella valutazione dell'esposizione globale agli IPA presenti nell'ambiente di lavoro mediante la misura di idonei indicatori biologici. Per ottenere una stima della dose globale di IPA assorbita dal singolo soggetto, si ricorre al dosaggio degli IPA e/o dei loro metaboliti escreti nelle urine (indicatori di dose interna). A tale scopo si usa l'1-idrossipirene (OHP), i cui valori di escrezione urinaria sono associati sia con i livelli di pirene aerodisperso (presente nella maggior parte delle miscele di IPA), sia con quelli di IPA totali. Anche la misura degli addotti al DNA in linfociti, globuli rossi e plasma (indicatori di dose biologicamente efficaci) può dare un'idea dell'esposizione cumulativa ad IPA ma, essendo la tecnica indagine, non è usata di routine.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Tra le misure di prevenzione c'è soprattutto la necessità di effettuare una corretta valutazione del rischio mediante monitoraggio ambientale e personale dell'esposizione e di informare/formare gli addetti ai lavori sui rischi legati all'attività, sulle loro conseguenze e sulle precauzioni da

Tabella 1 CLASSIFICAZIONE DI CANCEROGENICITÀ		
Sostanza	IARC	UE
Benzo[a]antracene	2A	R45-cat2
Benzo[b]fluorantene	2B	R45-cat2
Benzo[j]fluorantene	2B	R45-cat2
Benzo[k]fluorantene	2B	R45-cat2
Benzo[a]pirene	1	R45-cat2
Dibenzo[a,h]antracene	2A	R45-cat2
Dibenzo[a,e]pirene	2B	
Dibenzo[a,h]pirene	2B	
Dibenzo[a,i]pirene	2B	
Dibenzo[a,l]pirene	2B	
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	2B	
5-Metilcrisene	2B	
Naftalene	2B	

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Link utili: www.cdc.gov • www.acgih.it • www.iarc.fr • www.lavoro.gov.it • www.ispesl.it • www.iss.it
 Contatti: delia.cavallo@ispesl.it • annamaria.fresegna@ispesl.it • benedetta.persechino@ispesl.it

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BOFFETTA, P., et al. "Cancer Mortality Among European Asphalt Workers: an International Epidemiological Study. II. Exposure to Bitumen Fume and other Agents". *Am J Ind Med* 43, n.1 (2003): 28-29.
- CIRLA, P. E., MARTINOTTI, I. *Salute e sicurezza. Opere di asfaltatura*. INAIL, 2004. www.sicurweb.it/download/5347_2703-105650.pdf
- UNEP, OMS, ILO. *Schede Internazionali di Sicurezza Chimica: Asfalto*. (IPCS - ICSC:0612). 2005. www.cdc.gov/niosh/ipcsnitr/nitl0612.html
- CAVALLO, D., et al. "Sister Chromatide Exchange and Oxidative DNA Damage in Paving Workers Exposed to PAHs". *Ann Occup Hyg* 50, n.3 (2006): 211-8.

PAROLE CHIAVE

Asfalto; IPA; Esposizione occupazionale; Effetti sulla salute.



CAMPAGNA INFORMATIVA PER LA PREVENZIONE DEI TUMORI NEI LUOGHI DI LAVORO

adottare per agire in sicurezza, realizzando anche campagne di sensibilizzazione e prevenzione. Per quanto riguarda la protezione, la priorità spetta alle misure di protezione collettiva, per ridurre al minimo o eliminare il rischio all'origine usufruendo delle più recenti conoscenze in campo tecnico. Il ricorso alla protezione individuale deve essere limitato alle condizioni in cui non si possa ridurre il rischio in altro modo: in tal caso i lavoratori esposti, in numero minore possibile, devono essere dotati di dispositivi di protezione individuale comodi e che non interferiscano con altre misure di sicurezza (Tabella 2).

Tabella 2 MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE	
1.	ridurre l'esposizione a livelli più bassi possibili (evitare il contatto con la pelle, con gli occhi, ridurre il rischio di inalazioni);
2.	prevedere una ventilazione forzata quando si opera in luoghi confinati (tunnel, garage);
3.	usare dispositivi di protezione individuale (tute da lavoro, guanti e calzature anticalore, occhiali con protezione laterale, mascherina);
4.	applicare le misure igieniche più elementari (disporre di abiti da lavoro, lavare spesso le mani, fare una doccia dopo il lavoro);
5.	evitare l'esposizione combinata a fumo di tabacco;
6.	effettuare una corretta valutazione del rischio mediante monitoraggio dell'esposizione ambientale e personale.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa di riferimento è attualmente costituita dal D.Lgs 81/2008. Per gli IPA non cancerogeni, la valutazione del rischio è effettuata secondo gli artt. 28 e 29, in presenza di IPA cancerogeni, va eseguita secondo le specifiche indicazioni di cui agli artt. 223 e 236.

Per gli IPA non cancerogeni, è necessario eliminare o ridurre al minimo il rischio (art. 224) ed attuare le misure specifiche di protezione e prevenzione (art. 225) nonché la sorveglianza sanitaria (art. 229), se il rischio valutato non è basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute e le misure per la prevenzione non siano sufficienti a ridurre il rischio.

In presenza di IPA cancerogeni, qualora non fattibile la sostituzione e riduzione (art. 235), è necessario attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali di cui all'art. 237; è d'obbligo istituire il registro di esposizione (art. 243) ed effettuare la sorveglianza sanitaria (art. 242); con il D.M. 155/2007, richiamato nel D.Lgs 81/2008, è stata individuata la modulistica relativa ai registri di esposizione ed alla cartella sanitaria e di rischio, nonché la modalità di gestione della suddetta documentazione.