



Carlo Giavarini
Dipartimento Ingegneria Chimica, Materiali, Ambiente
Università di Roma "La Sapienza"
carlo.giavarini@uniroma1.it

PROCEDURE TECNICHE PER LA PREVENZIONE DEI RISCHI CHIMICI NELLE ATTIVITÀ DI PRODUZIONE E STESA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Viene sintetizzato il Progetto di Ricerca n° 1266 affidato all'Università dal Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche sociali. Il lavoro è stato stampato in un volume di 191 pagine e verrà prossimamente messo in rete dal Ministero. Dopo un esame delle tecnologie di produzione e delle caratteristiche dei materiali impiegati, vengono passati in rassegna gli studi fatti nel settore e gli aspetti tossicologici del bitume e dei suoi fumi. Sono state fatte indagini e rilevazioni igienico-ambientali e suggeriti interventi di prevenzione e protezione, sia per i siti produttivi che per i cantieri. Il quadro che emerge conferma la forte influenza dell'ambiente circostante (traffico veicolare, ambienti confinati) sui risultati ottenuti che, comunque, non destano particolari motivi di preoccupazione. Le buone prassi di lavoro e di prevenzione vanno però sempre seguite.

La ricerca commissionata dal Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali (Progetto di Ricerca n° 1266) è stata svolta nel periodo dicembre 2008-febbraio 2010 con lo scopo principale di mettere a punto procedure tecniche e buone prassi operative mirate all'eliminazione, o quantomeno alla riduzione, dei rischi chimici connessi con le attività di produzione e stesa dei conglomerati bituminosi.

La ricerca ha inizialmente preso in esame le tecnologie di produzione e stesa dei conglomerati bituminosi nei due cicli di produzione del conglomerato e di stesa dello stesso. Ha poi analizzato le caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e tossicologiche dei vari materiali utilizzati, con particolare riferimento al bitume ed ai suoi fumi (emessi nello svolgimento delle lavorazioni a caldo). Quanto sopra, al fine di inquadrare gli eventuali rischi lavorativi con-

nessi con lo svolgimento delle attività di produzione e stesa dei conglomerati e, in particolare, al fine di definire la possibile insorgenza di un rischio chimico connesso con l'esposizione agli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) provenienti dalle specifiche emissioni (fumi di bitume, aerosoli di condensazione di oli minerali, scarico dei motori a combustione interna, ecc.).

La ricerca ha, inoltre, censito distribuzione e tipologia degli impianti nazionali (quasi 700) ed effettuato verifiche sperimentali sui dispositivi di protezione individuale (DPI).

Svolgimento del lavoro

Dopo una disamina approfondita della letteratura scientifica e degli aspetti tecnici e normativi, inerenti al rischio chimico, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 81/09 (Testo unico sulla sicurezza), la ricerca ha approfondito (attraverso una dettagliata analisi di rischio dei cicli tecnologici inerenti alle attività di produzione e stesa), i criteri e le metodologie di un'adeguata procedura di valutazione del rischio. In particolare è stata messa a punto la più idonea metodologia per una specifica indagine igienico-ambientale e chimico-tossicologica finalizzata alla misura dei livelli di esposizione agli IPA da parte del personale addetto agli impianti di produzione e ai cantieri di stesa. Di conseguenza, è stata verificata la potenziale insorgenza di rischio cancerogeno da esposizione ad IPA.

L'indagine ha preso in esame una serie di impianti di produzione e di cantieri di stesa, distribuiti sull'intero territorio nazionale ed in particolare:

- n° 9 impianti di produzione;
- n° 4 cantieri di stesa urbani, chiusi al traffico autoveicolare;
- n° 8 cantieri di stesa urbani, aperti al traffico autoveicolare canalizzato;
- n° 13 cantieri di stesa autostradali.

Nell'ambito dell'indagine sono state prese in considerazione, in rappresentanza del personale esposto, le seguenti figure professionali:

- addetto all'impianto di produzione;
- addetto alle attività di stesa (assistente alla vibro-finitrice);
- addetto alla guida della vibro-finitrice (operatore).

Ogni indagine, condotta presso i diversi impianti e cantieri, ha previsto lo svolgimento di una serie di interventi sull'ambito di lavoro e sul personale esposto, in particolare:

- *monitoraggio ambientale* ovvero la rilevazione delle concentrazioni ambientali di IPA presenti nell'aria dell'ambiente di lavoro e, più precisamente, nella zona di respirazione degli operatori (campionamenti personali) al fine di definire i livelli di esposizione e quindi di valutare, in relazione degli indici di riferimento igienico-ambientali, previsti dalla normativa o proposti dalla documentazione tecnica internazionale di settore, l'eventuale potenziale di rischio da esposizione ad IPA per via inalatoria nei confronti dei lavoratori esposti;
- *monitoraggio cutaneo*, ovvero la determinazione dei livelli di contaminazione cutanea da IPA e quindi della potenziale "dose" di assorbimento trans-cutaneo da parte degli operatori esposti che va a sommarsi alla dose per via inalatoria;
- *monitoraggio biologico*, ovvero la determinazione di un indicatore

biologico di esposizione agli IPA, nella fattispecie l'1(OH)pirene (1-idrossi-pirene) presente nelle urine a fine turno lavorativo.

L'1(OH)pirene è un metabolita del pirene (scelto quale IPA di riferimento) che viene escreto con le urine e che pertanto fornisce una stima del reale assorbimento degli IPA e della loro conseguente trasformazione metabolica (esposizione interna).

Risultati dell'indagine igienico-ambientale

I risultati dell'indagine igienico-ambientale e delle analisi chimico-tossicologiche condotte presso l'ambiente di lavoro e sugli addetti alle lavorazioni dei diversi impianti e cantieri di stesa presi in esame, consentono di riportare le seguenti considerazioni conclusive, suffragate anche dai più recenti dati della ricerca tecnica e scientifica internazionale.

Impianti di produzione

Negli impianti di produzione dei conglomerati bituminosi i risultati del monitoraggio ambientale (livelli di esposizione inalatoria) del monitoraggio cutaneo (livelli di contaminazione cutanea) e della dose totale di IPA potenzialmente assorbita (per via inalatoria e trans-cutanea) risultano tutti su valori molto contenuti, in quanto i livelli di concentrazione di IPA riscontrati sono sempre largamente inferiori ai rispettivi valori limite di esposizione più cautelativi. L'esposizione contenuta è confermata peraltro dai risultati del monitoraggio biologico, che mostrano un'escrezione urinaria di 1(OH)pirene, misurata sulle urine degli addetti a fine turno lavorativo (giornaliero e settimanale), ampiamente inferiore agli indici di esposizione proposti dall'A.C.G.I.H. (2008).

In conclusione, i risultati riscontrati nell'indagine globale, mostrano che gli addetti all'impianto presentano valori di esposizione prevalentemente bassi, con differenze "in basso" statisticamente significative rispetto agli indici di riferimento, tali da non far presumere la probabilità di una potenziale concretizzazione di un rischio da esposizione ad IPA.

Cantieri di stesa

Nei cantieri di stesa urbani chiusi al traffico, i risultati del monitoraggio ambientale, del monitoraggio cutaneo, del calcolo della dose di assorbimento totale, nonché del monitoraggio biologico, concordano nell'indicare, per gli addetti alla stesa manuale e per gli addetti alla vibro-finitrice, un'esposizione ad IPA estremamente sovrapponibile a quella di altre figure professionali operanti in atmosfera urbana (vigili urbani, operatori ecologici, ecc.) e significativamente paragonabile a quella della popolazione civile non professionalmente esposta.

Nei cantieri di stesa urbani aperti al traffico, i risultati dei monitoraggi ambientali e biologici rilevano, sia per gli addetti alla stesa manuale che per gli addetti alla vibro-finitrice, livelli di esposizione ad IPA più elevati rispetto ai livelli di esposizione rilevati nei cantieri urbani chiusi al traffico; ciò in relazione al notevole contributo degli scarichi del traffico veicolare che scorre "canalizzato" nelle corsie provvisorie adiacenti al cantiere.

Tenuto conto delle specifiche condizioni logistiche presenti nel contesto, i livelli di esposizione ad IPA nei cantieri aperti al traffico risultano

CHIMICA & SICUREZZA

comunque sempre notevolmente inferiori ai rispettivi valori limite di esposizione. Dal punto di vista igienistico, vanno considerati come livelli di "attenzione" da non sottovalutare in termini di scelte prevenzionistiche, ma assolutamente lontani da costituire condizioni statisticamente significative e comunque tali da poter essere considerate quale presupposto di previsione di probabilità per il potenziale concretizzarsi di un rischio di esposizione ad IPA e, tanto meno, da un conseguente potenziale rischio cancerogeno.

Nei cantieri di stesa autostradali, tutti a traffico canalizzato, i risultati dei monitoraggi ambientali e biologici sono assimilabili a quelli rinvenuti nei cantieri urbani aperti al traffico.

Ciò in quanto il contributo all'inquinamento ambientale provocato dal traffico autoveicolare, unito a quello derivante dalla continua movimentazione delle macchine da cantiere, risulta in pratica "determinante" in considerazione dell'entità del traffico pesante presente in autostrada, e del notevole impegno d'uso dei vari automezzi di servizio impiegati in cantieri autostradali (macchine fresatrici, macchine spargimento bitume liquido, macchine rullatrici, vibro-finitrici, automezzi di servizio, ecc.) con aumento delle emissioni e, in particolare, delle emissioni particellari contenenti IPA.

Quanto detto interessa sia gli addetti alle operazioni di stesa manuale che gli addetti alla guida della vibro-finitrice. Per questi ultimi le condizioni di esposizione risultano peraltro più critiche, in relazione al fatto che la loro attività lavorativa, contrariamente a quella degli addetti alla stesa manuale, si svolge alla guida di un automezzo assai complesso, che richiede un notevole impegno fisico, una grande attenzione mentale e la necessaria permanenza nel tempo sul posto di lavoro (ricavato sulla piattaforma della stessa vibro-finitrice).

Da notare che spesso gli addetti alla vibro-finitrice devono provvedere

anche alla manutenzione del motore e, in particolare, dei complessi suoi meccanismi, con eventuale esposizione inalatoria agli scarichi dei motori a combustione interna ed esposizione cutanea per contatto con i materiali grassi e gli oli minerali presenti sui meccanismi della macchina.

In conclusione, i livelli di esposizione ad IPA nei cantieri di stesa autostradali, pur rispettando i valori limite di esposizione, possono raggiungere, sia per gli addetti alla stesura manuale che per gli addetti alla guida della vibro-finitrice, valori igienisticamente non trascurabili e tali da dover essere considerati almeno come "livelli di attenzione".

Anche se non compreso nell'indagine sperimentale svolta durante la presente ricerca, non va sottovalutato il rischio di esposizione che si corre nei cantieri di stesa all'interno di gallerie molto lunghe (oltre 500 m) e non sempre ben areate. In queste situazioni le lavorazioni sono impegnative e complicate dall'ambiente molto stretto, dall'ingombro dei mezzi d'opera, dalla scarsa illuminazione e dalla difficile evacuazione dei fumi.

L'uso di DPI appropriati appare, in questi particolari casi, inevitabile, tenendo però sempre presenti le citate osservazioni e raccomandazioni relative alla sicurezza "fisica" degli addetti che usano determinati tipi di DPI; questi ultimi, infatti, costituiscono (come evidenziato dalle sperimentazioni in campo fatte nell'ambito del presente progetto) un fastidio e un impedimento per il lavoratore.

Sulla base di quanto evidenziato nelle precedenti considerazioni igienico-ambientali, inerenti alla valutazione dei livelli di esposizione ad IPA delle varie figure professionali operanti nelle diverse attività lavorative della produzione e stesa dei conglomerati bituminosi, appare quanto mai necessario acquisire una serie di indicazioni tecnico-provisionali atte alla predisposizione di idonee "Procedure tecniche operative" e specifiche "Buone prassi operative", finalizzate a controllare le emissioni di agenti chimici e, in particolare, degli IPA, in modo da garantire l'abbattimento dei livelli di esposizione nei confronti degli addetti alle lavorazioni impegnati nei due cicli tecnologici.

Prevenzione e protezione

Impianti di produzione

Negli impianti di produzione dei conglomerati è stata evidenziata una serie di interventi di prevenzione tecnici, procedurali ed organizzativi che riguardano, in particolare, la gestione in sicurezza dell'area di deposito, dove sono installate le cisterne per lo stoccaggio del bitume e degli oli combustibili. Al riguardo dovranno essere considerati i seguenti punti:

- assicurare l'idoneità dello schema di assetto delle cisterne nell'area del deposito, al fine di garantire la funzionalità tecnico-logistica delle cisterne;
- garantire la razionalità del percorso dei circuiti e la distribuzione ottimale delle condotte di collegamento delle cisterne, con particolare riferimento alla tecnologia delle giunzioni (giunti, flange, raccordi) e delle interconnessioni con pompe, compressori, ecc.;
- operare un'accurata protezione diretta ed indiretta contro eventuali





impatti meccanici che potrebbero interessare il percorso delle condotte nonché in controllo delle valvole e delle apparecchiature a pressione. Provvedere alla realizzazione di apposite zone di raccolta, atte a ricevere fuoriuscite di materiale provocate da cessioni, spillamenti o perdite dai componenti dei circuiti di movimentazione oli e/o bitumi;

- predisporre un programma dettagliato di periodici interventi di controllo delle cisterne e dei componenti dei circuiti di collegamento finalizzati alla verifica della tenuta ed alla "manutenzione straordinaria" dei giunti, delle flange delle guarnizioni, dei vari collegamenti, ecc. Quanto sopra per prevenire o intervenire tempestivamente qualora si verificassero delle perdite;
- attenersi ad un programma dettagliato di periodici interventi di pulizia, quanto più ravvicinati nel tempo, finalizzati ad eliminare eventuali raccolte di bitume e/o oli minerali e/o oli combustibili nelle cosiddette pozze e/o ristagni, provenienti da gocciolamenti o da fuoriuscite casuali o da perdite contingenti di componenti dei circuiti di movimentazione dei materiali, con particolare riferimento ai materiali caldi;
- va precisato che tali interventi, compreso quello di eventuale ispezione e prelievo di campioni di materiale contenuto nelle cisterne, devono essere condotti secondo apposite procedure, predisposte in modo da garantire la sicurezza del lavoratore e l'efficienza operativa;
- qualora si fosse in presenza di un vecchio impianto, si deve procedere all'aerazione o/e climatizzazione della cabina sede della "Centrale di comando", realizzando un impianto di ventilazione che adotti un idoneo sistema di filtrazione dell'aria esterna;
- ottimizzare la viabilità interna attraverso percorsi di entrata e di uscita ricavati in modo da essere ben distinti e separati, ricavando nel piazzale apposti spazi di attesa. Quanto sopra dovrà essere accompagnato da un adeguato e "comprensibile" sistema di segnaletica direzionale dei flussi di traffico.

Cantieri di stesa

Nei cantieri di stesa a caldo dei conglomerati bituminosi, e in particolare in quelli urbani aperti al traffico e in quelli autostradali, si raccomandano una serie di interventi prevenzionistici mirati alla riduzione dei livelli di esposizione, sia degli addetti alla stesa manuale che degli

addetti alla guida delle vibro-finitrici. Al riguardo si riportano le seguenti indicazioni:

- operare al fine di ridurre l'emissione dei fumi di bitume durante l'erogazione e la stesa del conglomerato cercando di mantenere la temperatura del conglomerato stesso su valori inferiori ai 140-150 °C. Tale possibilità può essere ottenuta utilizzando bitumi di nuova generazione prodotti con tecnologie che consentono di mantenere le caratteristiche di fluidità e densità anche a temperature inferiori;
- applicazione di dispositivi posti sul banco della vibro-finitrice (carter e pannelli) capaci di raccogliere e allontanare i fumi sviluppati dal conglomerato in uscita e di veicolarli, mediante condotte collegate ad appositi ventilatori, verso una marmitta di scarico dei fumi eventualmente dotata di apposito filtro;
- qualora siano disponibili (in Italia ancora non lo sono, se non per i rulli), prevedere la possibile utilizzazione di macchine dotate di cabina chiusa;
- abbattimento delle emissioni degli scarichi dei motori a combustione interna prodotti dalle grandi macchine di cantiere (fresatrici, erogatrici, rulli, ecc.) utilizzando macchine che impiegano carburanti gassosi (metano, GPL) o biodiesel, o adottando efficienti marmitte catalitiche applicate agli scarichi dei motori diesel (gasolio);
- studio dell'ottimale dislocazione delle corsie riservate al traffico canalizzato e, nel caso di impossibilità di segregazione, scelta delle protezioni tecniche (pannelli mobili) e dei dispositivi di protezione individuali (DPI) atte a prevenire e/o proteggere il personale dalle emissioni provenienti dagli scarichi ravvicinati del traffico autoveicolare canalizzato nella adiacente corsia;
- redazione di "Procedure tecniche" o "Protocolli operativi" (Buone prassi) finalizzate all'acquisizione ed applicazione dei metodi, delle modalità operative, nonché delle modalità di impiego dei DPI;
- accertamento e verifica dell'applicazione delle suddette procedure da parte del personale;
- informazione e formazione del personale sulla problematiche lavorative connesse con la presenza di rischi per la sicurezza e la salute. Al riguardo dovranno essere organizzati specifici corsi di formazione per portare a conoscenza i rischi lavorativi; il personale dovrà essere istruito sulle procedure operative e comportamentali atte a consentire di operare in modo da garantire la salvaguardia della sicurezza e la tutela della salute.