

Impatti ambientali nei siti produttivi di conglomerati bituminosi

Environmental impacts in sites involved in hot-mix production



A cura del SITEB

Riassunto

La presente relazione è tratta dal Capitolo 4 del manuale SITEB *“Conglomerati bituminosi - Linee Guida per la sostenibilità ambientale dei siti produttivi”* realizzato dal Gruppo di Lavoro Ambiente e dedicato interamente agli impatti ambientali presenti in uno stabilimento in cui si producono conglomerati bituminosi.

Il manuale SITEB si propone di fornire in modo concreto l'indicazione delle modalità con cui mantenere gli impianti al passo con gli sviluppi tecnologici, nel rispetto dell'ambiente e della normativa vigente, minimizzando le emissioni in atmosfera derivanti dai processi produttivi, riducendo i consumi energetici ed esaminando, ove possibile, fonti e materiali alternativi. L'articolo che segue illustra chiaramente le fonti di impatto, le cause e le possibili soluzioni.

Summary

This report has been taken from the fourth Chapter of the SITEB manual “Conglomerati bituminosi - Linee Guida per la sostenibilità ambientale dei siti produttivi” (Hot-mix - Guidelines for the environmental sustainability of production sites), realized by the Working Group “Environment” and entirely dedicated to the environmental impacts in sites involved in hot-mix production. The SITEB manual aims at providing useful information on the conditions necessary to keep the plants updated with the technological development, following the environment and all the regulations in force.

1. Premessa

Da qualche tempo, le imprese stradali proprietarie di impianti, sono oggetto di segnalazioni preoccupanti in merito all'impatto ambientale collegato all'attività dei propri siti produttivi. Tali allarmi provengono dalle più disparate direzioni come comitati di quartiere, consigli di circoscrizione, amministrazioni, stampa e sono molto spesso supportate da informazioni distorte o erroneamente interpretate che tuttavia rischiano di produrre un'immagine eccessivamente negativa per il settore. Eppure, negli ultimi venti anni, l'industria del settore ha fatto passi da gigante in questa direzione e l'attenzione verso gli aspetti di sostenibilità ambientale è diventata una prassi obbligatoria. Questa tendenza riflette la ne-

cessità di preservare le risorse non rinnovabili a tutela delle future generazioni, di osservare il rispetto delle condizioni di lavoro al proprio interno, di tutelare il territorio in risposta alle richieste da parte dell'opinione pubblica sulle emissioni dei siti produttivi.



2. Fonti di impatto ambientale

Il processo di urbanizzazione del territorio ha avvicinato le periferie alle zone industriali, quando non le ha addirittura inglobate al loro interno, provvedendo così a dare maggior rilevanza all'impatto ambientale degli insediamenti industriali.

I possibili impatti ambientali di uno stabilimento per la produzione di conglomerato bituminoso sono evidenziati in **Fig. 1** e in **Tab. 1**. Per ciascuno di essi è riportata una descrizione dell'impatto e delle tecniche oggi disponibili per la sua riduzione.

I moderni impianti di produzione di conglomerati bituminosi sono comunque muniti di sistemi automatici di controllo e dispongono di adeguate tecnologie di riduzione degli impatti ambientali (emissioni di polvere e gas, rumore, ecc.).

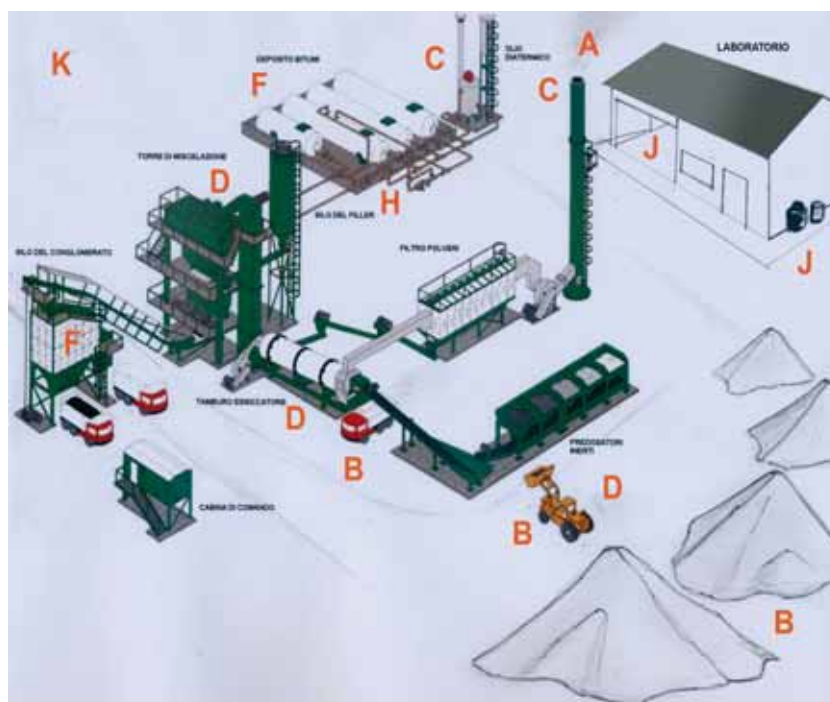


Fig. 1 Schema di uno stabilimento tipo per la produzione di conglomerato bituminoso con indicazione delle possibili fonti di emissione

3. Particolati

Con il termine "particolato" si intende l'insieme delle sostanze liquide o solide che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi; le polveri totali sospese (PTS) sono anche indicate con i termini in lingua inglese *particulate matter*.

Nel caso di impianti per la produzione di conglomerato bituminoso, si può fare una distinzione in base ai punti di emissione, tra polveri emesse dal camino e polveri disperse nelle zone dove sono movimentati gli aggregati lapidei necessari alla produzione.

Tab. 1 Possibili fonti di impatto ambientale

POTENZIALE IMPATTO AMBIENTALE	FONTI	Riferimento della fonte (Fig. 1)
Particolati emessi dal camino	Camino filtro.	A
Particolati aerodispersi dalle attività di stabilimento	Cumuli di stoccaggio aggregati lapidei; movimentazione materiali e mezzi d'opera.	B
Emissioni gassose	Camino filtro; camino caldaia.	C
Emissioni odorigene	Camino, autocarri per carico conglomerati e scarico materie prime; cisterne trasporto leganti (*).	F
Rumore	Componenti meccaniche dell'impianto; traffico veicolare in stabilimento (mezzi d'opera).	D
Inquinamento falda idrica	Cisterna carburante; cisterne leganti.	H
Rifiuto	Prodotti nello stabilimento (impianto, officina e laboratorio).	J
Aspetti visivi	Impianto stesso.	K

3.1 Particolati emessi dal camino

Le polveri emesse dal camino sono principalmente generate dall'azione di disagregazione, sia meccanica che termica, operata dal tamburo rotante sugli aggregati lapidei, in particolare per la frazione più fine, durante la fase di essiccazione e riscaldamento. La quantità di polveri dipende dalle condizioni di funzionamento dell'impianto e dal tipo di materiale impiegato.

Nel caso di utilizzo di materiali di recupero nel ciclo di produzione del conglomerato, come il fresato, le polveri possono contenere anche tracce di idrocarburi. La presenza di idrocarburi nelle polveri, oltre che alle particelle di bitume, può essere causata, in generale, dalla combustione e la loro quantità varia a seconda del tipo di combustibile. Il contenuto di polveri nei gas in uscita dal processo di essiccazione può raggiungere valori fino a 200-250 g/m³ e la concentrazione dipende generalmente da più cause:

- ▶ natura degli aggregati lapidei utilizzati;
- ▶ azione meccanica sugli aggregati immessi nel tamburo;
- ▶ velocità dei gas nel tamburo;
- ▶ forma della cappa aspirante.

La legge (D.Lgs. 152/06) fissa in 20 mg/Nm³ il limite massimo per le polveri emesse dal camino.

Da questo la necessità di prevedere un impianto di abbattimento delle polveri.

La principale apparecchiatura utilizzata negli impianti di produzione del conglomerato bituminoso per la depolverazione di correnti gassose è il filtro a maniche (**Fig. 2**).

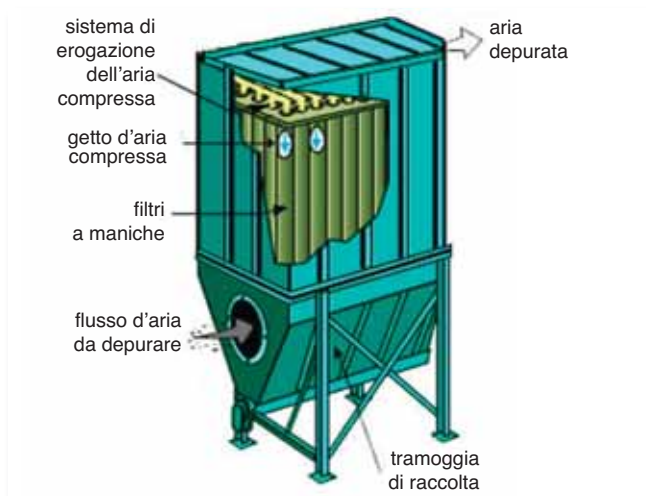


Fig. 2 Filtro a maniche

Il principio su cui si basa il funzionamento è il seguente: i gas carichi di polvere entrano nel filtro, dove incontrano una serie di sacchi cilindrici, maniche filtranti raggruppate in comparti e realizzate con una permeabilità tale da far passare il gas e trattenere la polvere. Il trasporto dei gas è assicurato da un ventilatore, in genere posizionato a valle dell'impianto per evitare che il particolato deteriori gli organi in movimento. Sul tessuto esterno delle maniche si deposita uno strato di particolato che è rimosso mediante un sistema di scuotimento a getto di aria compressa spinta in direzione opposta al flusso della corrente gassosa. Questa fase di pulizia automatica degli elementi filtranti è realizzata a cicli, per singoli comparti.

Un rilevatore delle perdite di carico tra ingresso e uscita consente di tenere sotto controllo il regolare funzionamento del filtro e una costante manutenzione programmata garantisce l'efficacia della depolverizzazione a lungo termine.

Un filtro a maniche correttamente dimensionato deve avere per il massimo flusso di gas un rapporto tra portata dell'aria e superficie filtrante di circa 1,2-1,5 m/min.

A monte del filtro, per ridurre la quantità delle particelle più grosse che raggiunge la manica, è consigliabile installare delle apparecchiature di rimozione primaria della polvere, come i cicloni separatori o il preseparatore.

Il ciclone separatore (**Fig. 3**) è un sistema di abbattimento delle polveri dai fumi formato da due cilindri concentrici che sfrutta la forza centrifuga. Ai fumi è imposto un moto a spirale nell'intercapedine presente tra i due cilindri, dall'alto verso il basso.

I fumi potranno poi uscire passando attraverso il cilindro interno, più basso di quello esterno. Le particelle aventi maggiore inerzia, non riuscendo a "seguire" i fumi lungo il loro percorso a spirale, tenderanno a urtare contro le pareti del cilindro più esterno e a cadere sul fondo del sistema, ove è collocata una tramoggia per il loro recupero.

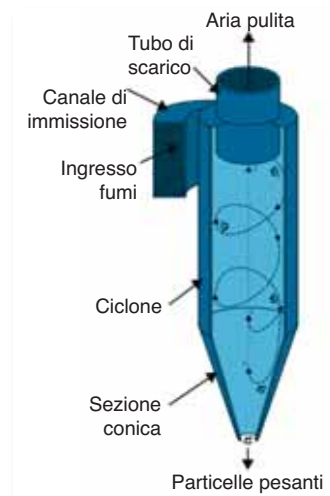


Fig. 3 Ciclone separatore

In alternativa ai cicloni separatori si possono utilizzare dei semplici sgrossatori (Fig. 4), che provocano un brusco cambio di direzione del flusso dei gas dall'alto verso il basso, così da impedire alle polveri di maggiori dimensioni di risalire verso la bocca di uscita. Queste apparecchiature lavorano con perdite di carico inferiori a quelle dei cicloni e consentono pertanto un risparmio energetico.

Per ridurre le emissioni di particolato dal camino è possibile anche impiegare ulteriori separatori di polvere e aumentare la grammatura delle maniche o agire sulle modalità di funzionamento dell'impianto rallentando, ad esempio, la velocità di filtrazione. Occorre tuttavia tenere presente che tali accorgimenti comportano necessariamente un aumento dei consumi energetici.

3.2 Particolati aerodispersi in stabilimento

La polverosità negli stabilimenti dove si svolge l'attività di produzione è principalmente imputabile a tutte le operazioni di movimentazione e di stoccaggio degli aggregati lapidei necessari.

Le principali fasi che possono causare l'emissione di polveri nella normale esecuzione delle attività sono:

- ▶ formazione dei cumuli di stoccaggio dei materiali;
- ▶ movimento dei mezzi d'opera nell'area dello stabilimento;
- ▶ carico degli aggregati nelle tramogge (predosatori);

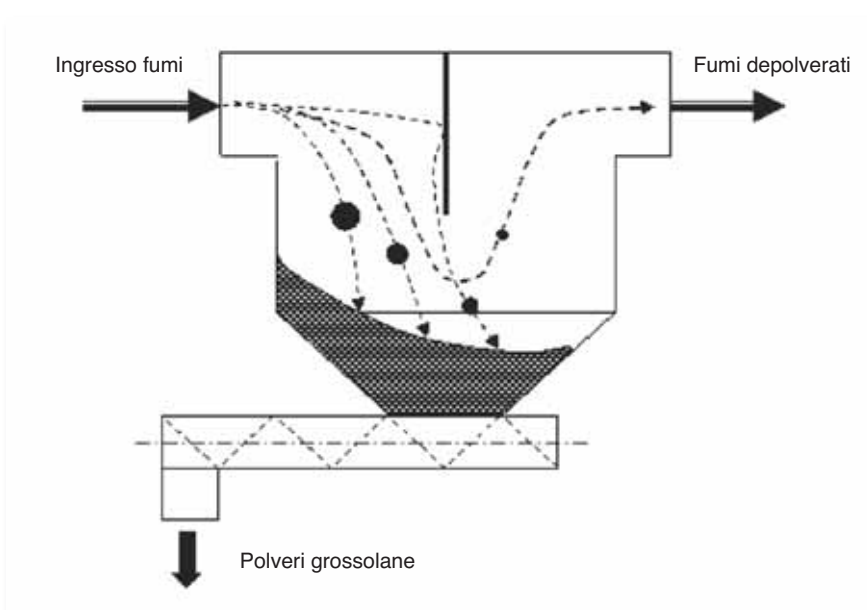


Fig. 4 Schema di funzionamento di uno sgrossatore

- ▶ passaggio di materiale da un nastro trasportatore all'altro.

Inoltre, dall'impianto di produzione possono essere rilasciate delle polveri causate dal non corretto funzionamento. Tale eventuale polverosità può essere provocata nelle seguenti circostanze:

- ▶ dispersione di fini dal tamburo essiccatore;
- ▶ scarico aggregati residui di fine lavorazione;
- ▶ dispersione del filler durante il carico dei sili;
- ▶ dispersione accidentale del filler dalle tubazioni di raccordo.

Di seguito, a seconda dei punti di emissione, si riportano vari accorgimenti che si consiglia di adottare per abbattere la fuga di polveri.

Stoccaggio e movimentazione materiali/mezzi d'opera

Per limitare le polveri che si possono generare durante le fasi di trasporto di materiale inerte, formazione dei cumuli di stoccaggio e la movimentazione stessa dei mezzi operativi all'interno del sito produttivo si possono adottare seguenti accorgimenti:

- ▶ localizzare le aree di stoccaggio di materiali inerti potenzialmente polverulenti al riparo dal vento e lontane dalle aree di transito dei veicoli di trasporto;
- ▶ ricoprire i cumuli con appositi teloni;
- ▶ lavare e/o annaffiare le aree se non pavimentate;
- ▶ bagnare le aree di stoccaggio di materiali inerti e le piste di movimentazione.

Unità di alimentazione a freddo (tramogge - predosatori)

Le fasi durante le quali si possono sprigionare polveri in atmosfera dalle tramogge sono la fase di esercizio e di carico. Per riparare il carico dall'azione dispendente del vento in esercizio e contenere le polveri in fase di scarico dai mezzi meccanici utilizzati per l'alimentazione può essere realizzata una copertura delle tramogge.

Unità di alimentazione a freddo (tramogge - predosatori)

Le fasi durante le quali si possono sprigionare polveri in atmosfera dalle tra-

mogge sono la fase di esercizio e di carico. Per riparare il carico dall'azione disperdente del vento in esercizio e contenere le polveri in fase di scarico dai mezzi meccanici utilizzati per l'alimentazione può essere realizzata una copertura delle tramogge.

Nastri trasportatori

Per evitare la perdita di materiale nei punti di discontinuità da un nastro trasportatore all'altro si può intervenire mediante applicazione di coperture avvolgenti e di guarnizioni flessibili, sia in entrata che in uscita.

Cilindri rotanti

Le emissioni di polvere sono ridotte creando una depressione nel cilindro e/o creando intorno al tamburo un involucro. Nei tamburi miscelatori, la miscelazione con il bitume favorisce la captazione delle polveri.

Silos del filler

I silos per il deposito del filler dovrebbero essere generalmente equipaggiati con un filtro e con una valvola di scarico. Essi dovrebbero essere chiusi e sfiatati attraverso accoppiamento con il sistema di filtrazione dell'impianto o da filtri individuali.

4. Emissioni gassose

In base al tipo di combustibile utilizzato per alimentare l'impianto, alla qualità dello stesso e alle modalità di combustione, si hanno emissioni gassose differenti. Sostanzialmente possono essere suddivise in due grandi categorie: emissioni inorganiche e organiche.

4.1 Emissioni inorganiche

Di seguito sono descritte le emissioni inorganiche emesse dal camino dell'impianto di produzione.

4.1.1 Ossidi di zolfo - SO_x

Le emissioni di ossidi di zolfo (SO_x), costituite principalmente da anidride solforosa (SO_2), sono dovute prevalentemente allo zolfo contenuto nei combustibili fluidi. Per la riduzione di tali emissioni quindi si può agire impiegando combustibili a basso tenore di zolfo come l'olio combustibile a basso tenore di zolfo indicato co-

me BTZ, nel quale il contenuto di zolfo è <1% in peso. In altri Paesi sono in commercio anche oli combustibili a bassissimo tenore di zolfo indicati come VLSFO (*Very Low Sulfur Fuel Oil*), nei quali il contenuto di zolfo è < 0,25% in peso.

L'anidride solforosa è assorbita da alcuni aggregati minerali, come il calcare, che possono contribuire a ridurre le emissioni.

La legge (D.Lgs. 152/06) fissa in 1700 mg/Nm³ il limite massimo per gli ossidi di zolfo (SO_x) messi dal camino.

4.1.2 Ossidi di azoto - NO_x

La somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO_2) è generalmente indicata come NO_x . Gli ossidi di azoto sono prodotti soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura come quelli che avvengono nei motori degli autoveicoli: l'elevata temperatura che si origina durante lo scoppio provoca la reazione fra l'azoto dell'aria e l'ossigeno formando monossido di azoto.

Nel processo termico industriale di essiccazione e riscaldamento presente in un impianto di conglomerati bituminosi la produzione di ossidi di azoto è contenuta in quanto le temperature del processo sono relativamente basse (temperatura fumi al camino 110-140 °C, temperatura inerti 140-180 °C).

I fattori che possono influenzare la produzione di NO_x , oltre che la temperatura dei gas di combustione, sono il tenore di azoto nel combustibile, il tenore di ossigeno (eccesso di aria) del processo di combustione e le dimensioni della camera di combustione.

Nota: Emissioni significative di NO_x possono essere rilevate presso il camino della caldaia oleotermica (se presente), che però ha un'emissione volumetrica trascurabile rispetto al processo termico di essiccazione e riscaldamento.

4.1.3 Ossido di carbonio (Monossido di carbonio) - CO

L'emissione è principalmente associata all'incompleta combustione nell'essiccatore: una camera di combustione troppo piccola (porzione del tamburo essiccatore in cui si sviluppa la fiamma) o una forma e geometria della fiamma non adeguate possono essere causa di una cattiva combustione.

Le emissioni di monossido di carbonio sono fortemen- ➤

te influenzate dalla qualità del combustibile, dal contenuto in fini dei minerali, dal tenore di vapore acqueo e dall'uso del fresato: per tale motivo negli impianti di produzione del conglomerato bituminoso si verificano emissioni più elevate di ossido di carbonio rispetto ai classici impianti di combustione. Per abbattere le emissioni di CO si deve intervenire nel miglioramento del processo di combustione.

4.1.4 Biossido di carbonio (Anidride carbonica) - CO₂

L'emissione di biossido di carbonio (CO₂) è correlata alla corretta combustione, al consumo e al tipo di combustibile utilizzato sia per il processo di riscaldamento degli aggregati minerali e del fresato, sia per il sistema di riscaldamento delle cisterne di bitume.

Temperature più basse nella produzione di conglomerato bituminoso riducono il consumo di energia e quindi le emissioni di CO₂. Si hanno valori leggermente inferiori di CO₂ se come tipo di combustibile si utilizza il gas naturale rispetto ad altri tipi di carburante.

Per approfondimenti sull'argomento si rimanda all'articolo "Asfalto, CO₂ e protocollo di Kyoto", pubblicato sulla Rassegna del Bitume (n. 57 del 2007).

4.2 Emissioni organiche

4.2.1 Composti Organici Totali - (in inglese Total Organic Compounds TOC)

L'emissione organica è costituita da un gruppo di idrocarburi con struttura molecolare caratterizzata dalla combinazione di atomi di carbonio e idrogeno, ma che possono contenere anche ossigeno, azoto, zolfo e fosforo. Questi composti sono anche denominati Sostanze Organiche Totali (SOT). I singoli elementi di carbonio, rilevati nelle emissioni degli impianti di produzione del conglomerato bituminoso, sono sommati insieme fornendo il valore espresso come Carbonio Totale. Le emissioni di idrocarburi sono dovute all'uso di composti e combustibili organici ed hanno luogo in forma di vapore, e possono essere prodotti di reazione.

Una fonte di TOC è la combustione incompleta del combustibile. Tali emissioni, influenzate dal tipo di combustibile e dalle condizioni di funzionamento, possono essere ridotte da un regolare controllo della combustione e relativa manutenzione del bruciatore. Nel caso di uti-

lizzo di gas metano risulta significativa la distinzione tra la parte dei composti organici *generati dalla eventuale cattiva combustione dal totale* per poter individuare se si tratta di un problema di combustione o di altre cause. Un'altra fonte di emissione di TOC sono i vapori di bitume prodotti con il riscaldamento dello stesso. La concentrazione e la composizione dei TOC sono determinati dal tipo di bitume (il greggio, il modo di produzione) e dalla temperatura di stoccaggio/utilizzo.

Possibili punti e/o situazioni di emissione sono:

- ▶ serbatoi di bitume, in particolare durante le operazioni di carico;
- ▶ scarico del prodotto finito (asfalto conglomerato bituminoso) su autocarro;
- ▶ carico e scarico benna di caricamento del silo (se presente);
- ▶ introduzione di conglomerato bituminoso fresato freddo nel miscelatore discontinuo (emissioni convogliate al filtro depolveratore a maniche e quindi al camino);
- ▶ introduzione di fresato nella parte terminale del cilindro essiccatore (emissioni convogliate al filtro depolveratore a maniche e quindi al camino);
- ▶ tamburo parallelo nel quale il fresato è riscaldato (le emissioni sono generalmente convogliate sulla fiamma del bruciatore del cilindro essiccatore aggregati e quindi al camino).

Le emissioni delle sostanze organiche totali possono essere ridotte mediante l'esecuzione dei seguenti principali accorgimenti:

- ▶ monitoraggio del processo di combustione del bruciatore per l'effetto che la combustione ha sulla quantità di emissioni gassose. L'obiettivo principale è quello di garantire che il processo di combustione sia il più efficiente possibile;
- ▶ recupero del vapore rilasciato durante le normali operazioni di scarico del bitume e dell'olio combustibile nelle cisterne di deposito, mediante applicazione di protezioni o inserimento di filtri attivi;
- ▶ controllo dei parametri di processo come le temperature di riscaldamento e di produzione. Sono soprattutto le temperature eccessivamente alte a produrre un aumento delle emissioni, in particolare per il bitume e i materiali riciclati (fresato);
- ▶ negli impianti continui (*drum mixer*), adozione di schermature della fiamma e riposizionamento della

palettatura all'interno del tamburo, con modifica del punto di iniezione del bitume nel tamburo, ecc.

4.2.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono composti organici costituiti da anelli aromatici condensati; alcuni di essi (da 4 a 6 anelli) sono classificati dall'Unione Europea come cancerogeni di categoria 2.

La concentrazione nei bitumi degli IPA 4-6 anelli è estremamente bassa (vd. CONCAWE *Bitumens and bitumen derivatives*, Product dossier no 192/104, Dec 1992). Infatti i greggi possono contenere per loro natura piccole quantità di questi IPA, la maggior parte dei quali, però, grazie ai processi di raffinazione, sono in gran parte eliminati dal residuo dal quale poi si ottiene il bitume.

Poiché il bitume è miscelato a caldo con gli aggregati lapidei, dal punto di vista tossicologico grande attenzione è rivolta ai fumi sprigionati dal riscaldamento che esso subisce durante il processo di produzione del conglomerato; il riscaldamento, se non adeguatamente controllato, può dare origine a fenomeni di cracking termico (processo di rottura delle grandi molecole in molecole più piccole) con possibile formazione di quantità maggiori di IPA.

La legge (D.Lgs. 152/06) fissa in $0,1 \text{ mg/Nm}^3$ il limite massimo per gli IPA presenti nei fumi in uscita dal camino.

La composizione chimica dei fumi è variabile e dipende dal grezzo di partenza, dal processo di produzione e dal tipo di applicazione, in conseguenza della temperatura di utilizzo.

Va inoltre ricordato che nel settore per anni si è fatta confusione fra bitume e catrame; il bitume non è classificato pericoloso, ai sensi dell'attuale legislazione dell'Unione Europea, mentre il catrame è una sostanza di origine completamente diversa derivata dalla distillazione distruttiva del carbon fossile e classificata con can-

cerogena Cat. 3 con frase di rischio R45, proprio a causa della presenza massiccia di IPA. Di fatto comunque tale materiale non è mai stato usato in Italia per le applicazioni stradali.

Per dare un'idea delle differenti condizioni derivanti dall'uso dell'uno o dell'altro materiale, ricordiamo che, come dimostrato da numerosi studi qualificati condotti, i fumi provenienti da bitume di petrolio contengono meno dell'1% di composti aromatici, mentre i fumi di catrame ne contengono oltre il 90%.

Una ricca documentazione sperimentale proveniente da fonti sia europee (EAPA, Eurobitume, CONCAWE, IARC) che americane (NAPA, FHWA, NIOSH) non evidenzia pericoli significativi per la salute umana dovuti all'esposizione ai fumi di bitume. Ciò nonostante, la normale prudenza consiglia di limitare al massimo l'esposizione, utilizzando procedure di lavoro corrette ed assicurando una buona ventilazione degli ambienti di lavoro. Inoltre, poiché la quantità dei fumi è proporzionale alle temperature adottate in lavorazione, è evidente che un adeguato controllo della temperatura di lavorazione, come pure lo sviluppo e l'adozione di tecnologie in grado di ridurre la temperatura di produzione e di stesa del conglomerato vanno nel senso di ridurre, in generale, le emissioni.

Per quanto riguarda l'esposizione professionale ad IPA nel comparto asfaltatori, ricordiamo che nella letteratura internazionale sono riportati dati sperimentali che indicano valori medi ben al di sotto (vari ordini di grandezza) dei valori limite professionali (come ad esempio quelli consigliati da ACGIH americana) e che sono paragonabili a quelli normalmente riscontrabili nell'ambiente urbano. Per maggiori approfondimenti sullo stato dell'arte relativo agli studi in materia e sui limiti di esposizione professionale previsti dalle massime organizzazioni mondiali si rimanda alla specifica pubblicazione SITEB



(*L'esposizione al Bitume e ai suoi fumi: effetti sulla salute*, Roma 2004).

Inoltre, per ulteriori approfondimenti, si richiamano due studi successivi alla pubblicazione del SITEB, particolarmente significativi perché basati su misurazioni in condizioni reali. Il primo è lo studio condotto in Germania presso l'Istituto Fraunhofer (Centro ricerche per studi di tossicologia): la ricerca, attraverso prove su cavie, ha investigato l'effetto a lungo termine dell'esposizione per inalazione ai fumi di bitume caldo. I risultati dimostrano che l'esposizione ai fumi di bitume per due anni non ha accresciuto l'incidenza di cancro negli animali; l'analisi dei vari tipi di tumore e della loro distribuzione nei vari organi non ha rilevato nessun aumento statisticamente significativo.

Il secondo è lo studio italiano denominato PPTP POPA (Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali e Progetto Operativo Protezione Asfaltatori) commissionato dalla Regione Lombardia e condotto dalla Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro dell'Università di Milano. Lo studio, dopo aver monitorato attraverso indagini ambientali (membrana, fiala, pads cutanei) e biologiche (analisi di urine e sangue) un gruppo di lavoratori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso e un altro di addetti a lavori stradali, ha concluso che i livelli espositivi nei confronti degli IPA nel comparto delle opere di asfaltatura, in relazione alle attuali conoscenze ed agli scenari indagati, non appaiono tali da destare preoccupazioni particolari in merito agli effetti sulla salute. I livelli degli IPA rilevati non si discostano da quelli normalmente riscontrabili in aree metropolitane, risultando mediamente inferiori fino a tre ordini di grandezza rispetto ai limiti di esposizione proposti da associazioni ed enti scientifici internazionali.

5. Emissioni odorigene

Durante le fasi di produzione ed impiego del conglomerato bituminoso sono percepibili, con vari gradi di intensità, odori caratteristici dovuti all'emissione di composti organici volatili. Le principali fonti sono il bitume e i carburanti contenenti zolfo. Le emissioni odorigene da parte del bitume sono dovute a vari fattori come la

temperatura e il tempo di riscaldamento.

La dispersione di tali emissioni nell'ambiente circostante è influenzata dall'umidità, dalla temperatura dell'aria, dalla natura del terreno e dalla presenza di venti. In particolare, gli studi effettuati hanno dimostrato che la temperatura ha una notevole influenza e che al di sopra di 150°C l'emissione aumenta velocemente. Anche il tempo di permanenza ad una determinata temperatura è importante: in pratica le emissioni aumentano linearmente col tempo e, probabilmente, esponenzialmente con la temperatura.

Inoltre, poiché maggiore è l'area superficiale del bitume esposto all'aria, maggiori sono le emissioni di composti odorigeni, le emissioni odorigene sono enfatizzate durante le fasi di miscelazione.

I composti organici hanno diversi potenziali odorigeni, ad esempio i composti solforati hanno un potenziale odorigeno molto alto, mentre i composti aromatici o paraffinici molto basso (**Tab. 2**).

Tab. 2 Emissioni odorigene

COMPOSTO	POTENZIALE ODORIGENO
acidi organici	molto basso
alcani	basso
aromatici	da basso a moderato
eterociclici	alto
composti solforati	molto alto

Per la riduzione delle emissioni odorigene possono essere applicati diversi metodi, singolarmente o in combinazione. Di seguito sono elencati i principali accorgimenti per il contenimento e per la prevenzione in base a tre aree di azione:

- ▶ **Materiali utilizzabili**
 - usare carburanti con minor contenuto di zolfo;
 - porre attenzione all'uso di conglomerato bituminoso fresato nel processo di riciclaggio;
 - utilizzare di additivi chimici nella fase di miscelazione del conglomerato bituminoso, previa verifica che il loro uso non comprometta i requisiti prestazionali.
- ▶ **Posizionamento dello stabilimento e peculiarità d'impianto**
 - usare alloggiamenti chiusi nelle parti essenziali dell'impianto, dove gli odori possono essere emessi;
 - usare sistemi di sifonamento ad acqua e recupero

vapori durante il processo di riempimento delle cisterne di bitume;

- inserire un'apertura automatizzata dei silos di stoccaggio del conglomerato bituminoso;
 - realizzare l'area di carico in modo che le emissioni possano essere estratte e condotte in un camino molto alto;
 - liberare degli odori attraverso alti camini: aumentare l'altezza dei camini abbassa il livello di concentrazione degli odori nel vicinato. La dispersione degli odori è spesso il motivo principale che determina l'altezza di un camino;
 - produzione in un'area isolata: i nuovi impianti di conglomerato bituminoso vanno preferibilmente collocati in zone industriali distanti dai centri abitati.
- Funzionamento dell'impianto e modalità operative
- ottimizzare il funzionamento del bruciatore;
 - coprire gli autocarri, a caricamento avvenuto;
 - usare un sistema di trasporto chiuso dall'unità di miscelazione sino allo stoccaggio del conglomerato

to caldo. I gas possono essere estratti attraverso il sistema di filtraggio e rilasciati nel camino;

- ridurre le temperature di produzione del conglomerato bituminoso caldo ai valori minimi necessari;
- verificare la corretta combustione del bruciatore.

Si specifica che all'odore non corrisponde una grandezza fisica (come la lunghezza d'onda per la vista o la frequenza di oscillazione di pressione per l'udito) e, per questo, la sua determinazione quantitativa è un problema di non semplice soluzione, come manifestato anche dalla carenza della legislazione vigente in materia. Inoltre, le capacità olfattive non sono discriminanti rispetto all'eventuale pericolosità delle sostanze.

In assenza di una specifica normativa nazionale, nell'affrontare questioni inerenti le emissioni odorogene moleste, è solito appellarsi sia all'articolo 844 del Codice Civile (Immissioni) sia all'articolo 674 del Codice Penale (Getto pericoloso di cose).

6. Rumore e traffico

Le principali fonti di emissione acustica di un stabilimento di produzione di conglomerato bituminoso sono correlate con il funzionamento dell'impianto, con il transito dei mezzi per la movimentazione interna e per i trasporti in uscita ed in entrata.

Funzionamento dell'impianto

Le principali sorgenti di emissione acustica sono:

- tamburo essiccatore (organi in movimento e scorrimento interno del materiale);
- ventilatori, sia del bruciatore che dell'aspirazione polveri;
- bruciatore, in particolare quelli di tipo aperto o semiaperto;
- vaglio;
- trasferimento della benna dal mescolatore al punto di scarico;
- sistema di trasporto con elevatore a tazze (emissione contenuta a tazze cariche).



Circolazione mezzi all'interno dello stabilimento.

Il rumore è causato dal transito di pale cariatrici sul piazzale per il trasporto degli aggregati dai cumuli di stoccaggio alle tramogge d'alimentazione.

Circolazione in ingresso ed in uscita dallo stabilimento.

Il rumore è causato dal transito degli automezzi pesanti per il trasporto dei materiali (materie prime, combustibili, ricambi) e del conglomerato bituminoso verso i cantieri mobili di posa in opera.

In linea di principio i tipi di intervento di mitigazione acustica da adottare si possono classificare in interventi alla sorgente e interventi di schermatura verso l'esterno dello stabilimento.

6.1 Intervento alla sorgente

Questo tipo di intervento offre migliori risultati in quanto riduce alla fonte le immissioni sonore estendendo il beneficio a tutta l'area circostante la fonte di emissione. In questa categoria di accorgimenti possiamo considerare:

- ▶ utilizzo di moderni ventilatori dotati di un silenziatore (cuffia) o di uno schermo di isolamento all'immissione;
- ▶ cofanatura dell'essiccatore (e del gruppo mescolatore);
- ▶ installazione di silenziatori all'interno del camino;
- ▶ corretta progettazione dello stabilimento produttivo (ubicazione cumuli, tramogge, silos, ecc.) per ridurre i tempi di attesa degli autocarri e, di conseguenza, il rumore e le emissioni di gas di scarico.

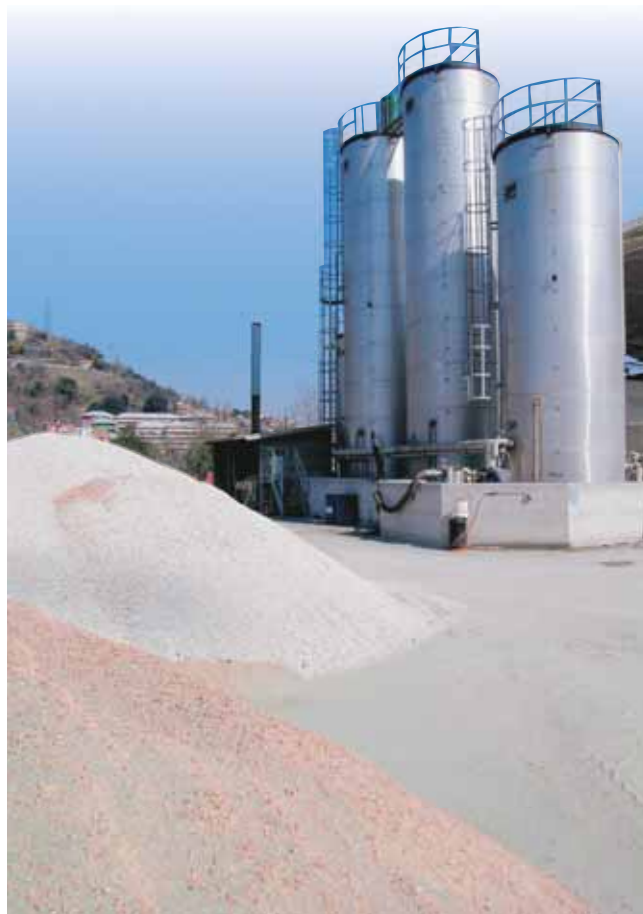
6.2 Schermo tra la sorgente ed il ricettore

L'intervento consiste nell'introduzione di uno schermo acustico lungo la via di propagazione del rumore. Ad esempio la corretta disposizione dei cumuli di materie prime nell'area dello stabilimento e la messa a dimora di adeguate piante nella zona perimetrale dell'impianto consentono di costituire barriera acustica e, contemporaneamente, ridurre la diffusione di polveri.

L'impatto acustico è particolarmente influenzato non solo dalla mole di attività che si svolgono nell'area, ma anche dagli orari di lavoro (diurno o notturno), e la sua rilevanza dipende strettamente dal tipo di zona in cui è ubicato l'insediamento e dal Piano che definisce la zonizzazione acustica del territorio di riferimento.

È bene precisare che il livello di emissione è da considerarsi relativo all'intero sito produttivo, e non ristretto all'analisi dell'emissione acustica assoluta del solo impianto o dei suoi componenti. Inoltre, ai fini della valutazione dell'emissione attraverso criteri di analisi come quello differenziale, è essenziale considerare anche i livelli di rumore ambientale e di rumore residuo. Nell'analisi è quindi fondamentale la misura del rumore al confine dello stabilimento produttivo e in prossimità del punto disturbato, che solitamente è al di fuori del sito produttivo, così da misurare l'emissione di tutte le sorgenti in prossimità dei ricettori che sono il vero "punto disturbato" (All.to B p.to 3 D.P.C.M. 14/11/1997).

Tali criteri sono indispensabili per una più corretta e obiettiva caratterizzazione acustica del sito produttivo e per la valutazione del rispetto dei limiti differenziali di rumorosità imposti dalla legge.



7. Rifiuti

La produzione di conglomerati bituminosi normalmente non produce materiale di scarto. Gli aggregati lapidei utilizzati sono sfusi, il combustibile ed il bitume sono scaricati dalle autocisterne tramite tubazioni specifiche e, pertanto, sono merci prive di imballi. Le polveri captate dagli impianti di filtrazione delle emissioni in atmosfera provenienti dal tamburo essiccatore e dalla torre di selezione sono riutilizzate all'interno del ciclo produttivo e non sono quindi considerate come un rifiuto.

Il conglomerato bituminoso risultato non conforme nei controlli in produzione non è consegnato, ma è riutilizzato, con opportune correzioni, nel processo produttivo; anche i materiali prelevati per le analisi di laboratorio sono reinseriti nel ciclo produttivo.

Sono invece da classificarsi come rifiuti i seguenti materiali:

- ▶ maniche filtranti sostituite;
- ▶ rifiuti chimici prodotti in laboratorio per le analisi sui materiali;
- ▶ oli esausti e grassi derivanti dalle manutenzioni;
- ▶ filtri, batterie, stracci dei mezzi meccanici;
- ▶ rifiuti derivanti dalla eventuale attività di recupero rifiuti non pericolosi;
- ▶ rifiuti derivanti dall'attività di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Per i rifiuti prodotti valgono le disposizioni di legge (Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) in merito a:

- ▶ deposito temporaneo - art. 183 punto 1 comma m;
- ▶ tenuta dei registri di carico / scarico rifiuti;
- ▶ formulario rifiuti in uscita dallo stabilimento;
- ▶ denuncia annuale rifiuti - MUD - (non sempre obbligatoria).

8. Impatto visivo

L'impatto visivo di un insediamento industriale può essere definito come il grado di percezione, da parte di un osservatore, delle modifiche da questo apportate su un determinato territorio.

A tal fine, negli impianti di produzione del conglomerato bituminoso, assume rilevante importanza la dimensione dell'altezza delle strutture installate come i silos per il filler e/o per lo stoccaggio del prodotto finito, il camino e la torre di rifezione.

Ulteriori aspetti visivi sono riconducibili al funzionamento dell'impianto stesso come:

- ▶ vapore acqueo emesso dal camino dovuto agli aggregati umidi;
- ▶ stoccaggio di aggregati minerali;
- ▶ illuminazione notturna della zona dell'impianto.

È possibile adottare alcune soluzioni costruttive tali da ridurre l'impatto visivo come la realizzazione del rivestimento dei moduli produttivi con configurazioni geometriche regolari, l'utilizzo di colori neutri ed una curata architettura paesaggistica del terreno circostante l'area dell'impianto (piantumazione del perimetro).

9. Conclusioni

Con quest'ultimo paragrafo sull'impatto visivo, si conclude il nostro percorso dedicato alla ricerca dei possibili impatti ambientali generati dall'attività di produzione dei conglomerati bituminosi.

Per il suo sviluppo e ammodernamento, l'industria dell'asfalto non può più prescindere dalla messa in pratica delle migliori e più evolute tecnologie disponibili e gli operatori del settore, in modo responsabile, sono tenuti a collaborare attuando politiche adeguate per ridurre al minimo ogni possibile disturbo all'ambiente in cui viviamo e per diminuire i consumi energetici. Il presente articolo e il manuale da cui è tratto, che contiene anche l'elenco completo di tutte le autorizzazioni necessarie e le norme ambientali attualmente in vigore, possono fornire un valido aiuto e un contributo più che esaustivo per l'attuazione di tutto ciò.

SITEB ringrazia tutti componenti del Gruppo Ambiente che hanno lavorato con impegno e passione realizzando, a beneficio di tutti, un manuale unico che costituisce un ulteriore prezioso arricchimento della nostra biblioteca. ■