

# L'inerzia del bitume nei confronti dell'acqua

## *Bitumen and water: no leaching of dangerous substances*

**CARLO GIAVARINI**  
Università di Roma La Sapienza

### Riassunto

La nota prende in considerazione alcuni dei più noti studi di lisciviazione con acqua fatti sul bitume, sul conglomerato e su strati impermeabilizzanti a base di bitume. Tutte le prove effettuate, sia in laboratorio che in campo, arrivano alla conclusione che, pur nelle condizioni più severe, non esiste alcun pericolo di rilascio di sostanze tossiche (metalli pesanti, IPA, composti organici di vario tipo). Pur con mezzi analitici molto più potenti, non si è fatto altro che confermare quanto si sapeva già da tempo immemorabile.

### Summary

*The paper summarizes a number of experimental research carried out on bitumen, on asphalt mix and on water proofing membranes. All leaching tests and experiment, performed both in the laboratory and in the field, agree on the fact that there is no emission of dangerous substance (such as heavy metals, PAH, or the organic components. With the help of powerful and modern analytical techniques and in the most severe conditions it has been confirmed what was well known since the most ancient times.*

### 1. Premessa

Da tempi immemorabili il bitume viene impiegato per l'impermeabilizzazione di canali, edifici, bacini, condotte d'acqua, viadotti e sovrastrutture stradali. Il libro "Civiltà d'asfalto" recentemente pubblicato da Mondadori-Sapienza offre una panoramica di queste applicazioni, protratte nei secoli [1]. Molto spesso queste impermeabilizzazioni hanno riguardato anche manufatti per l'acqua potabile. Negli ultimi decenni la sensibilità nei confronti di ambiente e salute del cittadino è notevolmente aumentata e le autorità sanitarie hanno cominciato a chiedersi se l'acqua che viene a contatto con prodotti a base bituminosa, può contenere delle sostanze dannose per l'ambiente e la salute. Queste potrebbero essere estratte dal bitume per lisciviazione, ovvero mediante solubilizzazione nell'acqua a contatto con i manufatti bituminosi, e diffondersi nell'ambiente.



## 2. La Normativa Europea

Vari Paesi europei hanno emesso delle norme per fissare contenuti limite di determinate sostanze potenzialmente inquinanti, sia per i corsi d'acqua, sia per le acque potabili. Sono stati così regolamentati i contenuti di metalli tossici e le sostanze chimiche di origine organica, come gli idrocarburi policiclici (IPA) e i composti clorurati e azotati. Un riferimento per il contenuto di sostanze potenzialmente inquinanti è anche il carbonio organico totale (TOC).

La direttiva europea sulle acque potabili (DWD, 98/83/EC) ha fissato la lista dei parametri da tenere sotto controllo (inclusi i microrganismi, le sostanze e i composti) e definito i limiti soglia per le acque potabili [2].

In pratica le opere devono essere progettate e costruite in modo da non costituire, per tutta la durata del loro ciclo di vita, una minaccia di rilascio di sostanze dannose nell'acqua potabile o, comunque, di sostanze che abbiano un impatto negativo su di essa.

Il comitato di normalizzazione CEN/TC 351, responsabile per le sostanze dannose regolamentate per i prodotti da costruzione, ha invece il compito di sviluppare metodi di valutazione armonizzati per tutti i materiali da costruzione che possono entrare in contatto con l'acqua destinata all'uso umano; il comitato deve altresì creare un sistema europeo di omologazione dei materiali che vengono in contatto con l'acqua (*European Acceptance Scheme*). I prodotti bituminosi pongono però un problema del tutto particolare: il bitume infatti, essendo una sostanza molto complessa, non rientra nei metodi analitici messi a punto per gli altri prodotti organici.

Esistono in letteratura vari studi di lisciviazione del bitume e dei prodotti che lo contengono. Uno dei primi e più citati risale al 1982 ed è dovuto a H.C. Miller e collaborato-

## 3. Gli studi di lisciviazione del bitume

ri [3], che avevano analizzato accuratamente la possibilità di cessione da parte dei rivestimenti sigillanti bituminosi applicati nelle tubazioni di acciaio al carbonio impiegate per l'acqua potabile. Era stata misurata la somma delle concentrazioni di sei IPA considerati dalla Organizzazione Mondiale per la Sanità, e precisamente: fluorantene, benzo (b) e benzo (k) fluorantene, benzo (a) pirene, benzo (g, h, i) perilene, indano (1, 2, 3 -c, d) pirene. La concentrazione di questi composti nelle acque di lisciviazione era inferiore a 10 ng/l e la concentrazione maggiore di un singolo IPA era inferiore a 5 ng/l. Il limite per gli IPA nelle acque potabili era di 200 ng/l; anche il valore massimo accettato dalla Comunità Europea è di 0,2 µg/l, ovvero superiore di ben 20 volte rispetto al massimo valore misurato.

Si ricorda ai non addetti ai lavori che un µg (microgrammo) corrisponde a 1/1000 di milligrammo ( $10^{-6}$  grammi), mentre un nanogrammo (ng) corrisponde a 1/1000 di microgrammo, ovvero  $10^{-9}$  grammi.

Tra i più accreditati studiosi che successivamente si sono occupati di questi studi, figurano A.J. Krieg e T.G. Townsend. Nel 1990 l'Asphalt Institute (USA) ha pubblicato i risultati di uno studio di lisciviazione, fatto da A.J. Kriech, sulla cessione all'acqua di sostanze potenzialmente dannose da parte dei conglomerati bituminosi stesi a caldo. I tenori di tutti gli IPA misurati, tranne il naftalene, erano al di sotto dei limiti di rilevazione [4]. Una sintesi degli studi fatti da questo ricercatore è riportata in una pubblicazione americana dedicata agli IPA [5].

Anche lo studio di lisciviazione fatto da Brantely e Townsend e pubblicato nel 1999, relativo a una pavimentazione fatta con conglomerato di riciclo, non ha rilevato la presenza di IPA, in quanto le loro concentrazioni erano al di sotto dei limiti di rilevabilità [6].

Nel 2000 il *Groupement Professionale des Bitumes* francese ha finanziato uno studio di lisciviazione di un campione di bitume a contatto con l'acqua potabile. Lo studio è stato realizzato secondo le raccomandazioni di una circolare della Direzione Generale della Salute francese (norma XP P 41-250-1 e 2 per i materiali organici) [7].

Le prove consistevano nell'immersione in acqua di una bacchetta di vetro ricoperta di bitume. Il volume dell'acqua era di 1,13 litri, in modo da avere un rapporto tra superficie del bitume e acqua di  $60 \text{ cm}^2$  per litro, conformemente alle raccomandazioni della circolare 99/217. I risultati, confrontati con l'acqua "testimone" non contenente bi-

22

tume, hanno mostrato che i livelli di IPA, policlorodifenili e metalli tossici, sono generalmente inferiori di almeno un ordine di grandezza rispetto a quelli di soglia, in quanto inferiori ai limiti di rilevabilità.

Sempre nel 2000, uno studio olandese di C. Bowen, P. de Groot e H.C.A. Brandt metteva in evidenza che il punto debole di molti degli studi precedenti stava nei metodi di ottenimento dei lisciviati [8]. Per inciso, si ricorda che lo studioso Brandt ha ricevuto nel 1994 a Verona il premio Siteb per uno studio sui fumi di bitume.

I ricercatori di cui sopra hanno messo a punto una procedura di concentrazione degli IPA, tramite vari rinnovi dell'acqua di lisciviazione (dopo 6 ore, 1, 2, 4, 9, 16, 36 e 64 giorni). Con test statici e dinamici, sono stati provati nove bitumi di diversa composizione, nonché un campione di conglomerato preparato con uno dei nove bitumi allo studio. Tutti i risultati ottenuti hanno mostrato che la concentrazione degli IPA era normalmente di un ordine di grandezza inferiore rispetto ai limiti della Comunità Europea [9]. Secondo Brandt, il contenuto di IPA nell'acqua di lisciviazione può essere calcolato per estrapolazione anche dal contenuto di IPA presenti nel bitume. Un test dinamico di scorrimento della durata di 30 ore è sufficiente per calcolare la concentrazione di equilibrio raggiunta in 3-6 giorni nei test statici.

I bitumi e il conglomerato hanno dato risultati confrontabili, simili per tutti i bitumi studiati. La tendenza alla lisciviazione è stata la stessa, la concentrazione degli IPA era molto al di sotto dei valori soglia per le acque di superficie e leggermente inferiore ai limiti per le acque potabili, gli altri composti non erano presenti in quantità rilevabili [10].



Due studi successivi, uno svedese e uno francese, hanno preso in considerazione la cessione di contaminanti dall'asfalto riciclato. Il primo studio, di Norin e Stromvaix (Svezia) ha misurato le concentrazioni di IPA e contaminanti organici nei lisciviati ottenuti trattando il fresato accumulato in mucchio in attesa di essere riciclato [10]. La presenza di composti organici semivolatili, pur in basse concentrazioni, è imputabile anche ai residui dei fumi di scarico e della gomma dei pneumatici. Il secondo studio, di Legret et al. ricercatori dei Ponts et Chaussées, ha effettuato confronti con i test di laboratorio e di campo, su campioni contenenti varie quantità di riciclato [11]. Fattori che influenzano i risultati sono ovviamente la granulometria del fresato e la velocità di percolazione dell'acqua. I risultati ottenuti confermano che le concentrazioni di IPA e di metalli pesanti sono generalmente inferiori a quelle limite per le acque potabili. Interessante uno studio americano fatto dal Dipartimento dei trasporti del Texas sulle acque che hanno attraversato alcune pavimentazioni drenanti: si è avuto addirittura una riduzione degli inquinanti dopo il drenaggio. Sarebbe quindi possibile impiegare le pavimentazioni porose per il trattamento delle acque!

#### 4. Lo studio di Eurobitume

Il Gruppo europeo di coordinamento, creato col compito di mettere a punto un sistema europeo di omologazione (EAS, *European Acceptance Scheme*) ha chiesto alla Associazione Eurobitume di studiare un approccio specifico al problema, per rispondere sia alla Direttiva sull'acqua potabile, sia a quella per i materiali da costruzione. Eurobitume doveva dimostrare, secondo metodi di misura rispondenti alle norme europee, che il bitume non rilascia nelle acque potabili delle sostanze dannose, con concentrazioni superiori a quelle di legge. In particolare si doveva controllare che sostanze come i composti aromatici policiclici, i metalli pesanti (Ni, V, Fe, Cr), nonché benzene, toluene, etilbenzene, xileni (BTEX), contenuti in piccole quantità nel bitume, restavano prigionieri nel bitume stesso e non venivano rilasciati nell'acqua [7].

Sono stati studiati due tipi di bitume: un bitume 140/180 ottenuto per distillazione sotto vuoto e un bitume ossidato 100/40. Sono stati impiegati due metodi di lisciviazione: una prova statica di immersione per 64 giorni e una prova dina- ➤

mica mediante agitazione del campione in acqua per 24 ore. I risultati sono stati comunicati nel 2005 al gruppo di lavoro sui materiali organici; essi hanno mostrato che nessuna sostanza potenzialmente dannosa si ritrova nell'acqua in quantità superiori ai valori regolamentari. In particolare, il livello dei metalli tossici è al di sotto dei limiti di rilevabilità o comunque al di sotto dei valori soglia, quando esistono.

I composti aromatici policiclici sono in genere al di sotto dei limiti di rilevabilità, sia nelle prove statiche che in quelle dinamiche. Solamente il fluorantene, il naftalene e il fenantrene sono stati rilevati nel bitume ossidato. La loro concentrazione è comunque in tutti i casi al di sotto dei valori di soglia.

Anche i BTEX sono al di sotto del limite di rilevabilità nel bitume proveniente da distillazione diretta (S.R.). Nel bitume ossidato, toluene ed etilbenzene sono appena al di sopra dei limiti di rilevazione. La direttiva sull'acqua potabile non fissa comunque valori limite per queste due sostanze.

## 5. Prove sulle impermeabilizzazioni

### Prove di laboratorio

Molti studi sono stati fatti sulle impermeabilizzazioni dei tetti, soprattutto su quelle costituite da membrane bitume-polimero. La legislazione più severa nel mondo è probabilmente quella olandese: il Decreto sulla Qualità dei Suoli (*Quality Soil Act*) fissa dei limiti molto severi per i materiali da costruzione per evitare che queste possano contribuire all'inquinamento del suolo.

Le coperture dei tetti rientrano nel Decreto e vengono controllate e certificate secondo le norme NEN 7375 per il rilascio di sostanze inorganiche o secondo la NEN 7331 per il rilascio di sostanze organiche.

La linea guida BRL 9327 stabilisce una complessa procedura di valutazione della frequenza di verifica che nel migliore dei casi prevede 10 prove di lisciviazione ogni tre anni. I prodotti in grado di superare i requisiti previsti dal decreto sono certificati e ispezionati da enti specifici quali NL.BSB e KOMO.

Il mercato Olandese delle membrane bituminose per impermeabilizzazione è fortemente interessato da tecnologia e produzione italiana che rappresenta circa il 20÷25 % del totale. Le metodologie di prova sopra menzionate sono state utilizzate come base per il test europeo CEN TC 351; questo si basa

sulla prova di lisciviazione sviluppata per i materiali di rifiuto, ma è stata adattata alle misure sulle membrane per tetti.

L'associazione Olandese Dak & Millieu ha iniziato il monitoraggio delle membrane per tetti più di dieci anni fa e possiede una ricca casistica. Anche la associazione BWA (*Bitumen Waterproofing Association*) è in grado di produrre una notevole quantità di dati. Varie prove fatte successivamente dai laboratori olandesi SGS INTRON (2005, 2011) e da quelli norvegesi di SINTEF (Istituto Internazionale di Ricerca) hanno confermato che la lisciviazione delle membrane produce IPA spesso al di sotto dei limiti di rilevabilità. INTRON ha anche controllato il rilascio dei BETX (idrocarburi volatili) e ha concluso che, anche estrapolando i risultati fra 100 anni, i valori delle emissioni sono molto al di sotto delle concentrazioni limite.

### Prove in campo

In aggiunta a queste prove di laboratorio, che confermano la idoneità all'impiego delle membrane bituminose anche nei paesi dove è particolarmente elevata l'attenzione all'ambiente, è importante citare uno studio realizzato da Boogaard e Steketee, comparso sia in olandese che in inglese [12]. Prima del 1997 sono state fatte in Olanda più di 7.500 analisi sulle acque piovane in circa 200 località nazionali; le acque sono state prelevate sia dalle strade che dai tetti. Vari sono i fattori atmosferici che influenzano la qualità delle acque che percolano dai tetti; rilevante è infatti il contributo dell'ambiente circostante: residui di combustione (sia da riscaldamento che da autotrazione), par-







ticolato, polveri di vario tipo, ecc. Prendendo in considerazione questi fattori, Boogaard e Steketee hanno selezionato in varie località sei tetti sui quali hanno installato sistemi di prelievo dei campioni di acqua piovana. Tutti i risultati da loro ottenuti hanno mostrato che la concentrazione degli IPA è ampiamente sotto i valori di rischio e anche inferiore alle concentrazioni medie rilevate sulle acque di scarico, urbane e stradali. Lo studio conclude che le acque di scarico provenienti da tetti impermeabilizzati con membrane bituminose sono equivalenti ad altre tipologie di coperture e non necessitano di essere trattate prima di essere avviate allo scarico.

Anche uno studio danese del 2010 ha mostrato che i valori per i metalli tossici e i composti aromatici policiclici sono comunque sempre al di sotto dei livelli di soglia e spesso al di sotto della rilevabilità.

## 6. Conclusione

In conclusione possiamo affermare anche oggi, pur con tutti i moderni e raffinati mezzi analitici a disposizione, la convinzione pur vecchia ed empirica che il bitume e i prodotti derivati non hanno alcun impatto negativo sulla qualità delle acque. Come visto, sono stati fatti studi (in numero molto maggiore rispetto a quelli da noi citati e noti) rigorosi e ripetuti nelle condizioni più drastiche, e nessuno ha mostrato la possibilità di rilascio apprezzabile di sostanze dannose da parte del bitume e dei manufatti che lo contengono. ■

## Bibliografia

- [1] **C. Giavarini**, *Civiltà d'asfalto*, Mondadori Università, Minerva Saggi, Roma 2011.
- [2] **Council Directive 98/83EC on the quality of water intended for human consumption**, *Official Journal of the European Communities*, L330/32, Brussels, November 3, 1998.
- [3] **H.C. Miller, W.J. Barret, R.H. James**, *Investigating potential water contamination by petroleum-asphalt coatings in ductile-iron pipe*, *Journal of the American Water Works Association (AWWA)*, 74, 3, pagg. 151-6, 1982.
- [4] **A.J. Kriech**, *Evaluation of hot mix asphalt for leachability*, Asphalt Institute, Heritage Research Group. Indianapolis, Indiana, USA, 1990 (<http://www.asphaltinstitute.org>).
- [5] **A.J. Kriech**, *Determination of polycyclic aromatic compounds in asphalt and in corresponding leachate water*, in "Polycyclic aromatic compounds" Taylor Francis Group, Philadelphia, PA, Volume 22, n° 3-4, pagg. 517-535, 2002.
- [6] **A.S. Brantley, T.G. Townsend**, *Leaching of pollutants from reclaimed asphalt pavement*, *Environmental Engineering Science*, 16, n° 2, pagg. 105-116, 1999
- [7] **GPB**, *Eau et bitume: pas de problème!*, *Bitume info*, 26, pagg. 15-17, settembre 2011.
- [8] **C. Bowen, P.de Groot, H.C.A Brandt**, *Health safety and the environment aqueous leaching of PACs from bitumen*. Second Eurobitume&Eurasphalt Congress, Barcellona 2000, Proc. n° 0083.
- [9] **H.C.A. Brandt, P.C. de Groot**, *Aqueous leaching of polycyclic aromatics hydrocarbons from bitumen and asphalt*. *Water Research*, 35, 17 dec. 2001, pagg. 4200-4207.
- [10] **M. Norin, A.M. Stromvaix**, *Leaching of organic contaminants from storage of reclaimed asphalt pavement*, *Environmental Technology*. 25, n° 3, pagg. 323-340, 2004.
- [11] **M. Legret, L. Odie, D. Demare, A. Jullien**, *Leaching of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons from reclaimed asphalt pavement*, *Water Research*. 39, 15 settembre 2005, pagg. 3675-85.
- [12] **F.C. Boogarg, J. Steketee**, *Treatment of rainwater in bitumen roofs open to question*, *Water management and hydraulic engineering*. 1-2, 2009.