

Deposizione di idrocarburi policiclici aromatici nell'area a rischio di Milazzo-Valle del Mela a seguito dell'incendio in una raffineria di petrolio

Polycyclic aromatic hydrocarbons deposition in the Milazzo-Valle del Mela (Sicily Region, Southern Italy) high-risk area following an oil refinery fire

Daniele Grechi,¹ Annibale Biggeri^{2,3}

¹ Società per l'epidemiologia e la prevenzione "Giulio A. Maccacaro", impresa sociale s.r.l., Milano

² Dipartimento di statistica, informatica, applicazioni "G. Parenti", Università degli Studi di Firenze

³ Unità di biostatistica, Istituto per lo studio e la prevenzione oncologica (ISPO), Firenze

Corrispondenza: Annibale Biggeri; abiggeri@disia.unifi.it

RIASSUNTO

Nella notte fra il 26 e il 27 settembre 2014, all'interno della Raffineria di Milazzo (RAM) si è sviluppato un incendio di un intero serbatoio contenente alcune centinaia di migliaia di metri cubi di *virgin nafta*. Alcuni Sindaci dei comuni contermini all'impianto industriale hanno richiesto alla Società per l'epidemiologia e la prevenzione "Giulio A. Maccacaro" di effettuare un'indagine ambientale per valutare la natura e la pericolosità delle polveri depositate dai fumi.

Nei giorni successivi allo spegnimento delle fiamme è stato fatto un campionamento della polvere depositata in vari contesti urbani nel raggio di alcuni chilometri dalla raffineria, coinvolgendo la popolazione esposta.

L'area a rischio di Milazzo-Valle del Mela comprende diversi insediamenti industriali, fra cui una raffineria e una centrale termica. Una zona con caratteristiche simili è quella di Sarroch (CA), anch'essa sulle coste del Mar Tirreno, dove è in corso una campagna di rilevamento di inquinamento atmosferico che comprende la determinazione di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e di metalli su campioni di polveri PM₁₀. Dal punto di vista qualitativo, la composizione della miscela di metalli di Sarroch è risultata analoga a quella dei campioni di Milazzo. Invece è risultato evidente il grande eccesso di IPA nelle polveri campionate a Milazzo rispetto a quelle di Sarroch, assolutamente non giustificato dal diverso tipo di modalità di raccolta delle polveri e dal diverso taglio granulometrico (le polveri sedimentate comprendono anche frazioni più grossolane del PM₁₀).

L'indagine condotta sulle polveri raccolte nella zona di Milazzo nei giorni immediatamente successivi all'incendio occorso presso la raffineria ha rilevato una ricaduta di polveri contenenti notevoli quantità di IPA, sostanze pericolose per la salute pubblica. Le maggiori ricadute hanno interessato sia le immediate vicinanze del serbatoio incendiato sia le zone a Ovest e, in misura minore, quelle a Sud dell'impianto, nel raggio di alcuni chilometri. Di conseguenza, la popolazione è risultata esposta a inquinamento atmosferico e, se non sono state adottate opportune cautele, potrebbe avere assunto ulteriori dosi di sostanze pericolose anche per via alimentare.

Parole chiave: incidente, incendio, raffineria di petrolio, idrocarburi policiclici aromatici, deposizione di polveri

ABSTRACT

On September 2014, a fire began within an oil refinery involving a storage tank containing several hundreds of thousands cubic meters of virgin naphtha. Mayors of neighbouring municipalities asked the Epidemiology and Prevention Society "Giulio A. Maccacaro" to car-

ry out an environmental survey in order to evaluate what was the nature and how dangerous was suspended dust deposited by the fumes. In the following days, after fire had been extinguished we conducted a sample survey on the presence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and metals in particulate deposited on the soil on a radius of five kilometres from the refinery and we engaged the exposed population.

The Milazzo-Valle del Mela (Sicily Region, Southern Italy) high-risk area includes several industrial plants; among them, an oil refinery and a fuel powered energy plant. As reference area we selected the Sarroch municipality (Sardinia Region, Southern Italy), in the coast of the Tyrrhenian Sea, which is geographically comparable, where a large oil refinery is located and where an environmental campaign with measurement of PAH and metals in particulate matter was ongoing. Qualitatively, metal composition of particulate matter resulted similar in the Sarroch and Milazzo samples. Instead, a large excess of PAH was documented in the Milazzo samples as compared to the Sarroch ones.

In conclusion, the results of the analysis of the samples of particulate matter deposited in the Milazzo area in the days immediately following the oil refinery fire showed a high quantity of PAH, carcinogenic substances which pose major hazard to population health. The greater fall-out was registered in the proximity of the burnt storage tank and the West neighbourhood, and at lesser extent in the Southern neighbourhood. As a consequence, there was a population exposure to carcinogenic substances which could have reached the food chain.

Keywords: oil refinery accident, oil refinery fire, polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH, particulate matter deposition

Cosa si sapeva già

- L'incendio di una raffineria rientra negli incidenti industriali rilevanti per i quali sono previsti piani di emergenza e piani di comunicazione alla popolazione.
- La sorveglianza ambientale ed epidemiologica riguarda la misurazione e la caratterizzazione delle sostanze inquinanti e del loro destino.

Cosa si aggiunge di nuovo

- Su richiesta e con il coinvolgimento della popolazione, nelle giornate immediatamente successive all'incidente è stata avviata un'indagine ambientale ed epidemiologica.

INTRODUZIONE

Nella notte fra il 26 e il 27 settembre 2014, all'interno della Raffineria di Milazzo (RAM) si è sviluppato un incendio durante il quale si è verificata la combustione di un intero serbatoio, ubicato in prossimità della frazione Archi del Comune di S. Filippo al Mela, contenente alcune centinaia di migliaia di metri cubi di *virgin nafta* (denominazione tecnica per una miscela di idrocarburi con numero di atomi di carbonio prevalentemente C4-C12 e punto di ebollizione nell'intervallo tra -10°C e +230°C). L'emissione di fumi densi e neri si è protratta per alcuni giorni durante i quali le ricadute inquinanti hanno investito anche l'entroterra. La popolazione residente nell'area interessata dall'evento ha richiesto alle autorità competenti lo svolgimento di adeguate indagini sanitarie e ambientali utili a valutare l'impatto determinato dall'emissione intensa e prolungata di fumi di combustione incontrollata dei prodotti petroliferi coinvolti. In assenza di risposte esaurienti, alcuni sindaci dei Comuni contermini all'impianto industriale (Santa Lucia del Mela, San Pier Niceto, Monforte) hanno richiesto alla Società per l'epidemiologia e la prevenzione "Giulio A. Maccacaro" di effettuare un'indagine ambientale per valutare la natura e la pericolosità delle polveri depositate dai fumi.¹

In letteratura questo tipo di episodi rientra nella gestione del rischio di incidente rilevante in grandi impianti industriali.² Dal punto di vista epidemiologico, alla voce «*disaster epidemiology*», a dispetto del fatto che si dica che è una disciplina relativamente nuova, si contano più di 11.000 citazioni (al 13.01.2016). In generale, si trova riferimento ai cosiddetti disastri naturali, come inondazioni, terremoti ed eventi climatici estremi.³ Il punto chiave che viene di solito sottolineato è la preparazione all'evento. Nello specifico delle raffinerie di petrolio, è interessante notare la seguente raccomandazione: «*increase the availability and quality of air monitoring data on local and state websites during both routine refinery operations and upset events; develop user applications and other electronic tools to make data more accessible; and convene local town hall meetings for community input and outreach*».⁴

A questo proposito, si ricorda che il comma 1 dell'art. 8 del D.Lgs. 195/2005 «Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale» stabilisce che «l'autorità pubblica rende disponibile l'informazione ambientale detenuta rilevante ai fini delle proprie attività istituzionali avvalendosi, ove disponibili, delle tecnologie di telecomunicazione informatica e delle tecnologie elettroniche disponibili».

DISEGNO DELLO STUDIO

Poiché già dai primi giorni di ottobre l'incendio risultava spento e, quindi, non si verificavano più visibili emissio-

ni di fumi dal serbatoio coinvolto nel sinistro, non sarebbe stato congruo provvedere al campionamento di polveri aerodisperse su cui eseguire analisi finalizzate alla ricerca e alla determinazione di componenti presumibilmente connessi all'evento e di rilevanza sanitaria, come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Si è ritenuto utile, invece, provvedere a raccogliere la polvere depositata in vari contesti urbani nel raggio di alcuni chilometri dalla raffineria. A tale scopo, è stata coinvolta la popolazione che, nel periodo dal 5 al 15 ottobre, ha fornito alcune decine di campioni raccolti come di seguito illustrato.

MODALITÀ DI RACCOLTA, CONSERVAZIONE E ANALISI DEI CAMPIONI

Ciascun campione raccolto consta di un panno di carta (tipo carta da cucina) utilizzato per ripulire una superficie piana esterna a un appartamento (pavimento di terrazza, soglia di finestra eccetera) e di un analogo panno pulito da utilizzarsi come "bianco". I due panni, confezionati singolarmente in sacchetti di plastica nuovi, sono stati posti in freezer (-18°C) fino alla spedizione al laboratorio di analisi.

In totale sono stati raccolti 47 campioni provenienti da edifici distribuiti nel territorio del Comune di Milazzo e in vari comuni e frazioni della zona nel raggio di 10 km dal serbatoio andato a fuoco.

I campioni sono stati aggregati come illustrato in tabella 1, in base alla suddivisione del territorio in 4 zone così determinate (si veda anche la figura 1): **Centro**: comprende la frazione di Archi, ovvero le immediate vicinanze del serbatoio incendiato; **Ovest**: comprende l'area compresa fra le direttrici Nord-Ovest e Sud-Ovest; **Sud**: comprende l'area compresa fra le direttrici Sud-Ovest e Sud-Est; **Est**: comprende l'area compresa fra le direttrici Nord-Est e Sud-Est.

L'analisi dei campioni è stata effettuata secondo metodi standardizzati per la determinazione di IPA e di metalli. La descrizione dettagliata dei metodi analitici è allegata ai rapporti di prova forniti dal laboratorio incaricato delle determinazioni.⁵ Riassumiamo sommariamente la procedura analitica come segue.

L'insieme dei singoli fogli di carta assorbente di ognuno dei quattro gruppi, dopo essere stato pesato, è stato sottoposto a estrazione con solvente e l'eluato è stato analizzato mediante gascromatografia con rivelatore a spettroscopia di massa atomica (GC-MS) per la determinazione dei 22 tipici componenti il gruppo degli IPA. Analogo trattamento è stato effettuato sui corrispondenti campioni di carta assorbente puliti (cosiddetti bianchi). Il risultato analitico netto per ciascun IPA è stato ottenuto per differenza fra il valore letto sul campione e quello letto sul bianco, tenuto conto del loro peso.

Successivamente, i campioni residuati dall'estrazione sono stati essiccati mediante evaporazione del solvente e sottoposti a disaggregazione acida. La soluzione ottenuta è stata analizzata mediante spettroscopia di emissione ottica indotta da plasma (ICP-OES) per la determinazione di 20 tipici metalli. Analogo trattamento è stato effettuato sui corrispondenti campioni bianchi. Il risultato analitico netto per ciascun metallo è stato ottenuto per differenza fra il valore letto sul campione e quello letto sul bianco, tenuto conto del loro peso.

CAMPIONE AGGREGATO	CAMPIONI SINGOLI (n.)	LOCALITÀ DI PROVENIENZA	DISTANZA DA ARCHI (km)
CENTRO	6	Archi	–
OVEST	10	Milazzo	3,5
		Monforte	5,0
EST	11	Giammoro	2,5
		S. Martino	9,0
		Venetico	9,0
		Valdina	8,0
		Torregrotta	6,0
SUD	20	S. Pier Niceto	7,5
		Corriolo	3,0
		S. Filippo	3,5
		S. Lucia	6,5
		Pace	3,5
		Gualtieri	5,0
Condò	5,0		

Tabella 1. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Schema di aggregazione dei campioni (totale: n. 47).

Table 1. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Sample locations and aggregation scheme.

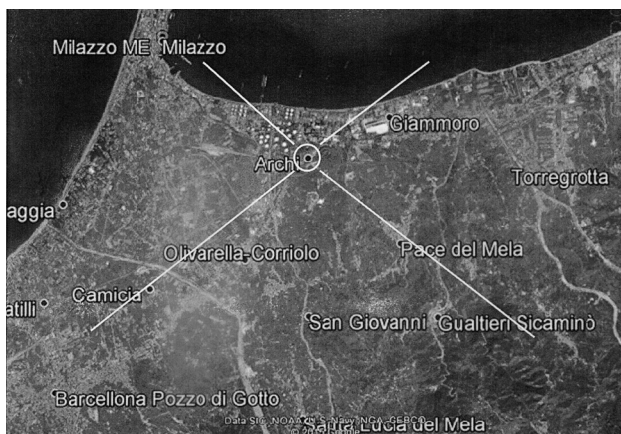


Figura 1. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Mappa relativa alla suddivisione del territorio oggetto di campionamento.

Figure 1. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Map of the region and the subareas defined for the study.

La determinazione di metalli si è resa necessaria per calcolare l'abbondanza relativa degli IPA rispetto a essi, in quanto la modalità di raccolta del particolato mediante carta assorbente non consentiva di determinare il peso della polvere né, tantomeno, era possibile calcolare la concentrazione atmosferica di IPA, poiché il particolato non era stato raccolto mediante aspirazione di un volume noto di aria.

RISULTATI

In figura 2 si mostra, in forma grafica, la sintesi dei risultati della determinazione di IPA.

Si osservi che la zona Est presenta valori molto bassi rispetto alle altre. Le zone Centro e Ovest mostrano profili piuttosto simili con rilevanti eccedenze di fluoranthene (Flt), pirene (Pyr) e benzo(e)pirene (BeP) nel campione Ovest e modeste eccedenze di fenantrene (Phe), benzo(a)antracene (BaA), crisene (Cry), benzo(b)fluorantene (BbF), benzo(k+j)fluorantene (BkjF) e benzo(ghi)perilene (BghiP) sempre nel campione Ovest. La zona Sud, rispetto a Centro e Ovest, mostra un profilo nettamente diverso e si differenzia per eccedenze degli IPA quali benzo(k+j)fluorantene (BkjF), benzo(e)pirene (BeP), benzo(a)pirene (BaP) e perilene (Per). Molto inferiori risultano fluorantene (Flt) e pirene (Pyr), inferiori fenantrene (Phe), benzo(b)fluorantene (BbF), indeno(1,2,3-cd)perilene (IP) e dibenzo(al)pirene (DBalP). Queste sommarie valutazioni relative possono essere precisate meglio calcolando il rapporto fra le quantità assolute dei singoli IPA, contenute in ciascuno dei campioni aggregati, e la somma delle quantità assolute di metalli che, con ragionevole approssimazione, possono essere considerate proporzionali alle quantità assolute di polveri raccolte nelle aggregazioni dei fogli assorbenti. In figura 3 si mostra, in forma grafica, la quantità dei singoli metalli determinati nei campioni aggregati. Si osservi che il profilo delle linee, a differenza che per gli IPA, appare del tutto simile, a indicare la sostanziale omogeneità di composizione delle polveri in tutta l'area di indagine. Le differenze dal punto di vista quantitativo sono spiegabili dalla diversa quantità di polveri raccolte sui fogli assorbenti. Si osservi anche che oltre il 95% in peso dei metalli è costituito da zinco (Zn), ferro (Fe) e alluminio (Al), tipici elementi di origine crostale. In tabella 2 si riassumono le quantità assolute di IPA e di metalli nei quattro campioni aggregati. Al fine della comparazione del tenore di IPA nei campioni delle diverse zone, si è proceduto a normalizzare le quantità di IPA rispetto a quelle dei metalli. In figura 4 si mostra il grafico della percentuale di ciascun IPA rispetto al contenuto totale di metalli per ciascun campione.

In linea di massima, i profili della distribuzione del rapporto fra i singoli IPA e il totale dei metalli relativi ai vari campioni appaiono più ravvicinati fra loro rispetto ai profili del-

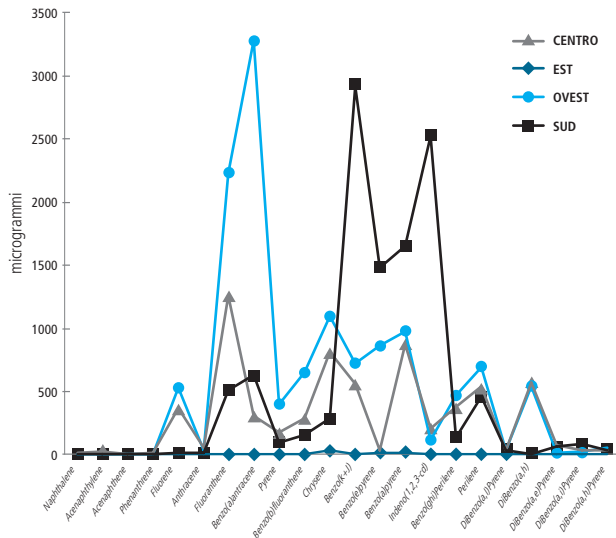


Figura 2. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Quantità assolute dei singoli IPA (mcg) nei campioni aggregati.

Figure 2. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Absolute quantity (mcg) of each PAH in the composite samples.

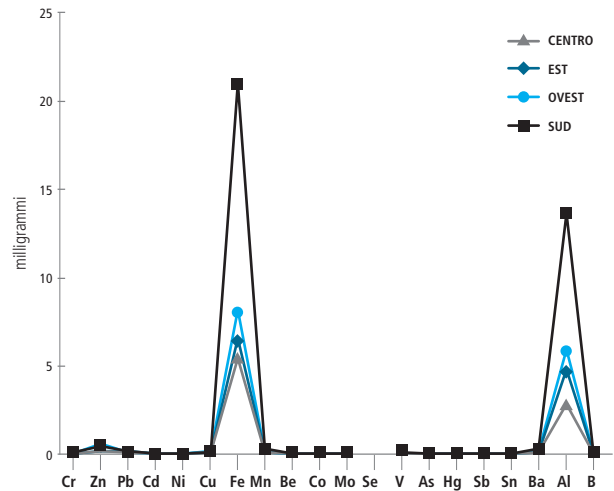


Figura 3. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Quantità assolute dei singoli metalli (mg) nei campioni aggregati.

Figure 3. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Absolute quantity (mg) of each metal in the composite samples.

le quantità assolute di IPA (figura 2) in relazione al diverso contenuto di metalli nei campioni, mostrato in tabella 2. Si osservi che per la zona Est si confermano valori di IPA molto bassi. Per le zone Centro e Ovest si confermano profili simili con eccedenze di Phe, Flt, Pyr soprattutto nel campione Ovest, BaA, Cry, BbF, BkF, BeP, BaP, Per, IP, BghiP e dibenzo(al)pirene (DBP). La zona Sud si differenzia per modeste eccedenze di IPA quali Flt, Pyr, BbF e BghiP ma soprattutto per rilevanti eccedenze di BkF, BeP, BaP e Per.

DISCUSSIONE

Le zone Centro e Ovest, prescindendo dalla diversa composizione della miscela di IPA – peraltro marginale – sono state interessate dalle maggiori ricadute di polveri originate dalla combustione incompleta e incontrollata di prodotti petroliferi. Nella miscela di IPA sono presenti sia composti a basso peso molecolare e basso numero di anelli benzenici condensati (3-4), sia composti a più alto peso molecolare e più elevato numero di anelli benzenici condensati (5-6).

CAMPIONE	METALLI (mg)	IPA (mg)
Centro	8,7	6,677
Est	11,8	0,075
Ovest	15,2	12,717
Sud	36,0	11,106

Tabella 2. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Quantità assolute di metalli e di IPA (mg) nei campioni aggregati.

Table 2. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Absolute quantity (mg) of metals and PAHs in the composite samples.

Anche nella zona Sud si sono verificate consistenti ricadute di IPA, per la maggior parte costituite da composti a peso molecolare e numero di nuclei condensati intermedio (4-5). Questa differenza potrebbe derivare dal fatto che le zone di ricaduta, determinate dalla direzione del vento, sono risultate variabili nell'arco dei giorni in cui si è sviluppa-

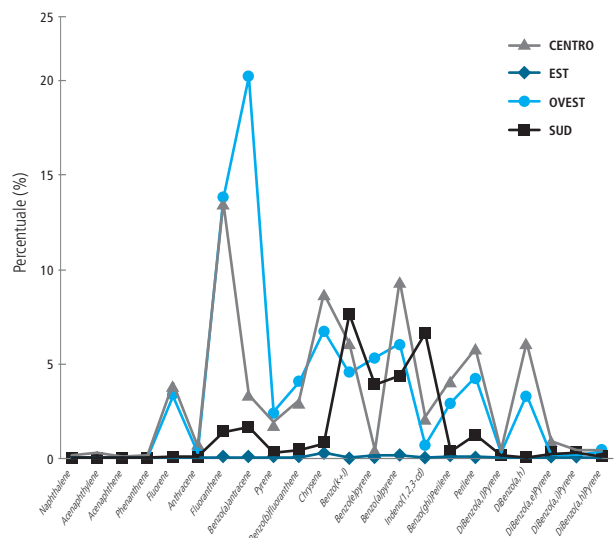


Figura 4. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Rapporto (%) dei singoli IPA sul totale dei metalli misurati.

Figure 4. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Ratio PAH/metals (%) for each PAH in the composite samples.

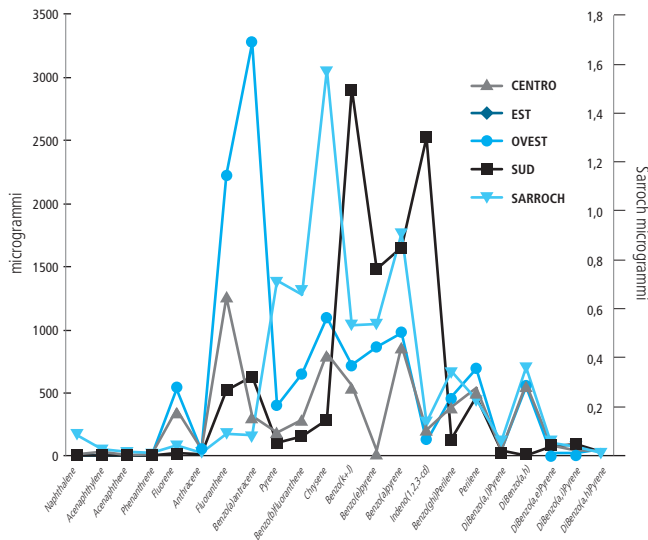


Figura 5. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Confronto fra le quantità assolute dei singoli IPA (mcg) nei campioni aggregati di Milazzo-Valle del Mela e nel campione di PM₁₀ di Sarroch.

Figure 5. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Comparison between absolute quantity (mcg) of each PAH in the composite samples of the Milazzo-Valle del Mela area with those measured in PM₁₀ samples in the Sarroch site.

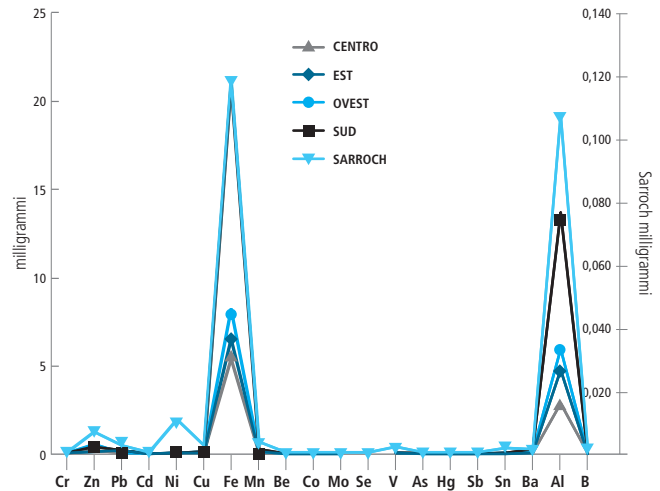


Figura 6. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Confronto fra le quantità assolute dei singoli metalli (mg) nei campioni aggregati di Milazzo-Valle del Mela e nel campione di PM₁₀ di Sarroch.

Figure 6. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Comparison between absolute quantity (mg) of each metal in the composite samples of the Milazzo-Valle del Mela area with those measured in PM₁₀ samples in the Sarroch site.

ta l'emissione di fumi, ma altrettanto variabili sono state le modalità della combustione e, con esse, la diversa produzione di composti quali gli IPA. Si tenga conto che nelle prime ore l'incendio si è manifestato con fiamme altissime e temperature di combustione molto elevate, mentre successivamente l'intervento delle squadre antincendio si è concretizzato nel controllo della combustione fino a completo esaurimento del combustibile, raffreddando il serbatoio e, di conseguenza, provocando l'abbassamento della temperatura di combustione. In questa fase, protrat-

tasi per alcuni giorni, non si osservavano fiamme, ma solo emissione di fumi neri.

Il fatto che nella zona Est gli IPA risultino praticamente assenti avvalorava l'ipotesi che le quantità di questa categoria di inquinanti riscontrate nelle altre zone dipendano, soprattutto, dall'evento incidentale e non da emissioni continue dagli impianti. Infatti, in presenza di emissioni continue, difficilmente nel corso del tempo non si sarebbero avute ricadute anche nella zona Est a causa di venti o brezze provenienti dal quadrante occidentale.

Peraltro, considerata la relativa instabilità degli IPA, decomponibili per degradazione termica già a temperature ambientali, per via ossidativa a causa della presenza di ozono atmosferico e per attacco batteriologico, il fatto che nei campioni si siano riscontrate elevate quantità suggerisce la vicinanza temporale fra l'emissione e la deposizione al suolo.

	SARROCH	CENTRO	EST	OVEST	SUD
Zn (mg)	0,007	0,161	0,133	0,569	0,393
Fe (mg)	0,119	5,388	6,505	8,173	20,972
Al (mg)	0,108	2,838	4,758	5,916	13,616
Totale metalli (mg)	0,233	8,387	11,396	14,657	34,981
Totale IPA (mg)	0,0065	6,677	0,075	12,717	11,106
Rapporto IPA/(Zn+Fe+Al)	0,028	0,796	0,007	0,868	0,317

Tabella 3. Studio sulla ricaduta di sostanze inquinanti a seguito dell'incendio della raffineria del settembre 2014 nell'area di Milazzo-Valle del Mela. Quantità assolute di IPA e di metalli (mg) e loro rapporto nei campioni aggregati dell'area di Milazzo-Valle del Mela e nel PM₁₀ campionato nell'area di Sarroch.

Table 3. Study on pollutants fall-out after the oil refinery fire (September 2014) in the Milazzo-Valle del Mela area (Southern Italy). Absolute quantity (mg) and ratio of PAH and metals in the composite samples of the Milazzo-Valle del Mela area with those measured in PM₁₀ samples in the Sarroch site.

VALUTAZIONE COMPARATIVA

L'area di Milazzo, in particolare la zona di Archi, comprende insediamenti industriali, fra cui una raffineria e una centrale termica. Una zona con caratteristiche simili è quella di Sarroch (Cagliari) che, oltretutto, è anch'essa sulle coste del Mar Tirreno.

A Sarroch è in corso una campagna di rilevamento di inquinamento atmosferico che comprende la determinazione di IPA e di metalli su campioni di polveri PM₁₀.

Appare di interesse confrontare i dati rilevati a Sarroch – cioè i valori medi di campagne autunnale (2014), invernale

le (gennaio 2015), primaverile (2015), 16 giorni a stagione – con quelli oggetto della presente relazione.⁶

In figura 5 si mostra il profilo delle quantità assolute degli IPA (per semplicità si è ommesso quello della zona Est di Milazzo, caratterizzato da valori trascurabili). Dal punto di vista qualitativo, nella composizione della miscela di IPA di Sarroch appaiono non rilevanti i termini a più basso peso molecolare e minore numero di anelli benzenici condensati (Phe, Flt, Pyr). Più rappresentati, invece, sono BaA, Cry e BbF. Di minore rilevanza e non univoche risultano le differenze per gli altri IPA.

In figura 6 si mostra il profilo delle quantità assolute di metalli. Dal punto di vista qualitativo, la composizione della miscela di metalli di Sarroch appare praticamente analoga a quella dei campioni di Milazzo, salvo una maggiore rilevanza di Al e la presenza di piccole quantità di Ni e altri metalli pesanti.

In tabella 3 sono sintetizzati i valori delle quantità assolute di IPA e dei metalli Zn, Fe e Al (si sono trascurati gli altri perché non presenti nei fogli di carta assorbente) e si mostra il rapporto IPA/(Zn+Fe+Al).

Si osserva che i campioni della zona Est mostrano un rapporto molto basso, coerentemente con la presenza di IPA in piccola quantità. Invece, il rapporto calcolato per le zone Centro e Ovest appare molto elevato, circa 30 volte quello calcolato con i dati di Sarroch. Una situazione intermedia è riscontrata per la zona Sud, dove il rapporto è circa 10 volte quello di Sarroch.

Appare evidente il grande eccesso di IPA nelle polveri campionate a Milazzo rispetto a quelle di Sarroch, assolutamente non giustificato dal diverso tipo di modalità di raccolta delle polveri e dal diverso taglio granulometrico (le polveri sedimentate comprendono anche frazioni più grossolane del PM₁₀).

DISCUSSIONE SUGLI ASPETTI SANITARI

La pericolosità degli IPA sul piano sanitario è ben nota, anche se differenziata secondo lo specifico composto. Nella tabella 1e (vedi materiali aggiuntivi on-line) si riporta l'elenco degli IPA classificati dallo IARC «probabili cancerogeni» (2A) o «possibili cancerogeni» (2B).

Riguardo agli IPA classificati come «probabili cancerogeni», si osserva che il BaP è presente in notevole quantità nelle polveri raccolte nella zona Centro ma anche nelle zone Sud e Ovest, mentre il BaA è presente in quantità significative nelle polveri raccolte nelle zone Centro e Ovest (figura 2).

Anche gli IPA «possibili cancerogeni», a eccezione di dibenzo(a,h)pirene (DBaHP) e dibenzo(a,i)pirene (DBaiP), sono largamente rappresentati nei campioni di polveri di raccolti soprattutto nelle zone Ovest e Centro (il benzo(k+j) fluorantene (BkFlt + BjFlt) anche nella zona Sud).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati dell'indagine condotta sulle polveri raccolte nella zona di Milazzo nei giorni immediatamente successivi all'incendio occorso presso la raffineria hanno messo in luce la ricaduta di polveri contenenti notevoli quantità di IPA, ovvero di sostanze pericolose per la salute pubblica.

Le maggiori ricadute hanno interessato sia le immediate vicinanze del serbatoio incendiato sia le zone a Ovest e, in misura minore, quelle a Sud dell'impianto, nel raggio di alcuni chilometri.

Di conseguenza, la popolazione è risultata esposta a inquinamento atmosferico e, se non sono state adottate opportune cautele, potrebbe avere assunto ulteriori dosi di sostanze pericolose anche per via alimentare.

La tipologia dei campioni analizzati non consente di stimare con sufficiente accuratezza le concentrazioni atmosferiche di IPA nel periodo di interesse, utili a un confronto con i limiti fissati per il BaP dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010). Tuttavia, per tale scopo potrebbe risultare utile acquisire i risultati nel monitoraggio effettuato da ARPA Sicilia.

ARPA Sicilia ha pubblicato recentemente il rapporto *Incendio di virgin nafta nel serbatoio di stoccaggio TK513 della raffineria di Milazzo. Analisi modellistica per la valutazione della dispersione dei fumi di combustione*.⁷ In questo rapporto sono state considerate solo le prime 10 ore, perché i Vigili del fuoco intervenuti hanno dichiarato estinto l'incendio alle 10.30 del 27 settembre. E' tuttavia chiaro che l'emissione di inquinanti è continuata (peraltro in modalità ben più preoccupante per la temperatura di combustione più bassa, la maggiore carenza di ossigeno e il minore sollevamento del pennacchio, tra le altre cose da considerare) come documentato dal presente studio.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

BIBLIOGRAFIA

1. Lettera del Sindaco del Comune di San Pier Niceto al Prof. Annibale Biggeri. Prot. 7252 29; Settembre 2014.
2. Ricchiuti A, Lotti A, Astorri F, Caparresi M. *Mappatura dei pericoli di incidente rilevante in Italia*. Edizione 2013. ISPRA, Rapporti 181/2013. Disponibile all'indirizzo: http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto_181_2013.pdf
3. Rodriguez H, Quarantelli EL, Dynes R (eds). *Handbook of Disaster Research*. 1st edition. New York, Springer, 2007.
4. Interagency Working Group on Refinery Safety. *Improving Public and Workers Safety at Oil Refineries. Report of the Interagency Working Group on Refinery Safety*. Sacramento, California Environmental Protection Agency, 2014; p. 21. Disponibile all'indirizzo: <http://www.calepa.ca.gov/Publications/Reports/2014/RefineryRpt.pdf>
5. Idro-Consult Laboratori riuniti srl. *Rapporti di prova*. Disponibili presso: Società per l'epidemiologia e la prevenzione "Giulio A. Maccacaro" Impresa Sociale srl. Milano 2015.
6. Grechi D. *Qualità dell'aria a Sarroch. Esito della campagna di indagine per la determinazione di idrocarburi policiclici aromatici e di metalli (ottobre 2014-luglio 2015)*. Rapporto per il Comune di Sarroch. Disponibile presso: Società per l'epidemiologia e la prevenzione "Giulio A. Maccacaro" Impresa sociale srl. Milano 2015.
7. Abita A, Condò M, Caldara S, Infantino V, Madonia G. *Incendio di virgin nafta nel serbatoio di stoccaggio TK513 della raffineria di Milazzo. Analisi modellistica per la valutazione della dispersione dei fumi di combustione*. Relazione Tecnica. ARPA Sicilia 2015.