Sistema Salute, 63, 1 2019: pp. 11-40 ISSN 2280-0166

Dai danni alle esposizioni o dalle esposizioni ai danni? Una analisi di caso nel Sin Terni-Papigno

From damages to exposures or from exposures to damages? A case analysis in the Terni-Papigno's Site of National Interest

Carlo Romagnoli, Fabio Neri*, Lucio Pala**

Medico specialista in Igiene, Epidemiologia e Sanità Pubblica, Presidente ISDE Umbria
** Sociologo, Presidente Comitato No Inceneritori Terni*
*** Insegnante, Presidente Osservatorio sulla discarica di Borgogiglione (PG)*

Parole chiave: prevenzione primaria, caratterizzazione ambientale, caratterizzazione epidemiologica, falsi negativi, ecodistretti

SOMMARIO

Premesse: in Italia vi sono 45 Siti di Interesse Nazionale (SIN) in cui vivono circa 6 milioni di esposti a inquinanti ambientali per i quali il Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) 2014-2019 non ha previsto interventi mirati. Dato che in sanità pubblica la forza di una raccomandazione deriva dalla forza della associazione causale tra esposizione e danni alla salute, si pone il problema di valutare tale dimensione tra le evidenze disponibili sulle esposizioni e rispettivamente sui danni in atto nei SIN per verificare se esistono le basi per produrre raccomandazioni di maggiore forza.

Obiettivi: è stata condotta una analisi di caso nel Sin Terni Papigno per: 1) raccogliere le evidenze disponibili su emissioni e contaminazioni di matrici ambientali e dati di biomonitoraggio; 2) esaminare la forza della associazione causale per le evidenze disponibili sulle esposizioni a rischio nel SIN in funzione della forza delle raccomandazioni che possono supportare; 3) esaminare la forza della associazione causale per le evidenze sui danni (Studi SENTIERI) in relazione alla forza della raccomandazione che possono produrre; 4) Produrre raccomandazioni di prevenzione primaria nei SIN di forza appropriata alla qualità delle evidenze disponibili.

Materiali e metodi: sono stati definiti due processi che possono supportare raccomandazioni di sanità pubblica nel SIN: 1) analisi e valorizzazione delle sostanze inquinanti rilevate da fonti e studi di caratterizzazione ambientale, di cui viene valutata la forza della associazione causale grazie alle evidenze di epidemiologia inferenziale; 2) analisi e valorizzazione degli studi di caratterizzazione epidemiologica, grazie all'intero corpo degli studi SENTIERI. A supporto sono state realizzate due linee di ricerca bibliografica,

Autore per corrispondenza: surfcasting.dakhla@gmail.com

la prima su studi e fonti scientifiche che riguardano distintamente esposizioni ambientali e danni alla salute nel SIN, la seconda sui programmi di prevenzione primaria volti a ridurre/eliminare la esposizione a cancerogeni in contesti analoghi al SIN studiato.
Risultati: 1) le evidenze sulla caratterizzazione ambientale nel SIN indicano negli anni 2007-2015 esposizioni involontarie importanti a diossine e furani, policlorobifenili, cromo, nickel, cadmio, arsenico, mercurio, piombo, NO2, PM10 ed altri inquinanti tramite la matrici aria, acqua, suolo ed alimenti, che sulla base delle conoscenze di epidemiologia inferenziale possono sostenere raccomandazioni di forza maggiore nel nuovo PNP 2020-2024; 2) gli studi di epidemiologia descrittiva condotti nel SIN hanno caratteristiche metodologiche intrinseche che non permettono di distinguere lo specifico apporto degli impianti del SIN e possono produrre potenziali falsi negativi. 3) vi sono esperienze di eliminazioni/riduzione della esposizione a cancerogeni in contesti produttivi non dissimili dal Sin Terni Papigno.
Conclusioni: è necessario integrare i risultati delle caratterizzazioni ambientale ed epidemiologica per produrre raccomandazioni più forti, tali da supportare nel nuovo PNP 2020-2024 programmi SIN-specifici di prevenzione primaria, basati anche su soluzioni altrove attivate. L'attivazione di processi di prevenzione primaria basati su tutela e caratterizzazione delle matrici ambientali e trasformazione dei fattori di pressione in base ai principi dell'economia circolare potrebbe dare vita nel SIN ad un "ecodistretto", dispositivo di prevenzione primaria teso a proteggere gli esposti da inquinamento e spossessamento.

Key words: primary prevention, environmental characterisation, epidemiological characterisation, false negatives, ecodistricts

SUMMARY
Background: in Italy there are 45 Sites of National Interest (SIN) where about 6 million people are exposed to environmental pollutants and for which the National Prevention Plan (PNP) 2014-2019 has not provided for targeted interventions. Given that in public health the strength of a recommendation derives from the strength of the causal association between exposure and damage to health, the problem arises of assessing this dimension among the available evidence on exposures and respectively on the damage taking place in the SIN to verify whether there is a basis for producing recommendations of greater strength.
Objectives: a case study was conducted in the Terni Papigno's SIN in order to: 1) collect the available evidence on emissions and contamination of environmental matrices and biomonitoring data; 2) examine the strength of the causal association for the available evidence on risk exposures in the SIN depending on the strength of the recommendations they may support; 3) examine the strength of the causal association for the evidence on damage (SENTIERI studies) in relation to the strength of the recommendation they may produce; and, 4) produce primary prevention recommendations in the SINs of strength appropriate to the quality of the available evidence.
*Materials and method*s: two processes have been defined that can support the public health recommendations in the SIN, the: 1) analysis and enhancement of pollutants detected by sources and studies of environmental characterization, of which the strength of the causal association is evaluated thanks to the evidence of inferential epidemiology; and the 2) analysis and enhancement of studies of epidemiological characterization, thanks to the SENTIERI study. Two lines of bibliographic research have been carried out to support the study, the first on studies and scientific sources that clearly concern environmental exposures and health damage in the SIN, the second on primary prevention programs aimed to reduce / eliminate exposure to carcinogens in contexts similar to the SIN studied.
Results: evidence on environmental characterisation in the SIN indicates in the years 2007-2015 significant unintended exposures to dioxins and furans, polychlorinated biphenyls, chromium, nickel, cadmium, arsenic, mercury, lead, NO2, PM10 and other pollutants via air, water, soil and food matrices,

which based on knowledge of inferential epidemiology can support recommendations of force majeure in the new PNP 2020-2024. The descriptive epidemiology studies conducted in the SIN have intrinsic methodological characteristics that do not allow to distinguish the specific contribution of SIN implants and may produce potential false negatives. 3) There are experiences of elimination/reduction of exposure to carcinogens in production contexts not dissimilar from Terni Papigno SIN.
Conclusions: it is necessary to integrate the results of environmental and epidemiological characterizations to produce stronger recommendations, in order to support the new PNP 2020-2024 SIN-specific primary prevention programs, also based on solutions activated elsewhere. The activation of primary prevention processes based on the protection and characterization of environmental matrices and the transformation of pressure factors based on the principles of circular economy could give rise to an "eco-district" in the SIN, a primary prevention device aimed to protecte those exposed from pollution and dispossession.

1) Premesse

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono stati definiti da una serie di atti legislativi[1]che ne stabiliscono gli elementi costitutivi: *caratteristiche del sito, quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini sanitari ed ecologici nonché il pregiudizio arrecato ai beni culturali e ambientali.* Le oltre 40 aree del territorio nazionale che rispondono a tali criteri consistono in aree contaminate piuttosto estese e che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee (1) per evitare danni ambientali e sanitari ai circa sei milioni di cittadini italiani che vi risiedono.

L'esposizione involontaria ad inquinanti che si realizza nei SIN solleva la preoccupazione degli esposti e degli operatori sanitari che chiedono interventi di prevenzione primaria e bonifiche che abbattano i rischi e restituiscano qualità alle matrici ambientali. L'azione delle istituzioni in risposta a tali preoccupazioni ha portato sostanzialmente a due linee di intervento:

- la prima, conoscitiva, consiste nel finanziamento da parte del Ministero della Salute, attraverso la Ricerca Finalizzata 2006 ex art. 12 Dlgs 502/1992, del Programma strategico nazionale «Ambiente e salute», coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS), che riguarda «*l'impatto sanitario associato alla residenza in siti inquinati, in territori interessati da impianti di smaltimento/incenerimento rifiuti ed alla esposizione ad inquinamento atmosferico in aree urbane*», ed è suddiviso in sei progetti di ricerca (41 unità operative). Uno dei progetti, denominato «*Rischio per la salute nei siti inquinati: stima della esposizione, bio monitoraggio e caratterizzazione epidemiologica*», comprende dieci unità operative, otto delle quali dedicate al Progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquina-

1. Tra cui principalmente il decreto legislativo 22/97 (decreto Ronchi), il decreto ministeriale 471/99 ed il decreto legislativo 152/2006.

mento). Il progetto, iniziato nel 2007 ha prodotto fino ad oggi 4 rapporti pubblicati dalla rivista Epidemiologia e Prevenzione, di cui: il primo illustra la metodologia individuata per la valutazione dell'evidenza epidemiologica (1), il secondo i dati di mortalità nei SIN relativi al periodo 1995-2002 (2); il terzo con un aggiornamento sui dati di mortalità, di incidenza tumorale e di ospedalizzazione nel periodo 2003-2010 (3); il quarto dedicato all'incidenza del mesotelioma nel periodo 2006-2011 (4), mentre è in attesa di pubblicazione il 5° rapporto SENTIERI, di cui sono stati anticipati risultati parziali relativi al SIN Terni Papigno in occasione di presentazioni promosse da regioni e asl in varie parti d'Italia (5).

- la seconda, operativa, trova sbocco nel Piano Nazionale della Prevenzione 2014-2019(6) dove il capitolo 8 propone una serie di strategie e obiettivi centrali per "Ridurre le esposizioni ambientali potenzialmente dannose per la salute", senza però che i SIN vi trovino citazioni specifiche, il che da un lato evidenzia che la forza dell'associazione casuale supportata dagli studi disponibili all'epoca della redazione del documento non è stata sufficiente a produrre specifiche raccomandazioni di sanità pubblica, mentre dall'altro lato certamente non rafforza l'iniziativa degli organi periferici del SSN.

Vi è quindi una disgiunzione tra:

1. le pericolose esposizioni involontarie subite da circa un decimo della popolazione italiana alla base della attribuzione della qualifica di SIN ai territori su cui risiede;
2. la pianificata produzione di dati epidemiologici sugli effetti per la salute di tali esposizioni involontarie con studi ed approfondimenti specifici condotti in ciascuno dei SIN;
3. le linee di intervento previste nel principale strumento programmatico del SSN, il Piano Nazionale della Prevenzione, che, puntualmente, individua tra i determinanti di tale disgiunzione anche gli "Inadeguati strumenti a supporto delle amministrazioni per la valutazione e gestione degli impatti sulla salute di problematiche ambientali (6)".

Dato che in sanità pubblica la forza di una raccomandazione deriva dalla forza dell'associazione causale nell'evidenza che la supporta, si pone il problema di valutare tale dimensione nelle evidenze disponibili sulle esposizioni e rispettivamente sui danni in atto nei SIN al fine di verificare se esistono le basi per raccomandazioni di maggiore forza.

Ci si propone di apportare un contributo alle problematiche sopra richiamate partendo da una analisi di caso centrata sul SIN Terni Papigno: la città di Terni, "una delle aree urbane ed industriali più inquinate dell'Italia centrale" (7) è situata in una depressione intramontana, delimitata dalla catena appenninica, dove "le particolari caratteristiche geomorfologiche e le condizioni meteorologiche limitano la dispersione e favoriscono l'accumulo degli inquinanti atmosferici" (8).

Nella città di Terni vivono circa 110.000 abitanti (109.246 nel 2012, circa un nono dei residenti in Umbria) che, oltre al profilo di rischio presente per gli altri cittadini italiani e umbri e derivante da inquinamento atmosferico da traffico e riscaldamento, stili di vita

incongrui, condizioni socio economiche di deprivazione, sono anche *involontariamente* esposti a inquinanti emessi dall'azienda siderurgica Acciai Speciali Terni SPA (di seguito TK-AST) e dalla discarica di rifiuti tossici e nocivi collegata alla sua attività (impianti che caratterizzano il SIN Terni Papigno), oltre che alle emissioni di due inceneritori ed a quelle residue di vecchi impianti ed attività industriali[2]. La definizione del Comune di Terni come SIN a inizio anni 2000 ha alimentato aspettative sia verso una precisa caratterizzazione del rischio industriale che verso la riduzione/ eliminazione delle esposizioni involontarie attraverso una piano di prevenzione primaria ben articolato e verificabile anche attraverso una partecipazione strutturata degli esposti. Nel Piano regionale della Prevenzione 2014-2018 è stata prevista l'attivazione di un Osservatorio su salute e ambiente.

2) Obiettivi

- Raccogliere le evidenze disponibili su emissioni e contaminazioni di matrici ambientali e dati di biomonitoraggio;
- esaminare la forza della associazione causale per le evidenze disponibili sulle esposizioni a rischio nel SIN in funzione della forza delle raccomandazioni che possono supportare;
- esaminare la forza della associazione causale per le evidenze sui danni (Studi SENTIERI) in relazione alla forza della raccomandazione che possono produrre;
- produrre raccomandazioni di prevenzione primaria nei SIN di forza appropriata alla qualità delle evidenze disponibili.

3) Materiali e metodi

Lo studio si è sviluppato attraverso le seguenti fasi:

1. Sono stati in primo luogo definiti due processi che possono portare a raccomandazioni di sanità pubblica per l'attivazione di interventi di prevenzione primaria nel SIN in cui si svolge l'analisi di caso (Fig.1): il primo centrato sulla caratterizzazione ambientale parte dalla conoscenza quali quantitativa delle specifiche esposizioni prodotte dagli impianti attivi nel SIN specifico, per desumerne in base ad evidenze di epidemiologia inferenziale, raccomandazioni di sanità pubblica; il secondo si basa sulla caratterizzazione epidemiologica partendo dalle evidenze sui danni alla salute riscontrate negli esposti residenti nel SIN per desumerne, ove e per quanto possibile in base alle caratteristiche metodologiche degli studi disponibili, le esposizioni che le

2. L'acciaieria è stata collocata a Terni intorno al 1890 in quanto area interna che, prima dello sviluppo dell'aviazione non poteva essere raggiunta dai bombardamenti effettuati dalle coste, ed ha quindi prodotto anche situazioni di inquinamento in epoche precedenti che possono prolungare i loro effetti nel presente, in quanto non risulta effettuata una mappatura storica dei principali siti in cui sono state smaltite le scorie prima della attivazione della discarica per rifiuti tossici e nocivi, attivata nel 1982.

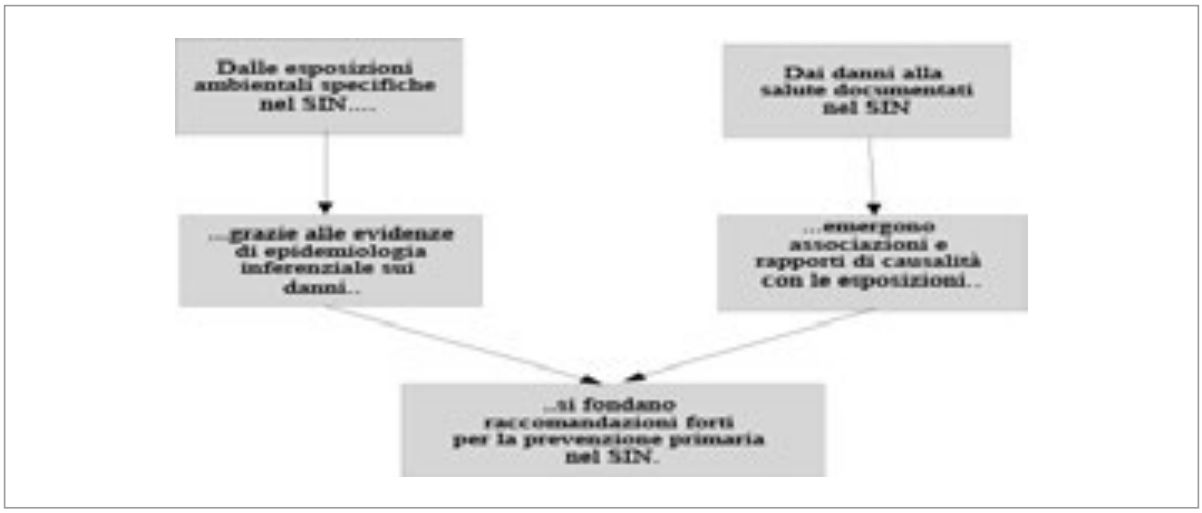


Fig. 1 - Gli approcci seguiti nella metodologia dell'analisi di caso sul SIN Terni Papigno

hanno generate e su questa base produrre raccomandazioni di sanità pubblica.

2. Acquisizione di evidenze relative a ciascuno dei due processi nel sito oggetto di analisi di caso riguardanti:
   a. dati/studi di caratterizzazione ambientale e valorizzazione delle evidenze relative alle sostanze inquinanti che emergono avere le caratteristiche fondative di un SIN nella normativa che li istituisce (caratteristiche del sito, quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini sanitari ed ecologici nonché il pregiudizio arrecato ai beni culturali e ambientali) in base alla forza della associazione causale presente negli studi di epidemiologia inferenziale;
   b. dati/studi di caratterizzazione epidemiologica e valorizzazione delle evidenze risultanti relative al SIN: si è fatto riferimento all'intero corpo degli studi SENTIERI, costituito nel caso di specie dai 4 studi pubblicati (1-4) più la anticipazione dei risultati dello studio Sentieri 5 per la parte specifica riguardante il SIN Terni Papigno illustrata in un evento pubblico organizzato nel settembre 2018 dalle agenzie regolatorie ASL 2 TR e ARPA in cui sono stati presentati risultati relativi al solo SIN di Terni (5). Nello specifico: a) per la mortalità si sono confrontati i dati relativi ai due periodi 1995-2002 e 2006-2013, entrambi elaborati con la standardizzazione e IC al 90%; b) per l'incidenza di tumori e la ospedalizzazione non è stato possibile effettuare confronti a partire dalla diversa standardizzazione dei dati negli studi Sentieri 3 (3) e nei dati anticipati nell'evento scientifico in cui sono state presentate anticipazioni dello studio Sentieri 5 (5). Per esaminare la presenza di potenziali falsi negativi i dati sui casi ospedalizzati nel periodo 2006-2013 di fonte SDO sono stati

confrontati con i casi incidenti nel 2006-2013 di fonte Registro Tumori Umbri di Popolazione.

3. Valutazione della forza della associazione per le sostanze emesse dagli impianti del SIN e definiti esiti di salute valorizzando le fonti primarie, che, in analogia a quanto previsto in SENTIERI 1, sono "intese come quelle che esprimono valutazioni basate su criteri standardizzati che pesano il disegno degli studi e la possibilità di distorsione dei risultati" (1 pag 17). Nello specifico le fonti primarie utilizzate sono:
   - per gli effetti cancerogeni si è fatto riferimento alla collana IARC, ed in particolare al volume 49 del 1990 dedicato alle evidenze cha fanno di cromo, nickel e saldatura cancerogeni di prima classe (9).
   - per gli effetti epigenotossici si è fatto riferimento al testo di Saura C. Sahu (2012) "Toxicology and epigenetics" Wiley (UK), pp 668 (10);
   - per gli effetti di Interferente Endocrino ai testi: a) WHO (2012) "State of the science of endocrinal disrupting chemicals" WHO Geneve, pp. 289 (11) ; b) A. C. Gore, V. A. Chappell, S. E. Fenton, J. A. Flaws, A. Nadal, G. S. Prins, J. Toppari, and R. T. Zoeller (2015) EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals.Endocr Rev. 2015 Dec; 36(6) (12)
4. Produzione di raccomandazioni

Sono state inoltre attivate due linee di ricerca bibliografica:

1. la prima su studi e fonti scientifiche che riguardano processi di caratterizzazione ambientale e biomonitoraggi svolti nel SIN in studio: una ricerca per parola chiave "Terni" effettuata su Medline nell'ottobre 2018 ha prodotto 1057 studi, tra cui ne sono stati selezionati 35 come pertinenti con le finalità dello studio: l'analisi dei testi ha poi portato ad una ulteriore selezione di 11 studi, di cui 10 inclusi nella panoramica riportata nel paragrafo 4.1.2). Tra tali fonti assumono rilevanza i dati sulle emissioni inquinanti in aria, acqua e suolo dello specifico impianto siderurgico di Acciai Speciali Terni SPA pubblicati in auto dichiarazione nel sito del Registro Europeo degli Inquinanti Rilasciati e Trasferiti[3](EPER) (13) su cui sono stati effettuati due accessi, uno nel settembre 2018 ed uno precedente nel marzo 2015.
2. una seconda linea di ricerca su Medline ha riguardato le evidenze disponibili sui programmi di prevenzione primaria volti a ridurre/eliminare la esposizione a cancerogeni in contesti produttivi e socio economici analoghi al SIN studiato.

3. Il Registro Europeo degli inquinanti emessi e trasferiti costituisce uno sviluppo specifico del Protocollo di Kiev, adottato nella capitale ucraina il 21 maggio 2003 ed i cui obiettivi ricomprendono e ampliano quelli già perseguiti a livello comunitario con il registro EPER e a livello nazionale attraverso la "dichiarazione INES": sviluppare l'accesso del pubblico alle informazioni ambientali attraverso l'implementazione di un registro delle emissioni e dei trasferimenti di inquinanti (principalmente di origine industriale) coerente a livello internazionale, diretto a monitorare le emissioni effettive annue, piuttosto che quelle autorizzate.

4) Risultati

4.1) Dalle esposizioni ai danni alla salute

In questo paragrafo vengono riportate le evidenze sulle esposizioni documentabili e le relative evidenze disponibili in epidemiologia inferenziale, distinguendo, data la mole di apporti, tra quanto emerge dal sito del Registro Europeo degli inquinanti emessi e trasferiti e dagli studi pubblicati su Terni.

4.1.1. I risultati delle ricerca sulle emissioni della acciaieria

Un notevole contributo informativo sugli effetti negativi per ambiente e salute derivanti dalle attività svolte negli impianti del SIN potrebbe provenire dai dati sulle emissioni in aria, acqua e suolo prodotte dai due impianti. Purtroppo al momento non disponiamo di una caratterizzazione di fonte pubblica o almeno operante in regime di terzietà, senza conflitti di interesse, sulle emissioni prodotte da questi impianti in quanto il fine dei controlli realizzati dalla agenzie regolatorie istituzionali è quello di riscontrare il rispetto delle emissioni previste nelle procedure autorizzative, che a loro volta si basano sulla applicazione delle migliori tecnologie disponibili nei processi produttivi. La normativa vigente in Europa, in Italia e in Umbria per le emissioni nelle matrici ambientali rinvia ad adempimenti affidati allo stesso produttore di rischio, quindi a dati di validità intrinsecamente limitata e per di più gravati da vincoli di riservatezza. Qui ci si avvale di quanto pubblicato da TK-AST sul sito dell'European Pollutant Release and Transfer Registry (13) che riporta dati sulle emissioni in aria, acqua e suolo dal 2007 al 2015 (tab. 1).

Inquinante emesso	Principali effetti documentati sulla salute				Quantità emessa nel 2007- 2015 SIN Terni Papigno	
	Cancerogeno	Epigeno tossico	Interferente endocrino	Tossicità d'organo	Emissioni in aria	Emissioni in acqua
Diossine e furani (TeQ)	1A classe IARC	si	si	Tossicità multi organo	9844 mg	
Policlorobifenili	1A classe IARC	si	si	-	28,3 kg	
Cromo e composti	1A classe IARC	si	-	Nefrotossico Allergiz. (10b)	6580 kg	21910 kg
Cadmio	1A classe IARC	si	si	Nefrotossico (10b)	648 kg	938,8 kg
Nickel	1A classe IARC	si	-	Nefrotossico Allergiz. (10b)	3856 kg	63420 kg
Mercurio	(metilmercurio 2B classe IARC)	-	si	Neurotossico (9)	1386 kg	16,5 kg
Piombo	-	-	si	Tossicità multi organo (10)	1044 kg	1506 kg
Arsenico	1A classe IARC	si	si			147,5 kg
PM10	1A classe IARC-	-	-	Cardiotossico, pneumotossico + altri (11)	306,2 ton	
Ossidi di azoto	-	-	-	Cardio tossico (12)	11.723 ton.	

Tab. 1 - Sostanze inquinanti emesse da Acciai Speciali Terni SPA. 2007-2015 (Fonte 13)

Le quantità annuali emesse dal 2007 al 2015 nell'aria della città di Terni da TK-AST in base al registro E-RPTR per gli inquinanti a più noto impatto sulla salute sono riportate nella figura 2.

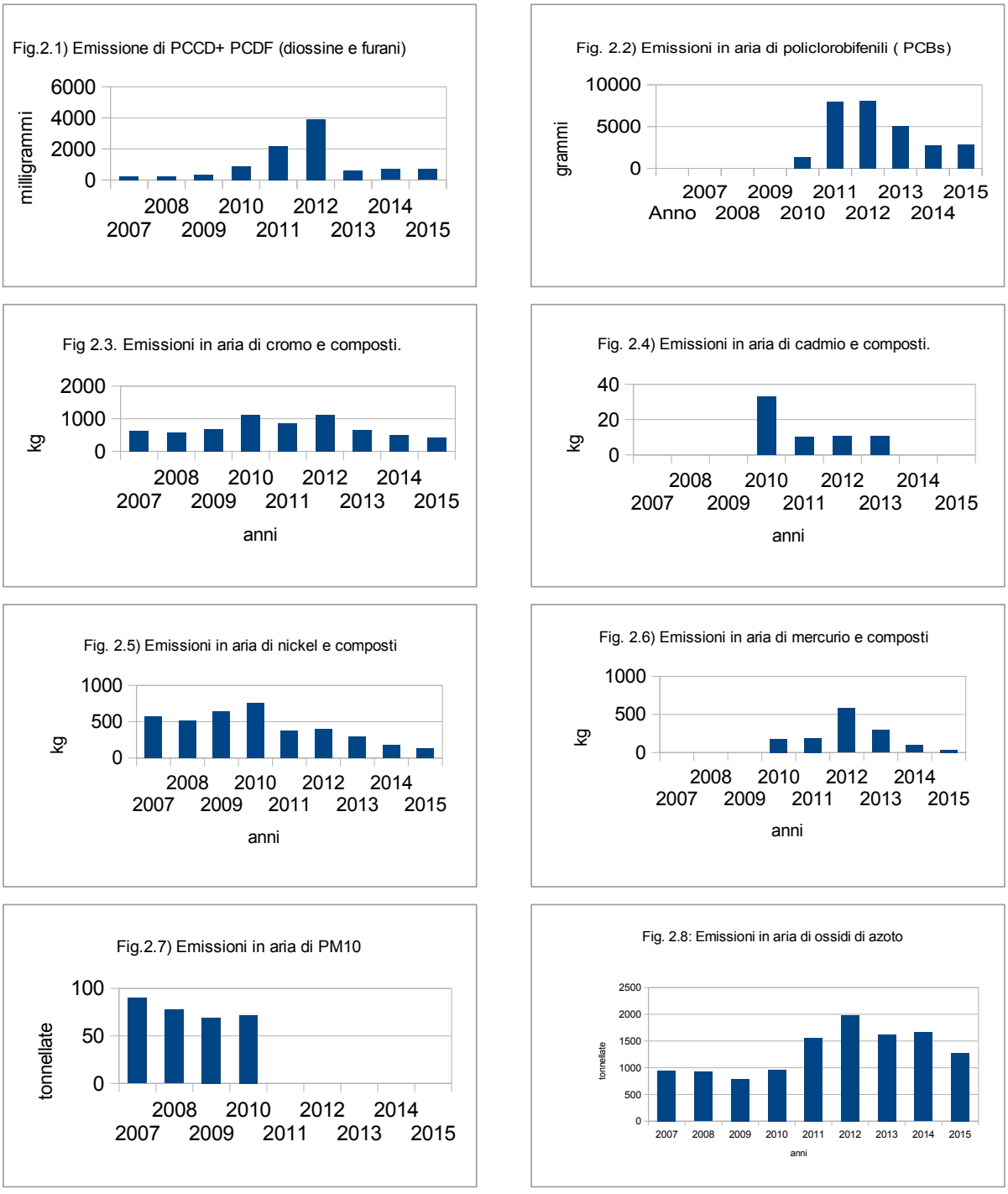


Fig. 2 - Quantità annuali emesse dal 2007 al 2015 nell'aria della città di Terni da TK – AST per gli inquinanti a più noto impatto sulla salute (Fonte 13)

Le emissioni auto dichiarate hanno andamenti variabili negli anni che risentono dei vari volumi di attività produttiva, con picchi intorno agli anni 2010-2012. Nell'aria della città vengono emesse in media tra una tonnellata ed una tonnellata e mezzo di cancerogeni di prima classe IARC, alcuni dei quali esplicando il loro effetto cancerogeno convergono sui medesimi organi bersaglio (polmone, emato-linfopoetico), altri, come le diossine ed i PCB hanno una tossicità elevatissima che configura milioni di dosi potenziali per gli esposti, che diventano miliardi nel caso dei bambini, con tempi di emivita nell'ambiente di almeno 15 anni.
Le quantità annuali emesse nell'acqua del fiume Nera che attraversa la città di Terni dalla Società Acciai Speciali Terni S.P.A. in base al registro E-RPTR dal 2007 al 2015 per gli inquinanti a più noto impatto sulla salute sono riportate nella figura 3.

Fig. 3.1) Emissioni in acqua di arsenico e composti.

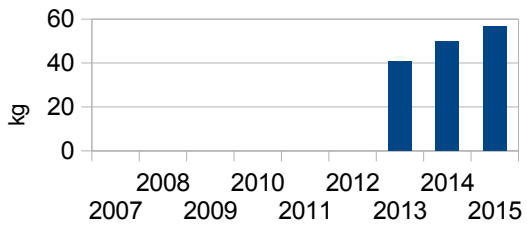


Fig. 3.2) Emissioni in acqua di cadmio e composti.

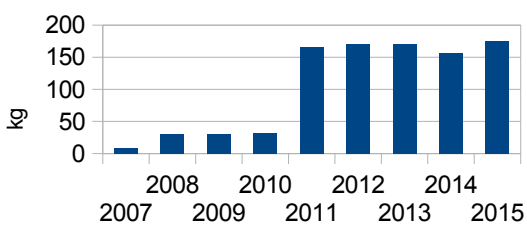


Fig. 3.3) Emissioni in acqua di cromo e composti

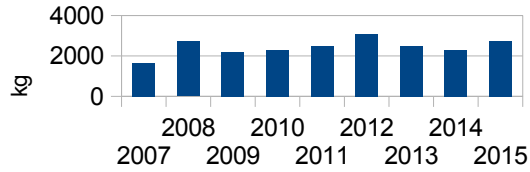


Fig. 3.4) Emissioni in acqua di nickel e composti.

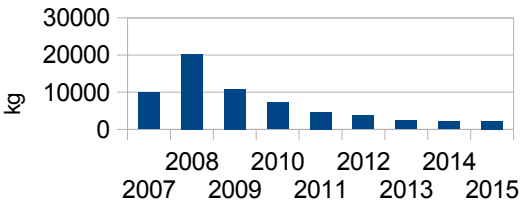


Fig. 3.5) Emissioni in acqua di mercurio e composti.

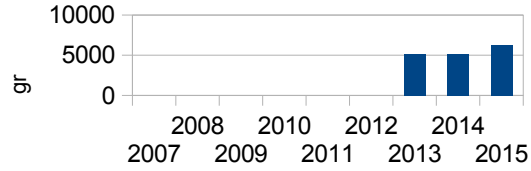
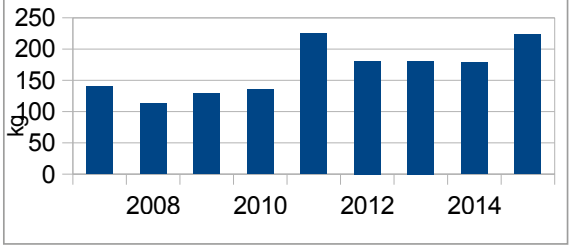


Fig. 3.6.a) Emissioni in acqua di piombo e composti.
Accesso sito 2018



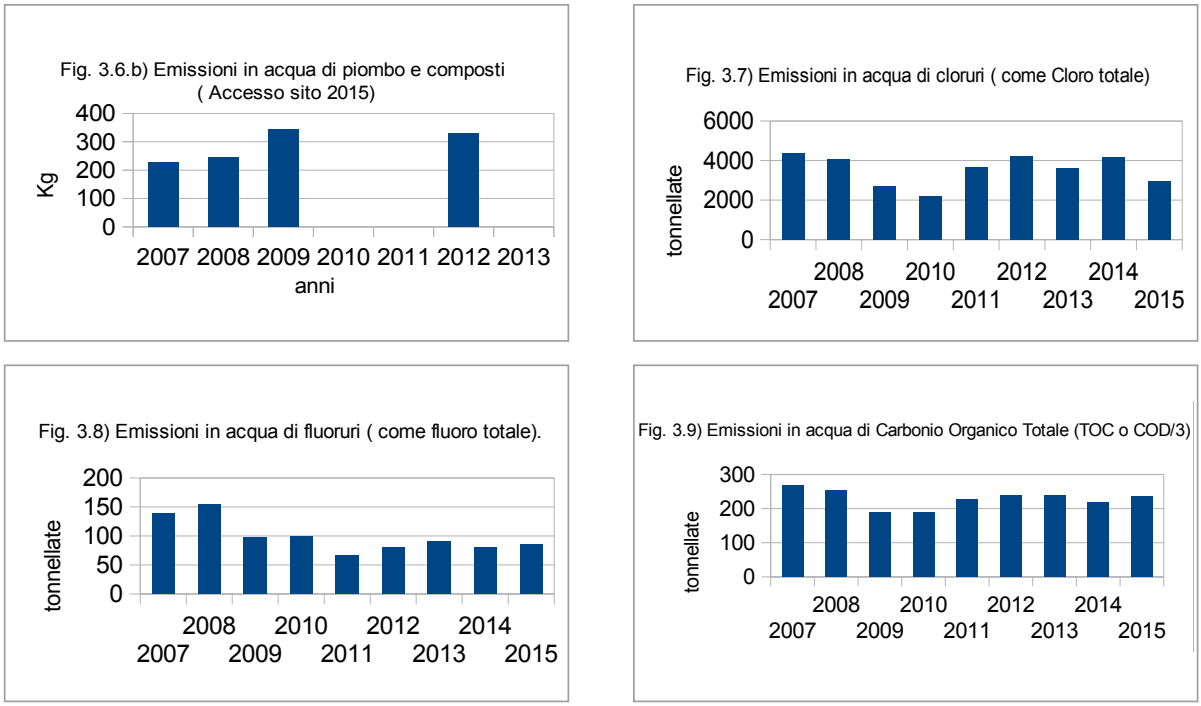


Fig. 3 - Quantità annuali emesse nell'acqua del fiume Nera da TK AST per gli inquinanti a più noto impatto sulla salute (Fonte 13)

Le quantità annue di rifiuti tossici e nocivi non altrimenti caratterizzati prodotti da TK - AST e distintamente riciclati o smaltiti nella discarica per rifiuti tossici e nocivi presente nel territorio del Comune di Terni sono riportate in figura 4. Nel 2007, durante gli scavi di costruzione di un tunnel, un denso lago sotterraneo di cromo esavalente (VI) è stato trovato sotto la discarica attiva dal 1982 (14).

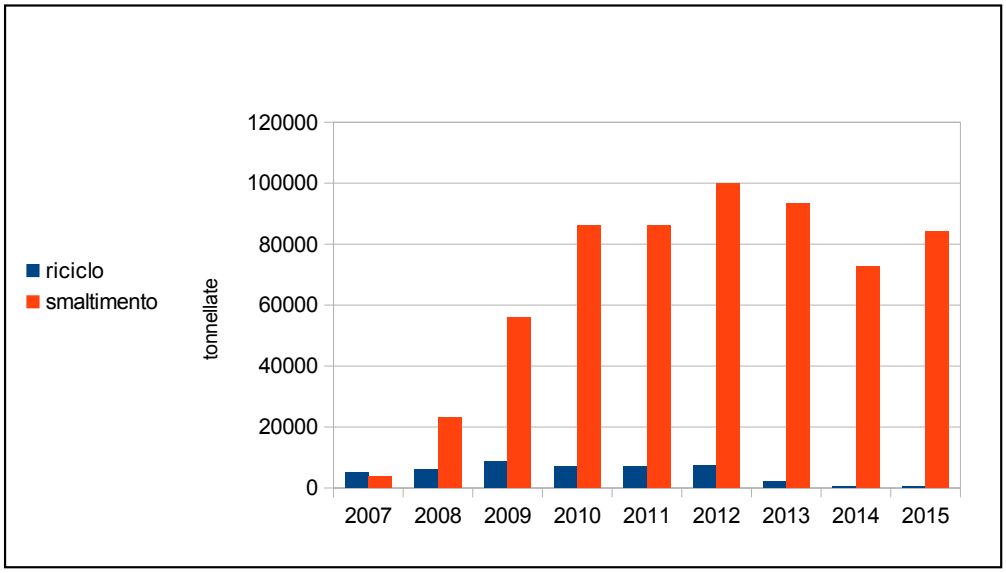


Fig. 4 - Rifiuti pericolosi prodotti per anno (Fonte 13)

4.1.2 Prima panoramica delle rilevazioni e degli studi scientifici condotti a Terni sull'inquinamento ambientale

Per la ***matrice aria*** nel 2011 Guerrini R (8) pubblica un ampio compendio delle rilevazioni e degli studi condotti da ARPA Umbria a Terni riportando dati che vanno dai primi anni 2000 al 2011, con specificazioni relative all'inquinamento da nickel e cromo (a partire dal 2008), che risultano presenti il primo in concentrazione superiore ai limiti ed il secondo in concentrazioni giudicate elevate rispetto ai valori riscontrati in altre città italiane, essendo all'epoca non definiti dalla normativa i limiti di concentrazione del cromo. Lo studio evidenzia la provenienza dei due metalli cancerogeni di prima classe IARC dall'impianto siderurgico.

Nel 2013 Moroni et al (7) effettuano misurazioni della distribuzione granulometrica degli aerosol e analisi delle singole particelle lungo il profilo verticale nell'atmosfera nel bacino di Terni, utilizzando un pallone aerostatico ad elio, legato e dotato di un contatore ottico di particelle, un impattore miniaturizzato a cascata con filtro di raccolta delle particelle e una stazione meteorologica portatile, facendo emergere distribuzioni distinte di numero, dimensioni e proprietà geochimiche di diverse classi di particelle negli aerosol. Questi riflettono comportamenti distinti e l'evoluzione spaziale/temporale delle particelle costituenti, insieme alla comune presenza di polveri in ingresso da fonti extraregionali a lungo raggio (ad esempio, gli ingressi di polveri sahariane).

Nel 2015 sempre ARPA Umbria ha pubblicato uno studio sui licheni epifiti rilevati in sette stazioni del territorio di Terni e comuni limitrofi, tra cui alcune di controllo, rilevando alterazioni dell'indice di biodiversità lichenica molto alte e alte nelle adiacenze di TK-AST e medie nelle adiacenze del polo di incenerimento, con bioaccumulo di arsenico, cromo e nickel nelle adiacenze di TK-AST e per CR e Ni anche nell'aria più contaminata del polo di incenerimento (15).

Nel 2017 Massimi e colleghi del Dipartimento di Chimica della Università La Sapienza di Roma hanno pubblicato uno studio sulla variabilità spaziale delle componenti elementari del PM10 nella città di Terni. Grazie all'utilizzo di nuovi campionatori intelligenti, utilizzati per la prima volta e operanti in parallelo in 23 siti di campionamento, distribuiti spazialmente al fine di valutare l'impatto di diverse fonti locali di PM10 è stato possibile descrivere la variabilità spaziale di sostanze traccianti delle diverse fonti di emissione (acciaieria, inceneritori, traffico, riscaldamento) e la diversa capacità di dispersione di ciascun elemento. La città di Terni è risultata essere, data la consistenza dei processi inquinanti e le particolari condizioni morfologiche e meteo climatiche, un'area ideale per testare e convalidare un nuovo metodo sperimentale per l'acquisizione di dati a risoluzione spaziale che offrono la possibilità di valutare adeguatamente la variabilità spaziale del PM10 e dei suoi effetti sulla salute umana (16).

L'ARPA Umbria pubblica a partire dal gennaio 2019 sul proprio sito istituzionale in

tempo reale le concentrazioni rilevate in tre stazioni urbane e due stazioni industriali dedicate a Terni per PM10, ossidi di zolfo, ossidi di azoto, ozono, PM 2,5 con finestre particolari per benzene, IPA su PM10, diossine su PM10, metalli pesanti su PM10, segnalando con apposite colorazioni la collocazione dei valori in relazione agli standard previsti dalla normativa (17).

Per la ***matrice acqua,*** il Dipartimento di Scienze della terra, della vita e dell'ambiente dell'Università di Urbino nel 2012 ha condotto uno studio sulle concentrazioni di metalli pesanti in campioni di Fontinalys antipyretica del Fiume Nera a monte ed a valle di TK- AST, rilevando nei campioni prelevati a valle concentrazioni superiori rispetto ai campioni prelevati a monte di circa tre volte per il cadmio, di circa 300 volte per il cromo, di circa 2 volte per il ferro, di circa 100 volte per il nickel, della metà per il piombo (!!) e del doppio per rame e zinco (18).

Per la ***matrice suolo***, Perone et al nel 2018, a partire dalla ricorrente osservazione che "Terni è una delle città più inquinate di Italia", hanno realizzato uno studio per capire se la composizione chimica del legno dell'anello di un albero può essere utilizzata per il monitoraggio della variabilità spazio-temporale degli inquinanti. I nuclei arborei sono stati prelevati da 32 roverelle (Quercus pubescens) situate a diverse distanze da diverse fonti inquinanti, tra cui una grande acciaieria. La presenza di oligoelementi indice (Cr, Co, Cu, Pb, Hg, Mo, Ni, Tl, W, U, V, e Zn) nel legno dell'anello dell'albero è stata determinata utilizzando ablazione laser ad alta risoluzione del materiale ligneo presente negli anelli di accrescimento annuali induttivamente accoppiato a plasma spettrometria di massa (LA-ICP-MS), ipotizzando che la presenza dei contaminanti rilevati negli anelli degli alberi riflettesse le attività industriali nel tempo. L'accumulo di contaminanti negli alberi è stato influenzato da attività antropogeniche nel periodo 1958 -2009, anche se i segnali variavano di intensità con la distanza degli alberi dall'impianto TK AST. Una limitazione più forte della crescita degli alberi è stata osservata in prossimità dell'acciaieria rispetto ad altre fonti inquinanti. Livelli di Cr, Ni, Mo, V, U e W sono aumentati nei profili ad anello degli alberi vicino all'acciaieria, specialmente durante gli anni '80 e '90, in corrispondenza di un picco di inquinamento in questo periodo, come registrato dalle stazioni per il monitoraggio della qualità dell'aria. Il contenuto di uranio negli anelli degli alberi è risultato difficile da spiegare, mentre il contenuto più elevato di Cu, Hg, Pb e Tl potrebbe essere collegato ai contaminanti rilasciati da inceneritori. Nel complesso l'accumulo di contaminanti negli anelli degli alberi rifletteva la variazione storica dell'inquinamento ambientale nel contesto urbano considerato (14).

Per la ***matrice alimenti***, analisi della concentrazione di metalli pesanti in campioni di insalate coltivate nelle zone di ricaduta delle emissioni di TK AST hanno rilevato nel 2014 una pesante contaminazione con livelli di oltre 3 mg di cromo per kg di prodotto, 0,676

mg/kg di nickel, 0,408mg/kg di piombo[4]. A queste rilevazioni ha fatto seguito il divieto di coltivare orti in definite aree della città, il che ha rappresentato una ulteriore misura di spossessamento degli esposti, mentre nessuna iniziativa è stata intrapresa a carico del produttore di rischio.

Per quanto riguarda i ***biomonitoraggi***, De Felip E et al hanno pubblicato nel 2015 uno studio condotto a livello nazionale su donne in età riproduttiva per il biomonitoraggio di diossine e furani + alcuni policlorobifenili [5]in regioni del nord, centro e sud Italia. In ogni regione, sono state selezionate per l'iscrizione aree di presunta diversa esposizione (rurale, urbana e industriale). Era presente anche un campione di donne umbre, tra cui erano presenti anche donne in età riproduttiva residenti sia Terni che in zone rurali. I prelievi sono stati effettuati negli anni 2011 e 2012. Dallo studio è emerso che: a) le concentrazioni medie di PCDD + PCDF, DL-PCB, NDL6-PCB e NDL9-PCB nei campioni di siero erano rispettivamente di 6,0 e 3,5 pg di WHO-TE05 / g di grasso e di 75 e 93 ng / g di grasso; b) l'età era la variabile che più influiva sulle concentrazioni sieriche mediane, mentre le concentrazioni aggiustate erano significativamente diverse tra le zone geografiche: le donne provenienti dal Nord Italia mostravano i valori più alti, seguiti dall'Italia centrale e meridionale; c) in ciascuna regione le concentrazioni di PCDD + PCDF erano significativamente più elevate nel gruppo di donne residenti in aree industriali rispetto al gruppo residente in aree rurali; d) una chiara tendenza temporale decrescente è stata osservata rispetto ai valori medi riportati negli studi precedenti; e) nel complesso lo studio ha documentato la necessità di interventi di prevenzione per ridurre l'esposizione a queste sostanze (19).

Gli stessi autori hanno effettuato con lo stesso campione anche uno studio di biomonitoraggio sulle concentrazioni sieriche di PFOS e PFOAS, che sono degli sregolatori della funzione endocrina svolta dagli ormoni androgeni. Le concentrazioni mediane di PFOS e PFOA erano rispettivamente di 2,43 e 1,55 ng g(-1). Sono state osservate differenze significative nelle concentrazioni di entrambi i composti tra le regioni italiane: le donne in età riproduttiva dell'Italia centrale avevano i più alti livelli di entrambi i composti, seguite dalle donne del nord Italia e del sud Italia. Non sono state riscontrate differenze nelle concentrazioni di PFOS tra donne provenienti da aree urbane/industriali e donne provenienti da aree rurali, mentre i livelli di PFOA erano significativamente più elevati nelle donne residenti in aree urbane/industriali che nelle donne residenti in aree rurali. Per entrambi i composti è stata osservata una tendenza temporale al ribasso dell'esposizione, se si confrontano i risultati del presente studio con quelli valutati in uno studio condotto nel 2008 (20).

4. Fonte: accesso agli atti Comitato No Inceneritori di Terni del 2014 .

5. I PCB sono costituiti da 209 molecole tutte cancerogene e qui ne vengono misurate solo alcune.

4.2) Dai danni alla salute alle esposizioni

Eventi pubblici come quello organizzato dalle agenzie regolatorie ASL e ARPA Umbria e dal Comune di Terni nel settembre 2014 (5) hanno diffuso i dati dello studio Sentieri 5 della sezione riguardante il SIN Terni Papigno con gli aggiornamenti di mortalità, incidenza tumorale e ospedalizzazioni nel periodo 2006-2013 e una importante sezione dedicata all'età pediatrico adolescenziale giovanile, anche se la pubblicazione ufficiale dello Studio Sentieri 5 deve ancora avvenire. Rinviando ad una analisi più complessiva che sarà possibile solo dopo la pubblicazione dell'intero rapporto, qui vengono presentate tabelle riassuntive che raccolgono per mortalità, incidenza tumorale e ospedalizzazioni i dati confrontabili tra i diversi studi[6] solo per le condizioni patologiche in cui si è riscontrato in almeno uno studio un eccesso statisticamente significativo, individuato in base al fatto che gli IC al 90% sono superiori a 100.

4.2.1 Mortalità

Le tabelle 2 e 3 mettono a confronto i Rapporti Standardizzati di mortalità (SMR) con IC al 90% relativi al periodo 1995-2002 e quelli relativi al periodo 2006-2013 per le grandi aggregazioni di cause di morte nei due periodi studiati e distintamente per i due sessi (in giallo solo le patologie con valori delle IC superiori a 100), permettendo di osservare:

- negli uomini incrementi della mortalità per tutte le cause (290 morti totali in eccesso rispetto all'atteso, sulla base del valore della stima puntuale), per tutti i tumori, per le

Tab 2. Andamento temporale della mortalità per specifiche cause con ambedue IC90% >100 in almeno uno dei due periodi confrontati nel Sin Terni Papigno. Rapporto standardizzato mortalità; intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale per le epoche analizzate (1995- 2002; 2006-2013). UOMINI.*

Causa	1995-2002		2006-2013	
	OSS	SMR (IC90%)	OSS	SMR (IC90%)
Tutte le cause	4939	102 (100-105)	5116	106 (103-108)
Tutti i tumori	1532	104 (100-108)	1664	107 (102-111)
Tumore mal.trachea, bronchi e polmone	409	107 (98-116)	393	113 (104-122)
Mesotelioma pleura	10	119 (65-202)	24	241 (173-337)
Tumori mal. rene e di altri non				
specificati organi urinari	49	133 (103-168)	52	120 (96-151)
Tumore maligno della vescica	85	116 (96-139)	93	133 (112-158)
Demenze	66	98 (79-120)	172	131 (116-149)
Malattia ipertensiva	92	106 (88-126)	162	135 (119-154)
Malattie dell'apparato digerente	226	106 (95-118)	198	113 (101-127)
Malattie dell'apparato genitourinario	84	109 (91-131)	102	118 (101-139)
Malattie glomerulari, malattie renali				
tubulo interstiziali, insuf. renale	46	110 (85-141)	91	122 (103-145)

** Fonte: 2 opc it; ,5 op cit.*

6. Nello studio di Pirastu et al 2014 (3) relativo al periodo 2003-2010 i dati sono stati standardizzati anche per indice di deprivazione, rendendo inappropriato il confronto.

Tab 3. Andamento temporale della mortalità per specifiche cause con ambedue IC90% >100 in almeno uno dei periodi considerati nel Sin Terni Papigno. Rapporto standardizzato mortalità; intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale per le epoche analizzate (1995- 2002; 2006-2013). DONNE*.				
Causa	**1995-2002**		**2006-2013**	
	OSS	**SMR (IC90%)**	**OSS**	**SMR (IC90%)**
Tutte le cause	4913	102 (99-104)	5566	106 (104-108)
Tumore mal.trachea, bronchi e polmone	89	105 (87-125)	177	140 (124-158)
Tumore maligno della mammella (F)	217	115 (102-129)	206	116 (104-130)
Tumore maligno della cervice uterina	45	93 (72-120)	67	131 (107-160)
Diabete mellito	190	102 (90-116)	223	128 (114-143)
Demenze	126	110 (94-128)	298	111 (101-123)
Malattie del sistema circolatorio	2326	99 (95-102)	2492	105 (101-108)
Malattia ipertensiva	169	112 (98-127	298	134 (122-148)
Malattie dell'apparato digerente	265	117 (105-129)	237	124 (111-138)

** Fonte: 2 opc it; ,5 op cit.*

malattie dell'apparato digerente e di quello urinario;

- nelle donne un aumento della mortalità per tutte le cause (314 morti totali in eccesso rispetto all'atteso sulla base del valore della stima puntuale), per le malattie dell'apparato circolatorio e per quelle dell'apparato digerente.

4.2.2 Incidenza dei tumori

Le tabelle 4 e 5 descrivono, rispettivamente per gli uomini e per le donne, l'incidenza tumorale, cioè i nuovi casi di tumore insorti nel periodo 2006-2013, per le sedi in cui vi è evidenza di eccessi di casi statisticamente significativa (ambedue gli IC > 100).

Nei maschi emergono, tra gli altri, eccessi: a) per tutti i tumori; b) per il mesotelioma della pleura che evidenzia un rischio elevato nel periodo 2006-2013, mentre in Sentieri 4 che raccoglieva i dati del periodo 2006-2011 in cui si sono verificati 23 casi tra maschi

Tab 4. Incidenza oncologica negli UOMINI per specifiche cause con ambedue IC90% >100 nel Sin Terni Papigno. Rapporto standardizzato di incidenza. Intervalli di Confidenza al 90% riferimento regionale per l'epoca analizzata. Fonte: 5, op cit.		
Causa	**2006-2013**	
	OSS	**SIR (IC90%)**
Tutti i tumori	3314	105 (102-108)
Tumore maligno del colon retto	515	110 (102-118)
Mesotelioma pleura	34	298 (219-396)
Tumore maligno della prostata	687	108 (101-115)
Tumore del sistema nervoso centrale	65	133 (107-164)
Tumore maligno della tiroide	62	151 (121-186)
Tumore maligno del tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati	288	112 (101-123)
Leucemia mieloide	49	140 (109-177)
Leucemia mieloblastica acuta	36	143 (106-188)

Tab 5. Andamento temporale della mortalità per specifiche cause con ambedue IC90% >100 in almeno uno dei periodi considerati nel Sin Terni Papigno. Rapporto standardizzato mortalità; intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale per le epoche analizzate (1995- 2002; 2006-2013). DONNE*.

Causa	1995-2002		2006-2013	
	OSS	SMR ID(IC90%)	OSS	SMR ID(IC90%)
Tutte le cause	4913	102 (99-104)	5566	106 (104-108)
Tumore mal.trachea, bronchi e polmone	89	105 (87-125)	177	140 (124-158)
Tumore maligno della mammella (F)	217	115 (102-129)	206	116 (104-130)
Tumore maligno della cervice uterina	45	93 (72-120)	67	131 (107-160)
Diabete mellito	190	102 (90-116)	223	128 (114-143)
Demenze	126	110 (94-128)	298	111 (101-123)
Malattie del sistema circolatorio	2326	99 (95-102)	2492	105 (101-108)
Malattia ipertensiva	169	112 (98-127	298	134 (122-148)
Malattie dell'apparato digerente	265	117 (105-129)	237	124 (111-138)

Fonte Studi Sentieri (2,5)

e femmine, il rischio non era statisticamente significativo, il che potrebbe dipendere da un picco di casi incidenti nel biennio 2012-2013, dove sarebbero stati diagnosticati altri 16 casi; c) per i tumori del sistema nervoso centrale, sede per la quale è stato osservato, in uno studio caso controllo, un cluster di 14 casi negli addetti all'acciaieria con un OR di 9,59 (IC90%= 2,76-33,34) cui ha fatto seguito, sembra, solo una pubblicazione scientifica (21); d) per i tumori maligni del tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati, nonché per la leucemia mieloide e mielobastica acuta.

Nelle donne emergono eccessi: a) per tutti i tumori; b) per quello di trachea bronchi e polmoni; c) per i tumori maligni del tessuto linfatico ematopoietico e tessuti correlati, al cui interno vi sono pure eccessi per le leucemie, per la leucemia mieloide e per quella linfatica cronica a cellule B.

4.2.3 Ospedalizzazioni/ prevalenza

Le tabelle 6 e 7 evidenziano rispettivamente per gli uomini e per le donne le patologie per le quali si sono registrate nel periodo 2006-2013 eccessi di ospedalizzazione statisticamente significativi rispetto al riferimento regionale, con ambedue i limiti fiduciali superiori a 100.

4.2.4 Sezione pediatrico-adolescenziale- giovanile

Sentieri 5 si arricchisce, rispetto agli studi precedenti, di una sezione "pediatrico- adolescenziale-giovanile", che sul piano metodologico accorpa i dati tra i sessi al fine di aumentare la numerosità delle osservazioni e produrre analisi biostatistiche più robuste da cui emerge:

- per la *mortalità*: il quadro della mortalità generale evidenzia dati in eccesso rispetto all'atteso per la mortalità generale nel primo anno di vita (25 casi, SMR = 140, IC90% 101-195), e in età adolescenziale (49 casi, SMR = 129, IC90% 102-163.

Tab 6. Rapporto standardizzato di ospedalizzazionei negli UOMINI per specifiche cause con ambedue IC90% >100 nel Sin Terni Papigno; intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale per l'epoca analizzata.. Fonte: 5, op cit

Causa	2006-2013	
	OSS	SHR (IC 90)
Tutte le cause naturali(escluse complicanze gravidanza, parto, puerperio	29177	113 (112-114)
Malattie infettive e parassitarie	1899	178 (171-185)
Tutti i Tumori	3862	110 (107-113)
Tumori maligni della pleura	42	232 (180-298)
Tumore del connettivo e di altri tessuti molli	49	172 (136-217)
Tumore della prostata	676	117 (110-125)
Tumore della vescica	481	109 (102-118)
Tumori maligni della ghiandola tiroidea	64	151 (123-185)
Linfoematopoietico totale	341	118 (108-129)
Linfomi non Hodgkin	168	124 (109 141)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	69	141 (116-172)
Malattie ereditarie e degenerative e altri disturbi del SNC	763	111 (105-118)
Malattie del sistema circolatorio	7733	108 (106-110
Malattie cardiache	4874	111 (108-114)
Malattie apparato respiratorio	4793	115 (113-118)
Malattie respiratorie acute	1876	120 (116-125)
Malattie polmonari croniche ostruttive	754	132 (124-140)
Malattie dell'apparato digerente	6747	107 (105-109)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	267	126 (114-139)
Malattie dell'apparato genitourinario	2207	124 (119-129)
Nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (compresa IRC)	505	120 (112-129)
Insufficienza renale cronica	340	135 (123-148)

Tab 7. Rapporto standardizzato di ospedalizzazione nelle DONNE per specifiche cause con ambedue IC90% >100 nel Sin Terni Papigno; intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale per l'epoca analizzata.. Fonte: 5, op cit

Causa	2006-2013	
	OSS	SHR (IC 90)
Tutte le cause naturali(escluse complicanze gravidanza, parto, puerperio	35542	115 (114-116)
Malattie infettive e parassitarie	1767	175 (168-182)
Tutti i Tumori	3543	108 (105-111)
Tumori maligni di trachea bronchi e polmoni	204	130 (115-145)
Tumore del connettivo e di altri tessuti molli	36	146 (111-192)
Melanoma maligno della cute	74	148 (122-179)
Tumore maligno della mammella	1052	116 (111-122)
Tumori maligni dell'utero	220	116 (104-129)
Linfoematopoietico totale	291	120 (109-132)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	61	146 (118-180)
Leucemie	97	123 (104-145)
Malattie del sistema circolatorio	6774	104 (102-106)
Malattie cardiache	4011	112 (109-115)
Insufficienza cardiaca	1255	113 (108-119)
Malattie cerebro vascolari	2119	106 (102-110)
Malattie apparato respiratorio	4003	121 (118-124)
Malattie respiratorie acute	1634	123 (118-129)
Malattie polmonari croniche ostruttive	651	150 (140-160)
Malattie dell'apparato digerente	5816	117 (114-119)
Malattie dell'apparato genitourinario	1673	130 (125-135)
Nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (compresa IRC)	368	117 (107-127)
Insufficienza renale cronica	229	132 (119-148)

- per l'*incidenza neoplastica*: sono stati registrati 94 casi di tumori maligni nel complesso delle età considerate (0-29 anni), dei quali 18 in età pediatrica e 2 nel primo anno di vita (tab. 8). In età giovanile si evidenzia un eccesso del 36% per tutti i tumori (63 casi, SIR = 136 (IC90% 109- 168); Il contributo all'eccesso complessivo deriva anche da un eccesso dell'80% di tumori delle cellule germinali, trofoblastici e gonadici, per il quale si registrano 14 casi incidenti (SIR = 181 (IC90% 109-283). Si segnala infine che gli eccessi, con l'eccezione dei tumori delle cellule germinali, trofoblastici e gonadici, si mantengono anche quando si considera l'intero intervallo di età analizzate (0-29 anni).
- per la ospedalizzazione/ prevalenza: il numero di ricoverati è sistematicamente in eccesso rispetto all'atteso nelle diverse classi di età considerate per tutte le cause naturali e per le malattie respiratorie acute. Eccessi specifici per classe di età si registrano per i tumori del sistema nervoso centrale (0-14, 0-19 anni), per i tumori linfoemopoietici e i linfomi (0-14 anni), e per tutti i tumori (20-29 anni).

4.2.5 Cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata

Gli Studi Sentieri sono degli studi di epidemiologia descrittiva che non hanno le caratteristiche metodologiche per produrre inferenze causali. Per cercare di superare questo limite costitutivo, gli epidemiologi che hanno progettato SENTIERI hanno effettuato una revisione della letteratura esistente per indagare la forza della associazione tra la presenza di determinati impianti inquinanti e definite cause di malattia o morte, puntando a creare le condizioni per quella che è stata definita "*valutazione a priori*" (1, op cit). Dall'analisi della letteratura, per le specificità proprie della categoria generale "*impianto siderurgico*" è emersa una associazione di forza "Sufficiente" o "Limitata" per le sole malattie del sistema respiratorio ed, al loro interno, per le malattie respiratorie acute, le malattie respiratorie croniche e per l'asma.

Nei confronti di queste patologie nello studio SENTIERI 5:

a. l'analisi della mortalità non indica eccessi statisticamente significativi né per gli uomini né per le donne per nessuna malattia respiratoria;
b. non trattandosi di malattie tumorali, l'incidenza tumorale non fornisce alcuna indicazione;
c. l'analisi della ospedalizzazione/prevalenza evidenzia eccessi significativi cumulando i generi (vedi tab 8) mentre nella sezione giovanile-adolescenziale anche per la classe di età 0-29 emergono eccessi di ospedalizzazione per le malattie respiratorie acute, ma non per l'asma.

4.3 Evidenze relative alla eliminazione/riduzione delle emissioni di cancerogeni in contesti analoghi al SIN Terni Papigno

Devra Davis, riflettendo sulla storia segreta della guerra al cancro rileva come "la lotta

Tab. 8: Incidenza cause oncologiche in età giovanile 0-29 anni. Numero di casi osservati (Oss), Rapporto standardizzato di incidenza (SIR), IC 90%, Riferimento pool dei registri (2006-2013), generi cumulati. Fonte 5

	20-29 anni		0-29 anni	
	Oss	SIR (90%IC)	Oss	SIR (90%IC)
I-XII Tutti i tumori maligni	63	136 (109-168)	94	130 (109-155)
I-XII Tutti i tumori maligni inclusi i non maligni del SNC	63	132 (106-163)	94	124 (104-148)
I-II Tumori del linfoematopoietico totale	15	130 (80-201)	31	130 (94-176)
I Leucemie	<3		10	105 /57-178)
Ia Leucemia linfoide	<3		6	110 (48-217)
Ib Leucemia mieloide acuta	<3		3	152 (41-393)
II Linfomi	13	(148 (88-236)	21	147 (99-212)
Iia Linfoma di Hodgkin	6	106 (45-209)	12	136 (78-220)
II-bc linfoma non Hodgkin	5	184 (73-387)	7	151 (71-284)
III Tumori del SNC maligni	<3		6	133 (57-260)
III Tumori del SNC maligni e non maligni	<3		6	75 (33-148)
IV Neuroblastoma	<3		3	198 (54-511)
X Tumori delle cellule germinali, trofoblastici e gonadici	14	181 (109-283)	14	155 (94-242)
Xib Tiroide	9	112 (58-195)	10	104 (57-177)
Tumori embrionali	13	154 (91-245)	23	150 (103-213)

al cancro ha combattuto molte battaglie sbagliate con le armi sbagliate ed i comandanti sbagliati" (22).

Per iniziare a riflettere su quelle che possono essere le battaglie giuste Jacobs et all in "Reducing the use of carcinogens: the Massachusetts experience" (23) partono dalla assunzione *che la riduzione dell'uso di sostanze tossiche (TUR) è centrale in una strategia globale di prevenzione del cancro*. La TUR punta alla riduzione dell'uso di sostanze chimiche cancerogene migliorando i processi produttivi e identificando e adottando alternative più sicure. L'analisi di Jacobs e colleghi si basa su 20 anni di dati raccolti dalle industrie che riferiscono al programma TURA (Toxics Use Reduction Act) del Massachusetts per valutare le tendenze nell'uso e nel rilascio di sostanze chimiche associate al cancro. Partendo da un elenco di cancerogeni noti e sospetti sviluppati da fonti autorevoli, sono state analizzate le tendenze nell'uso e nella emissione di sostanze chimiche da parte di impianti industriali che hanno aderito al programma TURA dal 1990 al 2010, facendo emergere che l'uso segnalato e le emissioni di agenti cancerogeni da parte di queste aziende del Massachusetts sono diminuite drasticamente nel tempo. L'uso segnalato è diminuito del 32% dal 1990 al 2010 e le pubblicazioni hanno registrato un calo del 93% dal 1991 al 2010 (nel 1991 sono stati introdotti nel programma altri settori industriali, comprese le società elettriche). Riduzioni particolarmente elevate sono state ottenute nell'uso di tricloroetilene, percloroetilene e cadmio e composti di cadmio. L'analisi di gruppi di sostanze chimiche associate a specifiche sedi tumorali mostra tendenze simili. Sono state identificate importanti opportunità per ulteriori riduzioni di molti agenti cancerogeni, tra cui la formaldeide, il cromo esavalente e una varietà di composti alogenati.

5. Discussione

Abbiamo passato in rassegna le evidenze connesse con due processi di caratterizzazione, quello ambientale e quello epidemiologico nel SIN di Terni. Dal primo emerge che:

1. i dati del registro E-RPTR evidenziano, pur avendo limiti costitutivi, l'emissione nell'aria della città, nelle acque del fiume Nera che la attraversa e nelle discariche per rifiuti tossici e nocivi che insistono sul suo territorio, negli anni 2007-2015, di quantità spesso importanti e talora impressionanti di diossine e furani, policlorobifenili, cromo, nickel, cadmio, arsenico, mercurio, piombo, NO2, PM10 ed altri inquinanti che in base alle conoscenze di epidemiologia inferenziale determinano azione cancerogena, epigenotossica, di interferente endocrino e/o risultano tossici e patogeni per vari organi e sistemi.
2. le evidenze prodotte dagli studi sulle matrici ambientali permettono di distinguere i diversi contributi e le aree di contaminazione connesse con TK AST, polo di incenerimento, traffico urbano e sistemi di riscaldamento domestico;
3. i dati relativi al biomonitoraggio su donne in età fertile evidenziano presenza nel siero e nel grasso di quantità non trascurabili di diossine e furani, e di alcuni PCB, che risultano maggiori nelle residenti a Terni rispetto a quelle residenti in zone rurali dell'Umbria, mentre quantità importanti di queste sostanze che tendono a persistere a lungo nell'ambiente sono state rilasciate nell'aria della città negli anni in cui sono stati acquisiti i campioni biologici, deponendo per possibili incrementi delle dosi assorbite e accumulate nei tessuti dalle donne in età fertile.
4. In questo quadro i risultati dei biomonitoraggi su PFOA e PFAS che derivano da esposizioni diverse da quelle emesse da TK-AST, sempre in donne in età fertile adducono ulteriori motivi di preoccupazione a causa della presenza di molteplici sostanze ad effetto di interferente endocrino ed epigenotossico.

Dal secondo emergono, tra le altre evidenze:

a. eccessi nella mortalità 'per tutte le cause' sia negli uomini che nelle donne,
b. maggiore incidenza per “tutti i tumori” sia negli uomini che nelle donne e nelle età giovanili.
c. maggiore rischio di ospedalizzazione per le malattie respiratorie (evidenza di “associazione a priori”, quindi attribuibile alle esposizioni specifiche del SIN), nonché di ricovero 'per tutte le cause' sia per gli uomini che per le donne.

Nel complesso, salvo il caso delle ospedalizzazioni per malattie respiratorie, gli eccessi di danno documentati - dati i limiti intrinseci degli studi descrittivi - sono attribuibili alla mancata o insufficiente prevenzione verso tutti i principali fattori di rischio presenti a Terni (inquinamento atmosferico da traffico e riscaldamento, stili di vita incongrui, condizioni socio economiche di deprivazione, oltre che alle emissioni di un polo di incenerimento ed a quelle residue di vecchi impianti industriali), senza che sia possibile

distinguere l'apporto degli impianti del SIN all'aumentato carico di malattia e morte pure evidenziato.
L'analisi di caso ha quindi raccolto molteplici evidenze che pongono molte domande.
In questa sede la discussione verterà intorno a tre are di quesiti:

1. Quali sono i limiti e le potenzialità di questa analisi di caso?
2. Gli approcci programmatico e biostatistico/epidemiologico messi in atto dalle istituzioni risultano equamente conservativi per gli interessi dei produttori di rischio e per quelli degli esposti?
3. Il complesso delle evidenze prodotte dalle caratterizzazioni ambientale ed epidemiologica può supportare raccomandazioni di sanità pubblica nel PNP 2020-2024 di maggiore forza rispetto a quanto avvenuto in passato?

5.1) Limiti e potenzialità della presente analisi di caso

Come tutti gli studi anche questa analisi di caso presenta limiti di metodo e di merito che vanno evidenziati. Tra i tanti assumono rilevanza:

- la *generalizzabilità limitata* dell'analisi di caso, dovuta in primo luogo all'essere per l'appunto l'analisi di un solo caso, quello del SIN Terni Papigno, in cui sono attive due fonti di esposizione ambientale: l'impianto siderurgico, che ha replicazioni in altri 7 SIN nazionali (Sesto San Giovanni, Trieste, Piombino, Massa Carrara, Taranto, Tito, Milazzo) ma non rappresenta la tipologia prevalente di SIN e la discarica per rifiuti tossici che vede la tipologia di fonte inquinante "discarica" essere presente in ben 26 siti su 45 (1 op cit pag 12-13), con specificazioni dettate dai particolari usi cui le 26 discariche sono destinate e che comportano la formazione di definiti sottogruppi; in questa direzione sarà importante disporre dell'intero corpo dei risultati dello studio Sentieri 5 per vedere se emergono profili di danno comuni a tutti i SIN con impianti siderurgici, nonché a quelli in cui insistono sia discariche analoghe per destinazione che impianti siderurgici;
- altre condizioni particolari non necessariamente riproducibili altrove riguardano *la autodichiarazione delle sostanze emesse da parte del produttore di rischio*, criticabile finchè si vuole (vedi più avanti) per l'affidabilità ed il conflitto di interesse, ma che potrebbe mancare negli altri SIN con impianti siderurgici, mentre qui fornisce notevoli argomenti all'analisi di caso; del pari la libertà concessa al produttore di rischio nell'autodichiarare le sostanze emesse dagli impianti, può comportare sia la eventuale omissione di alcuni inquinanti o la loro inclusione in categorie generali che ne impediscono l'apprezzamento, sia la modifica di dati già comunicati, si vedano le differenze tra le figure 3.6.a e 3.6.b, entrambe relative al piombo rilasciato in acqua ma che riguardano due accessi al sito ERPR svolti in due periodi differenti, 2015 e 2018.

- la assunzione di una *accezione ampia* del concetto di esposizione, che porta a ipotizzare una qualche forma di relazione lineare tra emissioni, contaminazioni ed esposizioni biologicamente attive, che se risulta consonante con il principio di precauzione, potrebbe creare problemi nella accettazione da parte del produttore di rischio chiamato a ridurre le esposizioni;
- la *parzialità delle due linee di ricerche bibliografiche*, condotte solo su PUBMED;
- la *mancata valorizzazione di materiale grigio* prodotto dalle lotte degli esposti (vedi le indagini svolte sulla contaminazione con diossine e PCB di latte e alimenti, che non ha raggiunto il profilo di pubblicazione ed è quindi non menzionata nella rassegna riportata nel paragrafo 4.2).

Allo stesso tempo, oltre ai limiti l'analisi di caso fa emergere alcune potenzialità:

- la *caratterizzazione ambientale basata sulla registrazione delle emissioni*, s*e operata in regime di terzietà* rappresenterebbe una indubbia base per individuare priorità nelle attività di prevenzione primaria, sia per misurare l'efficacia delle azioni preventive secondo l'esperienza del Massachusetts (19);
- se le categorie con cui sono state etichettate le fonti di esposizione "*impianto siderurgico*" e "*discarica*" così come sono, hanno supportato la ricerca bibliografica per le valutazioni a priori designando contesti omogenei per le esposizioni, esse *possono anche fornire la base per confronti omogenei tra le popolazioni esposte a impianti siderurgici ed a discariche per rifiuti provenienti da impianti siderurgici*, permettendo di disporre di *coorti di esposti di maggiore potenza statistica* rispetto a quelle presenti nei singoli SIN, cui per ora i dati si riferiscono; potrebbero pertanto essere costruite coorti sulla base della esposizione omogenea a impianti siderurgici e/o a discariche di rifiuti di impianto siderurgico, su cui effettuare studi descrittivi più potenti grazie alla maggiore numerosità delle osservazioni inserite nell'analisi, un problema non secondario dato che nei primi 4 studi SENTIERI l'analisi di ogni sito viene portata avanti singolarmente, nonostante la esiguità degli esposti in molti SIN; coorti ad esposizione omogenea possono consentire studi disegnati per evidenziare relazioni causali quali studi longitudinali retrospettivi e di altro tipo, data anche la esiguità e la parzialità degli studi disegnati per produrre inferenze causali nella letteratura scientifica in questo settore.
- *La disgiunzione tra legalità e giustizia ambientale* nel caso del Sin Terni Papigno emerge in modo palese: ad onta di tutte le risorse impegnate nei processi di caratterizzazione, Terni viene descritta in più di una pubblicazione scientifica come "*una delle città più inquinate del Centro Italia*" (14), "*contesto perfetto* per la realizzazione di studi volti a sperimentare nuovi metodi di caratterizzare ambientale" (16) per la consistenza e la molteplicità dei fattori di inquinamento. C'è da restare sconcertati di fronte a queste connotazioni, soprattutto se ci si pone dal punto di vista degli esposti che possono evincere dall'accesso al sito ERPR che nell'aria della città vengono emesse tra

una tonnellata ed una tonnellata e mezzo di sostanze cancerogene di classe 1 IARC ogni anno. Se il tutto è perfettamente legale, all'esposto appare anche perfettamente ingiusto, per non parlare di quanto possa essere ritenuta salubre e rassicurante una condizione del genere; la *disgiunzione* non migliora passando da dati brutalmente quantitativi a quelli qualitativi, dato che le dosi prodotte per adulti o peggio per i bambini da diossine, furani e PCB bastano per diversi milioni di persone. Questo elemento che emerge dalla nostra analisi rappresenta un *elemento comune a gran parte dei Sin Italiani* e *richiede profonde modifiche della normativa attuale*.

5.2 Gli approcci programmatico e biostatistico/epidemiologico messi in atto dalle istituzioni risultano equamente conservativi per gli interessi dei produttori di rischio e per quelli degli esposti?

Quale medico di sanità pubblica il referente umbro per la Società scientifica International Society of Doctors for Environment (ISDE) è stato inviato a rappresentare ISDE Italia nell'evento tenutosi il 12 /10/2018 a Pescara, nell'aula verde dell'Ospedale S. Spirito sul SIN di Bussi sul Tirino organizzato dalla Regione Abruzzo e che ha visto la partecipazione, tra i vari ospiti, di rappresentanti del Ministero della Salute e dell'Istituto Superiore di Sanità. In quella occasione ha portato un contributo valutativo su quanto sta accadendo nei 45 Siti di Interesse nazionale dal punto di vista degli esposti che risponde al quesito specifico sollevato nella discussione di questa analisi di caso. Infatti ISDE colloca la sua attività di società scientifica producendo raccomandazioni finalizzate a garantire l'advocacy degli esposti e ciò viene fatto cercando di tutelare i molti cittadini esposti involontariamente a fattori di rischio ambientali, anche supportandoli nel confronto talora difficile ed in ogni caso asimmetrico con i produttori di rischio, che abbiamo visto sia a Bussi sul Tirino che a Terni essere in posizione di tutto riposo rispetto alle contaminazioni ambientali che pure hanno prodotto e producono.

I circa 6 milioni di cittadini italiani che vivono nei SIN rappresentano un problema di giustizia ambientale in quanto devono sopportare esposizioni ambientali involontarie a miscele di inquinanti tra cui spesso sono presenti sostanze tossiche, cancerogene, epigenotossiche e con effetto di interferente endocrino, che non hanno contribuito a diffondere, che creano condizioni di rischio per la salute e per l'ambiente e *la cui eliminazione o riduzione risulta problematica perché fino ad ora non programmata*. Infatti, *dal punto di vista degli esposti è il mancato coordinamento delle attività di prevenzione nei SIN tramite il Piano Nazionale della Prevenzione a rappresentare la criticità principale*. Rispetto agli studi Sentieri vi sono osservazioni migliorative da fare, ma nessuno può negare che l'epidemiologia ha definito metodi di osservazione e realizzato studi conseguenti in tutto il territorio nazionale, offrendo un supporto conoscitivo che bilancia realisticamente qualità e risorse disponibili, mentre quello che manca è proprio una azione analoga a quella fatta per

l'epidemiologia sul versante della prevenzione primaria. Se noi osserviamo cosa avviene nei territori dei SIN italiani, ebbene vediamo con chiarezza che appropriate attività di prevenzione si sono sviluppate solo in rari contesti, dove evidentemente vigono condizioni di particolare favore, mentre:

- nella maggior parte dei territori inquinati le attività di prevenzione non sono mai iniziate;
- il coordinamento tra agenzie per il controllo ambientale e quelle sanitarie manca o viene lasciato alla sensibilità e disponibilità degli operatori locali;
- le poche iniziative preventive adottate consistono in ulteriori processi di spossessamento degli esposti che vengono privati dell'accesso a matrici ambientali fondamentali come aria, acqua e suolo, tramite il divieto di coltivare orti, di allevare animali da cortile, di far passeggiare o giocare i bambini nei parchi pubblici, mentre le attività scolastiche addirittura si possono svolgere solo nei giorni in cui il vento tira in una certa direzione ...e cosi via;
- ci si confronta con produttori di rischio estremamente strutturati: a Terni si tratta di TK-AST, una grossa multinazionale dell'acciaio, a Bussi sono in gioco industrie importanti della chimica italiana.

Quindi *dal punto di vista degli esposti* emerge con chiarezza che l'approccio programmatico nei SIN è stato finora ampiamente conservativo per gli interessi dei produttori di rischio, mantenuti in posizione di tutto riposo dalla mancanza di una appropriata azione programmatica coordinata a livello centrale e calibrata sulle specificità, sulle risorse e sui rapporti di potere presenti in ciascun SIN. È necessario far si che questo problema di assoluta rilevanza sia risolto attraverso la previsione nel prossimo Piano Nazionale della Prevenzione 2020-2024 di un appropriato programma di interventi preventivi.

Rispetto agli approcci biostatistici occorre ricordare che *alcuni autorevoli autori hanno da tempo posto il problema del diverso interesse che produttori di rischio ed esposti possono avere verso la realizzazione di studi che privilegino la riduzione del rischio di produrre falsi positivi rispetto alla riduzione del rischio di produrre falsi negativi*. Ted Schrecker (24) afferma che la riduzione dell'errore di primo tipo, che consiste nel rifiutare l'ipotesi nulla quando è vera, affermando quindi che un impianto inquina quando non inquina è certamente cara ai produttori di rischio, mentre la riduzione dell'errore di secondo tipo, che consiste nell'accettare l'ipotesi nulla quando è falsa, affermando che un impianto non inquina quando nella realtà lo fa, sta molto a cuore agli esposti. Da parte sua Parascandola (25) sostiene che molte più energie ed accortezze sono state e sono dedicate in biostatitistica alla riduzione dell'errore di primo tipo, rispetto a quello di secondo tipo.

In questa prospettiva possono essere utili alcune osservazioni riguardanti *i potenziali falsi negativi presenti nelle misure di ospedalizzazione prodotte dagli studi Sentieri e sulle loro implicazioni metodologiche e contenutistiche nell'ottica dell'advocacy degli esposti*.

Per interpretare correttamente i Rapporti Standardizzati di Ospedalizzazione (SHR) prodotti dagli studi SENTIERI occorre ricordare che nella metodologia pubblicata (3 pag 25) viene specificato che la rilevazione: a) riguarda solo il primo ricovero nel periodo considerato; b) si limita alla causa riportata nella diagnosi principale contenuta nella Scheda di Dimissione Ospedaliera (SDO), in quanto si è *optato "per la cosiddetta scelta conservativa che potrebbe portare a una sottostima dei casi, ma che minimizza i falsi positivi"*[7]; c) le misure di "ospedalizzazione" sono finalizzate a produrre *misure di prevalenza* a partire dai dati di ospedalizzazione.
Grazie sia al fatto che il periodo di osservazione dello studio Sentieri 5 riguarda gli anni 2006-2013 sia per l'incidenza dei tumori che per le ospedalizzazioni e che in Umbria è attivo un ottimo Registro tumori a copertura regionale, abbiamo osservato (Tab. 9) che nel

Casi incidenti per definite cause nel 2006-2013 (fonte 5, op cit)			**Casi "prevalenti" per definite cause oncologiche nel 2006-2013 (fonte 5, op cit)**		
Causa – Registro Tumori	**OSS_U**	**OSS_D**	**Causa – Pazienti ricoverati (SDO)**	**OSS_U**	**OSS_D**
Tutti i tumori maligni escluso cute	3314	2986	Tutti i tumori maligni	3862	3543
Tumore maligno dello stomaco	148	107	Tumori maligni dello stomaco	146	102
Tumore maligno del fegato e dei dotti biliari intraepatici	106	57	Tumori maligni primitivi del fegato	99	41
Tumore maligno della colecisti e di altre parti non specificate del tratto biliare	30	49			
Tumore maligno del pancreas	98	93	Tumori maligni del pancreas	84	87
Tumori maligni della trachea, bronchi e polmone	481	244	Tumori maligni della trachea dei bronchi e dei polmoni	396	204

Tab. 9 - Divergenze tra casi incidenti e casi prevalenti nel periodo 2006-2013 nel Sin Terni Papigno (Fonte 5)

SIN Terni Papigno *per i tumori di trachea bronchi e polmone l'incidenza negli uomini nel 2006-2013 è pari a 481 casi mentre la 'prevalenza', calcolata con i dati di ospedalizzazione sempre negli uomini e nello stesso periodo, risulta pari a 396 casi (82,3% dei casi incidenti), facendo così in modo che il valore del SHR del cr di trachea, bronchi e polmone negli uomini, nel periodo 2006-2013, oscilli tra 96 e 113, indicando che non vi sono più ospedalizzazioni rispetto al resto della Regione Umbria. Nelle donne si registra una sottostima analoga, dato che la incidenza 2006-2013 è pari a 244 casi mentre la prevalenza 2006-2013 è pari a 204*

7. Anche nella "Valutazione della evidenza epidemiologica dell'associazione tra specifiche cause di decesso ed esposizioni" è espressa attenzione verso " l'esigenza di ridurre il rischio di falsi positivi" (Sentieri 1 pag 17).

casi (83,6% dei casi incidenti); in questo caso il SHR indica un eccesso statisticamente significativo (130; 115-135). Per quanto riguarda il complesso delle patologie tumorali su cui SENTIERI produce SHR, casi incidenti nel 2006-2013 per il Sin Terni Papigno risultano superiori ai casi prevalenti nel 2006-2013 anche per i tumori maligni dello stomaco uomini e donne ed i tumori maligni del pancreas uomini e donne.

Queste osservazioni documentano a nostro avviso la presenza nelle stime degli SHR nel SIN Terni Papigno di una serie di importanti "*potenziali falsi negativi*" - d*ato che è implausibile che la prevalenza risulti inferiore alla incidenza* - e inficiano i corrispondenti valori non significativi degli SHR per importanti sedi tumorali e di altre malattie non tumorali. Esse indicano inoltre che:

- *la sottostima sarebbe stata evitabile andando a cercare nelle altre diagnosi secondarie presenti nella SDO o, nel caso dei tumori ricorrendo, almeno nei SIN in cui ci sono registri tumori (in Umbria è attivo un Registro Tumori a copertura regionale) alla prevalenza stimata dai registri stessi (o ad altri tipi di misure)* che si rivelano uno strumento indispensabile sia per produrre misure epidemiologiche di qualità, che per rendersi conto se le misure prodotte sono viziate da potenziali falsi negativi ovvero incorrono nell'errore di secondo tipo (accettare l'ipotesi nulla quando è falsa);
- possono comportare anche per gli SHR statisticamente significativi una potenziale distorsione sistematica verso stime del rischio più basse;
- nel merito, se il giudizio sull'andamento dei tumori nel SIN oggetto di analisi di caso si basa ovviamente più sui Rapporti Standardizzati di Incidenza tumorale e sui Rapporti Standardizzati di Mortalità che sugli SHR, *questo risulta possibile solo per i 23 SIN italiani coperti da un registro tumori*, perché in questi casi i dati di incidenza, rappresentando "la verità", permettono di individuare le sottostime ed i potenziali falsi negativi, così come abbiamo fatto in Umbria. *Negli altri 22 SIN sprovvisti di registri tumori, i dati delle ospedalizzazioni non possono essere confrontati con nessun riferimento "vero", per cui le sottostime possono avere conseguenze negative per gli esposti perché possono portare a misure epidemiologiche viziate da potenziali falsi negativi che possono a loro volta portare a sostenere, sbagliando, che l'inquinamento prodotto dall'impianto non è dannoso per la salute quando in realtà lo è*;
- limiti si riscontrano anche per le patologie che non determinano necessariamente il ricovero o per le quali il ricovero è una opzione che viene diversamente esercitata dai clinici a seconda di circostanze molteplici, come avviene nel caso dell'asma, i cui tassi di ricovero a Terni rientrano nella media regionale nonostante la massiccia emissione di inquinanti ad effetto allergizzante (nickel in primo luogo).

Quanto alla *scelta di privilegiare la riduzione dei falsi positivi (dire che un sito ha effetti negativi sulla salute quando nella realtà questi effetti non vi sono), occorre notare come essa non sia neutra ma risulti conservativa per gli interessi dei produttori di rischio*.

Queste osservazioni sono finalizzate ad evitare che vengano vanificate le attenzioni adottate da chi ha programmato gli studi SENTIERI per rendere almeno neutro l'impianto biostatistico degli studi, come: a) l'assunzione di IC al 90% e non al 95%, che avrebbe rappresentato una soglia decisamente conservativa verso gli interessi dei produttori di rischio; b) la impegnativa attivazione della valutazione a priori; c) l'introduzione di una sezione sulla salute adolescenziale volta ad individuare patologie connesse con esposizioni ad epigenotossici ed interferenti endocrini in età precoce dove si cumulano i dati tra i due sessi, dando potenza statistica all'analisi.
Quindi sarebbe importante che in tutti i SIN italiani ed in particolare nei SIN di territori in cui non sono attivi registri tumori le misure di ospedalizzazione siano costruite con un approccio biostatistico più bilanciato, rifiutando di dare priorità alla riduzione dei falsi positivi e calcolando numeratori e denominatori in modo da utilizzare tutta l'informazione contenuta nella base dati SDO; del pari molta attenzione va riservata agli SHR che non riguardano malattie tumorali, tenendo presente che anche in questo caso i potenziali falsi negativi possono distorcere la valutazione epidemiologica della situazione.

5.3 Il complesso delle evidenze prodotte dalle caratterizzazioni ambientali ed epidemiologica può supportare raccomandazioni di sanità pubblica nel PNP 2020-2024 di maggiore forza rispetto a quanto avvenuto in passato?

In generale è necessario che le politiche di prevenzione ambientale si collochino all'interno di una visione complessiva capace di riequilibrare la attuale asimmetria tra esposti e produttori di rischio. In questa direzione in Umbria sta emergendo nell'interazione tra i comitati ambientali degli esposti la necessità di attivare gli ecodistretti [8]come dispositivo tramite cui i cittadini si reimpossessano delle matrici dei territori in cui vivono e lavorano e che devono essere lasciati ai propri figli senza contaminazioni. Questo dispositivo poggia su quattro pilastri fondamentali:

a. *assunzione politico normativa del territorio e delle sue matrici fondamentali come bene comune*, indisponibili per attività prive di utilità sociale o che comportino danni permanenti ad aria, acqua/ falde, suolo e produzioni agricolo alimentari e rischi documentati per la salute dei cittadini;
b. costruzione di *una caratterizzazione non viziata da conflitti di interesse sulle condizioni complessive delle matrici aria, acqua, suolo ed alimenti*, che ne documenti limiti e potenzialità in ciascun territorio e *individui gli specifici fattori di pressione* che ne modificano la qualità;
c. *abbattimento delle emissioni prodotte dai fattori di pressione applicando soluzioni proprie della economia circolare*, usando finanziamenti già disponibili a livello europeo e nazionale;

8. Una propoposta di legge di inziativa regionale per l'istituzione degli Ecosdistretti è in via di redazione da parte della Law Clinic della Facoltà di Giurisprudenza dell'Università degli Studi di Perugia.

d. *attivazione del controllo popolare sulle istituzioni e sui produttori di rischio*, tramite audit periodici annuali che a partire dai limiti e dalle potenzialità delle matrici del territorio, verifichino il rispetto e l'avanzamento del piano di prevenzione primaria nel SIN di Terni Papigno.

La assunzione dei SIN come ecodistretti potrebbe consentire di sviluppare un PNP 2020-2024 in cui le raccomandazioni di sanità pubblica (trasformare i fattori di pressione in produzione sostenibili grazie al passaggio all'economia circolare, ampiamente finanziato dalla Unione Europea almeno per il recupero delle materie seconde) vengono allineate con la forza delle associazioni causali derivanti da caratterizzazioni ambientali ed epidemiologiche, auspicabilmente arricchite con alcune delle evidenze emerse in questa analisi di caso.

BIBLIOGRAFIA

1. Pirastu R, et al. SENTIERI Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica. Epidemiol Prev 34 (5-6) settembre-dicembre 2010 supplemento 3: 1-33.
2. Pirastu R, et al. SENTIERI Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. Epidemiol Prev 2011; 35 (5-6) Suppl. 4: 1-204.
3. Pirastu R, et al. SENTIERI Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Mortalità, incidenza oncologica e riceveri ospedalieri. Epidemiol Prev 2014; 38 (2) Suppl. 1: 1-170.
4. Zona A, et al. SENTIERI Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: L'incidenza del mesotelioma. Epidemiol Prev 20161; 35 (5-6) Suppl. 4: 1-204.
5. USL 2 TR, Arpa Umbria Sentieri da percorrere. Salute e ambiente a Terni: conoscenze attuali e prospettive di studio e intervento. 14 Settembre 2018, Terni
6. http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2285_allegato.pdf
7. Moroni, B, Ferrero L, Crocchianti S, Cappelletti D. Aerosol dynamics upon Terni basin (Central Italy): Results of integrated vertical profile measurements and electron microscopy analysis. Rendiconti Lincei 2013; 24: 319-328.12
8. Guerrini R. Qualità dell'aria nella provincia di Terni tra il 2002 e il 2011. Quad. ARPA Umbria 2012; XXXIII: 81-87.
9. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: "Chromium, Nickel and Welding". 1990 (49); pp 677.
10. Saura C. Sahu Toxicology and epigenetics. Wiley (UK); 2012, pp 668.
11. WHO State of the science of endocrinal disrupting chemicals. Geneve WHO; (2012), pp. 289.
12. Gore AC, et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. Endocr Rev. 2015; Dec: 36(6).
13. http://prtr.eea.europa.eu/, accessi del 3 settembre 2018 e del marzo 2015.
14. Perone A, et al. Oak tree-ring record spatial temporal pollution trends from different sources in Terni (Central Italy). Environmental pollution 2018; 233: 278-289.
15. ARPA Umbria: Monitoraggio tramite licheni epifiti nella Conca Ternana. 23/09/15 http://www.arpa.

umbria.it/articoli/monitoraggio-mediante-licheni-epifiti-nella-conca-000
16. Massimi L, et al. Monitoring and evaluation of Terni (Central Italy) Air Quality throught Spatially Resolved Analyses. Atmosphere 2018; 8. 200 pp 14.
17. http://www.arpa.umbria.it/monitoraggi/aria/zonaperzona.aspx?zona=terni
18. Dipartimento di Scienze della Terra, della Vita e dell'Ambiente dell'Università di Urbino. Studio (biomonitoraggio) sugli effetti dei possibili inquinanti, anche in relazione al bioaccumulo in organismi acquatici dei metalli presenti nello scarico di immissione nel fiume nera 2012. Fonte: http://www.umbriaon.it/2015/wp-content/uploads/2017/02/Relazione-AST-2013-firmata-1.pdf.
19. De Felip E, et al. Concentrations of polychlorinated dibenzodioxins,polychlorodibenzofurans, and polychlorobiphenyls in women ofreproductive age in Italy: A human biomonitoring study. International Journal of Hygiene and Environmental Health 2017; 220: 378-386.
20. De Felip E, et al. Current exposure of Italian women of reproductive age to PFOS and PFOA: A human biomonitoring study' Chemosphere 2015; 137: 1-8.
21. Oddone E, et al. Occupational brain cancer risks in Umbria (Italy), with a particular focus on steel foundry workers. Ital Med Lav Ergon. 2014; Apr-Jun 36 (2):111-7.
22. Devis D. La storia segreta della guerra al cancro. Torino: Codice Edizioni; 2008, pp 459.
23. Jacobs MM, Massey RI, Tenney H, Herriman E. Reducing the use of carcinogens: the Massachusetts experience. Published Online: 2014;11-25.
24. Schrecker T. Can health equity survive epidemiology? Standards of proof and social determinants of health Preventive Medicine 2013; 57: 741-744.
25. Parascandola, M. Epistemic risk: empirical science and the fear of being wrong. Law, Probab. Risk. 2010 (9): 201-214.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno