



SALUTE E RIFIUTI: RICERCA, SANITA' PUBBLICA E COMUNICAZIONE

Risultati dei Progetti CCM 2010

“Sorveglianza epidemiologica sullo stato di salute della popolazione residente intorno agli impianti di trattamento rifiuti”

“Salute e rifiuti: ricerca, sanità pubblica e comunicazione”

Roma 6 febbraio 2014 - Ministero della Salute

Auditorium “Biagio D’Alba”

A partire dalla prima decade degli anni Duemila, il tema del possibile impatto sanitario del ciclo dei rifiuti, oggetto di crescente attenzione da parte della comunità scientifica internazionale (WHO 2007), è stato affrontato in Italia con riferimento agli inceneritori e successivamente, alle discariche (per una trattazione sistematica si rinvia a Franchini et al. 2004; AIE 2008; Porta et al. 2009; Candela et al. 2013; Ranzi et al. 2013).

Contemporaneamente, sulla base dell'emersione dell'emergenza rifiuti in Campania, veniva avviato, su mandato del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio, un'indagine sull'impatto sanitario dello smaltimento illegale dei rifiuti pericolosi nelle provincie di Napoli e Caserta.

(http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Studio_di_correlazione.pdf).

In questo quadro, nel 2010, il Ministro della Salute promuoveva due Progetti CCM, finalizzati a fornire basi scientifiche ai processi decisionali della sanità pubblica relativi alle politiche di gestione dei rifiuti e al processo di comunicazione con le comunità interessate e con il pubblico in generale. Obiettivo del convegno odierno è passare in rassegna i principali risultati conseguiti dai due Progetti CCM e il contributo da essi fornito sia alla formulazione di scelte su questi temi, sia al coinvolgimento delle popolazioni interessate nelle azioni da intraprendere.

Progetto CCM 2010 SESPIR - “Sorveglianza epidemiologica sullo stato di salute della popolazione residente intorno agli impianti di trattamento rifiuti”

Lo scopo del progetto SESPIR (“Sorveglianza epidemiologica sullo stato di salute della popolazione residente intorno agli impianti di trattamento rifiuti”) era quello di fornire metodologie e strumenti operativi per la sorveglianza dell'impatto sulla salute della gestione dei rifiuti solidi urbani. La valutazione è stata condotta nelle regioni Piemonte, Emilia-Romagna, Lazio, Campania e Sicilia.

Le attività del progetto hanno riguardato l'aggiornamento delle conoscenze di letteratura disponibili in materia di effetti sulla salute della gestione dei rifiuti solidi urbani, la definizione degli scenari possibili in base alla programmazione regionale in materia di gestione rifiuti, la valutazione in termini di possibili impatti sulla salute della popolazione residente. Sono stati realizzati protocolli di sorveglianza e indagini epidemiologiche *ad hoc*. I risultati sono in corso di pubblicizzazione attraverso le pagine Web (www.arpa.emr.it/sespir) e canale “Rifiuti e Salute” del portale www.scienzainrete.it) per rispondere a esigenze di comunicazione e di fruibilità dei dati da parte dei diversi portatori di interesse (*stakeholders*), dai decisori alla popolazione.

Gli impianti di smaltimento rifiuti oggetto di analisi sono stati inceneritori, discariche e impianti di trattamento meccanico biologico (TMB). Punto di partenza per la definizione della distribuzione regionale degli impianti e delle politiche di gestione rifiuti è stato il periodo 2008-2009. Sono stati

poi definiti due ulteriori scenari su cui effettuare le stime di impatto: uno basato sulle attuali indicazioni dei piani regionali, e uno, dai criteri omogenei a tutte le realtà, definito in base a considerazioni di fattibilità, indicazioni della comunità europea, ed esempi virtuosi. I criteri comuni definiti per quest'ultimo scenario virtuoso sono stati così identificati:

- Periodo temporale di applicazione: 2020
- Riduzione del 10% dei rifiuti prodotti
- Raccolta differenziata/compostaggio: 70%
- Divieto di conferimento in discarica del rifiuto indifferenziato tal quale

La popolazione esposta è stata definita in base alla distanza dalla residenza agli impianti, valutata su base censuaria, scegliendo raggi differenti a seconda dell'impianto in questione (3 km per gli inceneritori, 2 km per le discariche, 500 metri per TMB).

Per le analisi di impatto, sono stati scelti i seguenti esiti di salute:

Impianto	Misura di esposizione	Esiti sanitari
Inceneritori	Modelli di dispersione	incidenza tumori, nascite pretermine, altri esiti riproduttivi
Discariche	Distanza	anomalie congenite, basso peso alla nascita, sintomi respiratori, fastidio (<i>annoyance</i>) da cattivi odori
TMB	Distanza	sintomi respiratori, fastidio (<i>annoyance</i>) da cattivi odori

Per le analisi di impatto relative all'incidenza tumori in relazione agli inceneritori, è stata seguita una metodologia messa a punto all'interno del progetto INTARESE (Integrated Assessment of Health Risks of Environmental Stressors in Europe – Valutazione Integrata dei Rischi per la salute dei fattori di stress ambientale in Europa - www.intarese.org), che fornisce la stima dei casi di tumore attribuibili all'esposizione ad inceneritore ad un determinato tempo, tenendo conto dell'età della popolazione esposta, del periodo di funzionamento dell'impianto, dell'esposizione cumulata, della latenza dalla prima esposizione e dalla eventuale dismissione dell'impianto stesso. Rispetto al progetto INTARESE, in questa simulazione si tiene in considerazione la diversa esposizione all'interno dei 3 km di raggio, a partire dai modelli di dispersione degli inquinanti emessi dagli inceneritori.

Le simulazioni hanno riguardato l'impatto degli impianti dal 2008 (anno di partenza o *baseline*) al 2040, con le variazioni dettate dal confronto fra la situazione al *baseline* e i due scenari considerati. Le scelte sulla riduzione degli impianti sono ipotetiche, basate su considerazioni sul numero di persone esposte e anni di attività dell'impianto.

Le analisi di impatto per discariche e TMB sono state basate sulla distanza dagli impianti, e riportano i casi attribuibili come prevalenza (*annoyance* e sintomi respiratori) o incidenza cumulativa (malformazioni ed esiti riproduttivi). E' stato calcolato l'indicatore degli anni di vita persi a causa della disabilità (Disability-Adjusted Life Year - DALY), che permette di disporre di un indicatore uniforme su tutti gli outcome di salute considerati.

La tabella sotto riporta le differenze fra il *baseline* e lo scenario virtuoso, per la somma di tutte le regioni considerate. I casi stimati sono all'anno o sull'intero periodo 2008-2040. Il numero di DALYs è valutato sull'intero periodo 2008-2040.

Outcome	Misura*	Baseline		Green		Diff. DALYs	Diff %
		n°	DALYs	n°	DALYs		
Inceneritore							
Popolazione esposta	n	241274		158494			-34.3
Tumori(2008-2040)	2	42	232	27	152	80	-34.6
Nati Pretermine	1	21	181	14	115	66	-36.5
Discarica							
Popolazione esposta	n	139910		7408			-94.7
Anomalie congenite (2008-2040)	2	8	101	1	6	60	-92.4
Basso peso (2008-2040)	2	161	1365	9	72	813	-92.0
Sintomi respiratori	3	73	135	4	7	189	-95.0
Annoyance odorigeno	3	856	591	37	26	565	-95.7
TMB							
Popolazione esposta	n	2586		2522			-2.5
Sintomi respiratori	3	29	53	28	52	1	-2.4
Annoyance odorigeno	3	139	96	135	93	3	-2.9
TOTALE							
Popolazione esposta	n	383770		168424			-56.1
DALYs	anni		2754		524	2230	-80.9

* 1=incidenza annuale; 2=incidenza cumulativa; 3=prevalenza

Complessivamente, la popolazione esposta agli impianti considerati passa da 383.770 residenti nello scenario *baseline* a 168.424 nello scenario "*green*" o virtuoso, con una riduzione significativa degli esposti a discariche (-94.7%).

Per il periodo 2008-2040, i casi attribuibili di tumore passano da 42 per lo scenario *baseline* a 27 casi per lo scenario virtuoso, con diminuzioni percentuali da 3.6% a 93.8% a seconda della regione.

La diminuzione dei casi attribuibili di sintomi respiratori negli esposti a discariche, valutata in base ai risultati dello studio ERAS Lazio (Epidemiologia Rifiuti Ambiente Salute nel Lazio), passa complessivamente da circa 73 casi attesi nel periodo di studio a 4, con una riduzione superiore al 94% (con variazioni regionali dal 76% al 98%). Per quanto riguarda la nascite pretermine, i casi annui, stimati a partire dai risultati del progetto MONITER (Monitoraggio inceneritori nel territorio dell'Emilia Romagna), passano da 21 a 14.

Da segnalare anche la forte differenza per i sintomi legati all'*annoyance* odorigeno dovuto alla residenza in prossimità di discariche, che vedono diminuzioni da 856 a 37 casi passando dal *baseline* allo scenario "*green*".

Significativa la riduzione degli anni di vita con disabilità nel passaggio tra i 2 scenari (2301 anni contro 524), anche qui dovuto alla diminuzione della presenza di discariche e in misura minore alla riduzione di casi di tumore dovuti alla presenza di inceneritori, che incide maggiormente sul calcolo del DALY. Considerando il periodo di simulazione (33 anni), si ha un risparmio medio annuo di 54 anni di vita con disabilità.

Alcune patologie di minore rilevanza, come *l'annoyance* odorigeno, presentano una numerosità stimata elevata che va ad incidere significativamente sulla riduzione del DALY complessivo.

Lo strumento prodotto è idoneo a valutare gli impatti sulla salute di differenti scenari di gestione rifiuti che possono essere prodotti all'interno dei piani regionali.

Progetto CCM 2010 “Salute e rifiuti: ricerca, sanità pubblica e comunicazione”

Lo smaltimento illegale o comunque incontrollato di rifiuti pericolosi è stato, ed è tuttora, oggetto di studio epidemiologico in Europa (Dolk et al., 1998; Elliot et al., 2009), negli USA (Gensurg et al., 2009 (a e b); Ma et al., 2007; Boberg et al., 2011) e in una serie di paesi a basso reddito, in particolare in Africa (Marsili et al., 2009; von Braun 2013; von Lindern, 2013).

Le patologie che hanno mostrato eccessi in popolazioni residenti in prossimità di siti di interrimento di questi rifiuti, nonché di combustioni di rifiuti (pericolosi o solidi urbani) in condizioni non controllate, in una certa misura confrontabili con quelle determinate dagli inceneritori di prima generazione, comprendono i tumori nel loro complesso, e in particolare i tumori di polmone, laringe, stomaco, colon-retto, rene, vescica, fegato, quelli del sistema linfoematopoietico (leucemie e linfomi non Hodgkin) e i sarcomi dei tessuti molli; tra le patologie non oncologiche sono stati evidenziati eccessi di malformazioni congenite, diabete, cirrosi biliare, infarto del miocardio e asma (Pirastu et al., 2010; Gensburg et al., 2009(a); Gensburg et al., 2009(b); Ma et al., 2007; Boberg et al., 2011; Ala et al., 2006; Kouznetsova et al., 2007).

In Italia, sono stati pubblicati articoli scientifici relativi ad indagini epidemiologiche svolte nelle aree delle province di Napoli e Caserta, caratterizzate dalla presenza di siti di smaltimento e combustioni illegali di rifiuti.

I primi studi a livello comunale di mortalità (1994-2001) e prevalenza alla nascita di malformazioni congenite (1995-2006), hanno messo in evidenza eccessi di specifiche patologie (tumore del polmone, fegato, stomaco, rene e vescica; malformazioni congenite nel loro insieme e, in particolare, degli arti, del sistema cardiovascolare e dell'apparato urogenitale) concentrati nell'area a cavallo delle due province, corrispondente al territorio a nord della provincia di Napoli e sud della provincia di Caserta (Fazzo et al., 2008). Alcune di queste patologie (mortalità generale e per tutti i tumori, in particolare per tumori del polmone, fegato e stomaco e la prevalenza di malformazioni congenite del sistema nervoso e dell'apparato urogenitale) hanno mostrato una correlazione con un indicatore comunale di esposizione a rifiuti, costruito in base al numero di siti e tipologie di rifiuti sversati che interessavano ciascun comune (Martuzzi et al., 2009; Musmeci et al., 2010).

Successivamente, sono stati pubblicati due lavori sull'incidenza della patologia oncologica (anni 1997-2005), relativamente ai 35 comuni serviti dal Registro Tumori della ex Asl Napoli 4, unico registro tumori accreditato dalla IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) e aderente all'AIRTum (Associazione Italiana Registri Tumori), operante nell'area. Sono risultate sub-aree con eccessi di tumore del fegato e del polmone, delle leucemie e dei sarcomi dei tessuti molli, rispetto alla media dell'intera area. L'unica sede tumorale la cui incidenza ha mostrato una correlazione con l'indicatore di rischio esposizione a rifiuti, è il testicolo (Fazzo et al. 2011). Su tale casistica, è stato svolto un approfondimento relativo ai casi di sarcoma dei tessuti molli (STM), patologia per la quale ci sono indicazioni di una possibile associazione con alcune diossine e sostanze diossina-simili, inquinanti presenti in alcune zone dell'area e potenzialmente emessi dalla combustioni illegali di rifiuti. Lo studio ha segnalato un eccesso di tumori stromali gastrointestinali (GIST) nella popolazione maschile adulta e un incremento non statisticamente significativo degli STM nei bambini di genere maschile, rispetto al *pool* dei Registri Tumori dell'Italia meridionale (Benedetti et al. 2013).

Dagli elementi qui illustrati emerge un quadro complessivo a supporto dell'ipotesi di un impatto sulla salute delle popolazioni delle province di Napoli e Caserta ascrivibile ai siti di smaltimento illegale dei rifiuti e alle pratiche di incenerimento incontrollato, anche se non sono stati accertati specifici nessi causali. In particolare, eccessi di specifiche patologie (determinati tumori e malformazioni congenite) sono emersi nella fascia dei comuni a cavallo delle due province caratterizzati dalla presenza di un maggior numero di siti illegali di smaltimento di rifiuti (fig. 1).

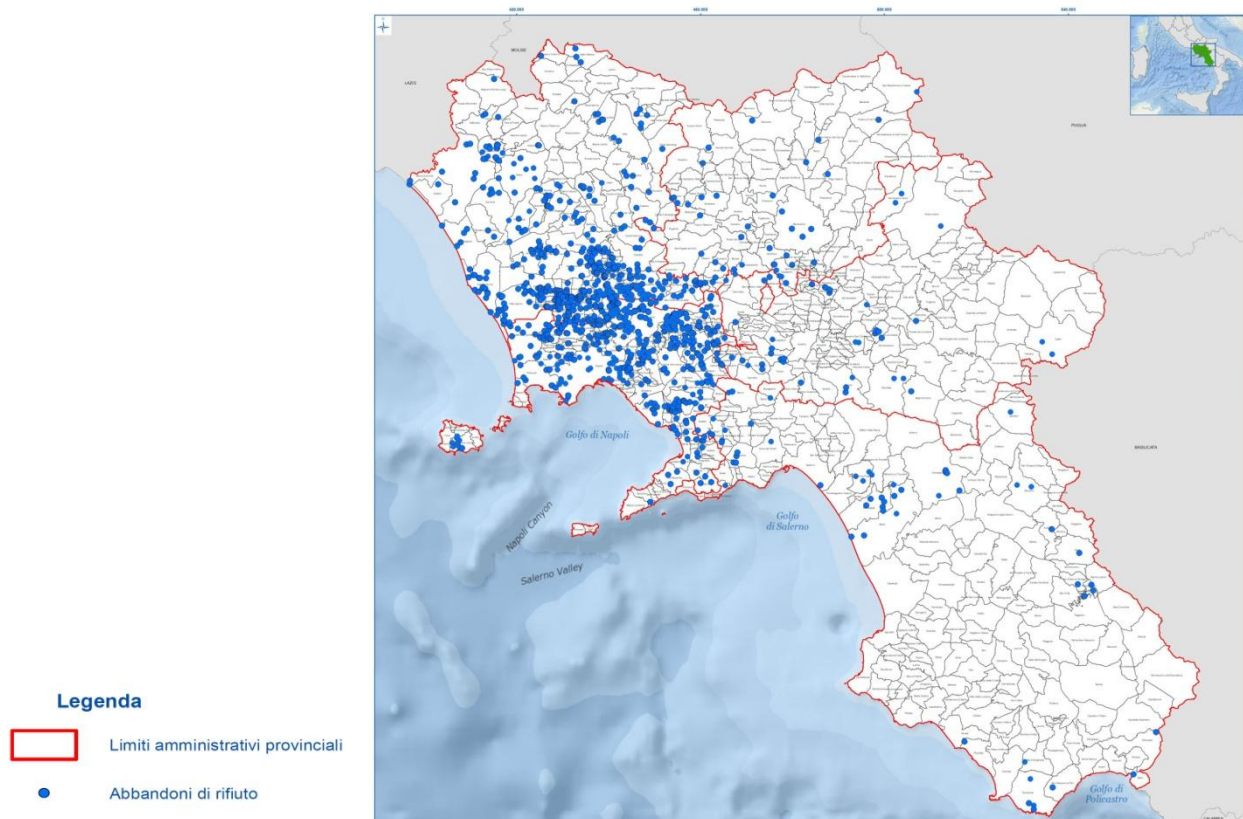


Fig. 1 - Siti di smaltimento illegale dei rifiuti nella Regione Campania

Trattandosi di patologie multifattoriali è prevedibile l'influenza di altri fattori di rischio, nonché l'effetto sinergico di esposizioni a sostanze chimiche rilasciate da siti di rifiuti e altri fattori di rischio. Tale ipotesi è supportata dai risultati di studi svolti in contesti simili in diversi Paesi, che riportano eccessi per queste patologie in aree interessate da siti di smaltimento non idoneo di rifiuti pericolosi.

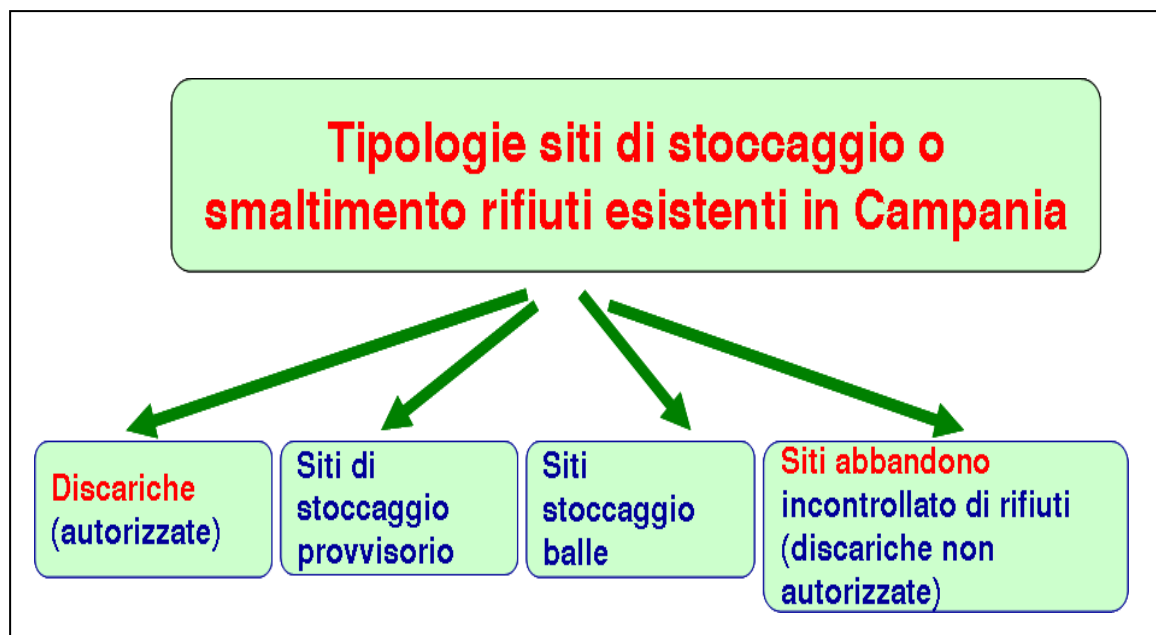
Emerge con chiarezza da tutti i documenti qui citati che il principale limite degli studi epidemiologici in questo settore è rappresentato dalla difficoltà di stimare adeguatamente l'esposizione a specifici agenti chimici presenti nelle diverse matrici ambientali dei territori in esame. Sulla base di queste premesse, è stato messo a punto il Progetto CCM "Salute e rifiuti: ricerca, sanità pubblica e comunicazione", avente come obiettivi principali la costruzione e sperimentazione di protocolli per caratterizzare le sostanze volatili emesse dai siti di smaltimento illegale di rifiuti pericolosi e le deposizioni al suolo del materiale particolato attraverso l'esame approfondito di un numero limitato di siti paradigmatici. I dati così prodotti possono concorrere a meglio stimare l'esposizione dei soggetti che risiedono o lavorano nelle aree in esame, nonché a pianificare il disegno di studi epidemiologici "di seconda generazione" da svolgere nelle aree in esame in Campania o in territori di altre Regioni che presentassero problematiche in qualche misura assimilabili. Sul piano operativo questo approccio ha richiesto un lavoro integrato dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) (Dipartimento Ambiente e connessa Prevenzione Primaria: Reparti suolo e rifiuti, Igiene dell'aria, Chimica tossicologica, Bioelementi e salute e Epidemiologia ambientale) e dell'Agenzia Regionale di Protezione Ambientale della Regione Campania (ARPAC).

A questo fine, ARPAC e ISS hanno individuato due specifici siti da porre a caso di studio, interessati da smaltimento improprio di rifiuti urbani e speciali pericolosi, e nelle successive attività di campionamento delle matrici ambientali da monitorare. La scelta dei siti è stata effettuata consultando le seguenti fonti:

- 1) valutazione della documentazione prodotta dalla Commissione Parlamentare di Inchiesta sul Ciclo dei Rifiuti e sulle attività illecite ad esse connesse;
- 2) esame dei dati in possesso di ARPAC con particolare riferimento alla mappatura dei siti di smaltimento illegale dei rifiuti pericolosi;
- 3) esame di situazioni di particolare interesse (riferite sempre a gestione illegale di rifiuti) per le quali effettuare di campionamento di matrici ambientali non oggetto di precedenti studi o indagini.

In particolare, i due casi in studio sono stati scelti anche avvalendosi delle informazioni contenute nella relazione finale ARPAC del progetto CCM 2009 "*Valutazione epidemiologica dello stato di salute della popolazione esposta a processi di raccolta, trasformazione e smaltimento dei rifiuti nella Regione Campania*" tra le seguenti tipologie di siti:

- 1) 313 discariche autorizzate o illegali, per le quali ARPAC dispone di una buona mole di informazioni ambientali grazie alle quali è stato anche possibile effettuare una Valutazione Comparata del Rischio (VCR) di primo livello; in quest'ambito è stato attribuito un punteggio a ciascuna discarica ed è stata effettuata una graduatoria del rischio ambientale relativo;
- 2) circa 1200 siti oggetto di abbandono incontrollato di rifiuti censiti nel 2002 e confrontati con quelli censiti nel 2012 tra i quali sono risultati cronici almeno 174 siti nelle provincie di Caserta, Salerno e Napoli. Su Napoli città, uno studio ARPAC ha messo in evidenza che il 50% dei siti oggetto di abbandono di rifiuti sono stati interessati da incendi;
- 3) 27 siti oggetto di stoccaggio (messa in riserva) delle cosiddette "eco balle" ovvero quasi 6 milioni di rifiuti secchi derivati dalla operazioni di trito vagliatura dei rifiuti urbani;
- 4) 91 siti di stoccaggio provvisorio di rifiuti urbani che sono stati attivati nel decennio 2000 – 2010 a seguito delle numerose situazioni di emergenza che si sono avute nella gestione dei rifiuti urbani;
- 5) 5 aree vaste definite come porzioni di territorio di superficie relativamente limitate, dove sono concentrati numerosi siti inquinati e/o potenzialmente inquinati e dove è possibile programmare gli interventi di caratterizzazione e bonifica in chiave sistemica, stabilire rapporti reciproci tra le diverse fonti di contaminazione, individuare eventuali effetti incrociati, nonché verificare gli effetti dell'inquinamento indotto su aree adiacenti, molto spesso utilizzate a scopi agricoli.



I due siti presi come “casi in studio” ed indagati per gli scopi progettuali nel 2012 e 2013 possono essere sinteticamente descritti come segue.

Il primo sito, la Resit (fig. 2), è un'ex cava, dove tra il 1980 circa ed il 2004 sono stati smaltiti circa 1 milione di mc di RSU, rifiuti speciali (ex tossici e nocivi), su una superficie di circa 59.000 mq, solo in parte autorizzati. La discarica in questione ricade nella cosiddetta Area Vasta – loc. Masseria del Pozzo del Comune di Giugliano in Campania (NA). Sono stati riscontrati nelle acque prelevate dai pozzi spia superamenti di mercurio, fluoruri, idrocarburi totali, 1,2-dicloropropano, tricloroetilene, tetracloroetilene, mentre alcuni suoli indagati nella relativa area vasta hanno mostrato superamenti delle CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla tab 1, all.5, titolo V, parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi) per arsenico, metalli pesanti e inquinanti organici. Non ci sono aree abitate nelle immediate vicinanze della Resit, ma case isolate e comunque presenza occasionale di addetti all'agricoltura e alla pastorizia.

Nel sito Loc. Caselle Pisani (fig. 3), completamente illegale, sono stati smaltiti fino al 2003 un quantitativo stimato di rifiuti pari a 175.000 mc, costituiti da rifiuti da demolizione e costruzione, rifiuti industriali, modeste quantità di RSU. Trattasi di una ex cava, profonda circa 50 metri, della superficie stimata di circa 4.500 mq. La discarica ricade nella cosiddetta Area Vasta di Pianura Napoli, in prossimità di zone altamente antropizzate. Per questo ultimo sito sono state effettuate nel 2008 indagini indirette per determinare la tipologia prevalente dei rifiuti presenti ed indagini dirette sul suolo e sulle acque di falda, così come di seguito riportato:

Indagini indirette

- 1) Tomografia geoelettrica: n. 3 stendimenti geoelettrici, n. 2 longitudinali della lunghezza di 160 m e n. 1 trasversale di lunghezza pari a 48 m;
- 2) Magnetometria: n. 4 prospezioni elettromagnetiche a multifrequenza per un totale di 1606 acquisizioni;
- 3) Indagini georadar: n. 3 profili ciascuno della lunghezza di 60 m effettuati in corrispondenza di aree in cui sono state rilevate anomalie magnetometriche;

Indagini dirette

- 1) n. 7 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di m 65 dal p.c.
- 2) n. 1 sondaggio a distruzione di nucleo spinto fino alla profondità massima di 120 m dal piano campagna allestito a piezometro per il campionamento delle acque di falda;
- 3) n. 14 campioni di rifiuto (n.1 ogni 10 m di materiale contaminato attraversato);

Nell'ambito delle indagini svolte da ARPAC, sono stati riscontrati superamenti nel suolo di Berillio, Cobalto, Rame, Stagno, Zinco, PCB, PCDD e PCDF e superamenti nelle acque di falda di Alluminio, Ferro, Manganese e Idrocarburi totali.

In sintesi, la scelta dei due siti si è basata sul risultato della VCR, che vede i due siti con un indice di rischio molto elevato. Entrambi i siti sono citati in un Documento della Commissione Parlamentare sul Ciclo dei rifiuti; entrambi ricadono all'interno dei perimetri delle Aree Vaste, in

entrambi i siti vi è presenza di rifiuti speciali pericolosi smaltiti illegalmente e in entrambi si sono verificati fenomeni di combustione/autocombustione dei rifiuti. La discarica Resit – cava X è ubicata in un contesto a forte vocazione agricola; la discarica abusiva “Caselle Pisani” è ubicata in un contesto urbano. Per entrambi i siti si hanno conoscenze relative ad attività di caratterizzazione delle matrici suolo ed acque sotterranee, ma non di aria.



Fig. 2 - Discarica ex Resit – Cava X – Giugliano in Campania



Fig. 3 - Discarica Loc. Caselle Pisani – Pianura (NA)

Nell'ambito della collaborazione fra ISS e ARPAC precedentemente citata, l'Istituto ha operato con l'obiettivo di caratterizzare le emissioni di sostanze volatili e le deposizioni del particolato.

La discarica di Caselle-Pisani, come si è detto, è costituita in una ex-cava oggi profonda circa 25 m di profondità, il cui fondo è raggiungibile tramite un piccolo viottolo pieno di sterpaie che rende alquanto problematica la discesa. Vista la particolare collocazione della discarica si è deciso di effettuare un monitoraggio di sostanze organiche volatili (COV_S) considerando anche l'atmosfera poco respirabile che si incontra scendendo verso il fondo della discarica stessa. I campionamenti sono stati effettuati mediante campionatori passivi (*Radiello*) per periodi di circa 15 giorni a diverse altezze dal fondo della discarica stessa (P1, P2 e P3); non è stata presa in considerazione il prelievo delle deposizioni atmosferiche perché si è ritenuto che difficilmente, vista la profondità dell'invaso, potesse esserci un risollevarimento eolico delle polveri dal fondo.

Diverso è il caso della discarica ex-Resit che si estende sul piano campagna in una zona pianeggiante. Dal sopralluogo effettuato si è deciso di realizzare due postazioni, la prima all'interno della discarica (D1) e la seconda presso un fondo agricolo (D2) a circa 500m dalla discarica stessa; ognuna delle due postazioni è formata da due deposimetri totali per la raccolta delle ricadute atmosferiche. Poiché, durante il sopralluogo, si è notato in più punti fumo e/o vapore sollevarsi dal corpo della discarica, si è deciso di posizionare dei campionatori passivi per analizzare il fenomeno. Due sono stati posizionati all'interno della discarica (uno sulla discarica (R1) e l'altro presso un capannone industriale (R2) all'interno del sito steso) ed il terzo presso il fondo agricolo (R3); inoltre in seguito ad alcuni episodi di incendio (probabilmente di autocombustione) è stato posizionato un quarto campionario passivo (R4) lungo il perimetro opposto all'ingresso della discarica stessa.

I campionamenti delle sostanze organiche volatili sono stati effettuati, presso la discarica ex-Resit, nel periodo 20.02.12 – 11.09.13 e nel periodo 21.02.12 – 30.05.13 presso la discarica di Caselle-Pisani; le deposizioni atmosferiche sono state raccolte dal 25.05.12 al 17.07.13 con cadenza mensile.

Per quanto riguarda le sostanze organiche volatili si sono prese in considerazione le concentrazioni di Benzene rilevate nelle due discariche; nel sito di Pianura (Caselle-Pisani) le medie calcolate per l'intero periodo di campionamento vanno da 1,26 a 2,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in linea con il limite annuale per l'aria ambiente pari a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nel sito di Giugliano (ex-Resit) le postazioni presso il capannone ed il fondo agricolo presentano concentrazioni medie pari a 3,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 2,74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, anch'esse in linea con il limite annuale mentre nelle due postazioni situate sulla discarica i valori di concentrazione medi dell'intero periodo sono pari a 20,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 36,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ decisamente superiori al limite considerato.

Per ciò che riguarda il flusso delle polveri sedimentabili rilevate nei due siti i valori rilevati sono inferiori, per questa tipologia di polveri, al limite riportato nella normativa tedesca (TA-Luft) di breve durata di 650 $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ e di 350 $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$ come media annuale.

Per i metalli, la caratterizzazione delle polveri sedimentabili hanno evidenziato un flusso di deposizione caratterizzato da elevati contenuti di mercurio che, per il sito ex-Resit, presenta un valore medio annuale di 1,28 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ e per il sito fondo agricolo un valore di 0,81 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$. I valori degli altri metalli risultano decisamente inferiori (di circa 10 volte) a quelli che sono i valori (media annuale) presenti in alcuni paesi europei.

Per le PCDD/F+PCB_{DL}, sulla base dei dati rilevati, il flusso medio mensile di deposizione risulta, nel sito ex-Resit, compreso tra 3,25 e 74,1 $\text{pg}[\text{TEF}]/\text{m}^2\text{d}$ con un valore di punta sensibilmente superiore al valore guida di 21 $\text{pg WHO-TE}/\text{m}^2$ al giorno suggerito dal Belgio come media mensile; per il sito presso il fondo agricolo il valore medio è contenuto tra 0,44 e 2,83 $\text{pg}[\text{TEF}]/\text{m}^2\text{d}$.

In conclusione, questo studio ha consentito di:

- a) individuare specifici agenti chimici nelle emissioni e deposizioni; la presenza di questi agenti dipende da tipologia e modalità di rifiuti smaltiti e dai fenomeni di combustione pregressi o in atto. Si noti che la presenza di benzene nelle emissioni di siti di smaltimento di rifiuti industriali è stata oggetto di indagini anche da parte di altri autori, in particolare Boberg et al. (2011) negli USA
- b) stimare i livelli di esposizione per la popolazione residente nell'intorno dei siti indagati, integrando i risultati relativi alle diverse matrici ambientali
- c) mettere a punto una procedura generale per lo studio di situazioni analoghe.

Sulla base di questo lavoro è ora possibile rendere disponibili i protocolli di indagine relativi alla stima dell'esposizione per le popolazioni residenti in prossimità di siti di smaltimento illegale di rifiuti pericolosi, ed inoltre proporre i protocolli relativi a studi epidemiologici di seconda generazione da utilizzare in contesti analoghi, secondo lo schema seguente.

Protocolli di stima dell'esposizione:

- 1) classificazione e mappatura su supporto cartografico informatizzato dei siti di smaltimento illegale di rifiuti pericolosi
- 2) prelievo e analisi di campioni di suolo, di *top soil*, di rifiuti e di acqua di falda, con ricerca di metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, diossine e PCB
- 3) prelievo con campionatori passivi e analisi di composti organici volatili
- 4) prelievo con deposimetri di deposizioni sedimentabili per monitorare metalli pesanti e microinquinanti organici volatili

Protocolli di studi epidemiologici mirati:

- 1) studi microgeografici da condurre a livello subcomunale su insiemi di sezioni di censimento caratterizzate per livello di contaminazione delle matrici ambientali considerate. Le sezioni di censimento forniscono i denominatori relativi alla popolazione disaggregata per genere e

classe d'età. I numeratori sono desumibili dai dati dei Registri tumori, ove presenti, e in alternativa da altri flussi sanitari nominativi quali in particolare le Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO)

- 2) studi di coorti di residenti, da effettuare in aree caratterizzate da stime particolarmente elevate di livelli d'esposizione agli agenti inquinanti in esame, con ricostruzione della popolazione residente su un determinato arco di tempo, e l'utilizzo di indicatori di esito quali l'incidenza oncologica nelle aree servite da Registri Tumori, ovvero la mortalità e le SDO (per la metodologia d'indagine si veda lo studio di coorte relativo alla popolazione residente nel Quadrante Orientale di Ferrara, quartiere costruito su un'area di cave d'argilla dismessa, successivamente impiegata per smaltire rifiuti solidi urbani e rifiuti industriali del polo chimico di Ferrara (Pasetto et al. 2013)
- 3) studi di coorti professionali relative ai lavoratori impiegati nei processi di raccolta, trasformazione e smaltimento dei rifiuti della Regione Campania, con particolare riferimento ai lavoratori assunti ai sensi della Legge n. 608 del 28.11.1996, art. 4, comma 31 e 32, che costituiscono la componente degli addetti al ciclo dei rifiuti più specificatamente adibiti alla gestione delle discariche e dei siti di smaltimento con presenza di rifiuti pericolosi, con l'obiettivo di valutare mortalità e ricoveri ospedalieri. Il reclutamento di questa coorte è stato avviato da ISS e ARPAC.

In conclusione, dall'insieme dei dati qui presentati emergono due decisioni operative.

Per quanto attiene lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, un significativo guadagno in salute per le popolazioni residenti in prossimità di discariche e inceneritori può essere ottenuto attraverso la riduzione del 10% dei rifiuti prodotti, l'innalzamento al 70% della raccolta differenziata e del compostaggio e il divieto di conferimento in discarica del rifiuto indifferenziato tal quale.

Per quanto attiene la tutela della salute delle popolazioni residenti in aree con presenza di siti di smaltimento illegale di rifiuti pericolosi e di combustioni incontrollate di rifiuti sia pericolosi che solidi urbani, il lavoro svolto da Istituto Superiore di Sanità e ARPA Campania ha consentito di mettere a punto protocolli per caratterizzare la contaminazione ambientale nei siti in esame e valutare se vi siano rischi per la salute dei residenti, con l'obiettivo di fare emergere le situazioni a rischio ed effettuare con priorità gli interventi preventivi.

BIBLIOGRAFIA

1. Associazione Italiana di Epidemiologia (AIE). Waste processing and health. A position document of the Italian Association of Epidemiology (AIE) - May 2008. Associazione Italiana di Epidemiologia, Milan, Italy. *Ann Ist Super Sanità* 2008; 44(3):301-06.
2. Ala A, Stanca CM, Bu-Ghanim M, Ahmado I, Branch AD, Schiano TD, Odin JA, Bach N. Increased Prevalence of Primary Biliary Cirrhosis Near Superfund Toxic Waste Sites. *Hepatology* 2006; 43:525-31.
3. Benedetti M, Fazzo L, Buzzoni C, Comba P, Magnani C, Fusco M.. Incidence of soft tissue sarcomas in an Italian area affected by illegal waste dumping sites. *Arch Environ Occup Health* 2013. doi: 10.1080/19338244.2013.845135.
4. Boberg E, Lessner L, Carpenter DO. The role of residence near hazardous waste sites containing benzene in the development of hematologic cancers in upstate New York. *Int J Occup Med Environ Health* 2011; Dec 24(4):327-38.
5. Candela S, Ranzi A, Bonvicini L, Baldacchini F, Marzaroli P, Evangelista A, Luberto F, Carretta E, Angelini P, Anna Freni Sterrantino AF, Broccoli S, Cordioli M, Ancona C, Forastiere F. Air Pollution from Incinerators and Reproductive Outcomes. A Multisite Study. *Epidemiology* 2013; 24(6):863-70.
6. Dolk H, Vrijheid M, Armstrong B, Abramsky L, Bianchi F, Garne E, Nelen V, Robert E, Scott JE, Stone D, Tenconi R. Risk of congenital anomalies near hazardous-waste landfill sites in Europe: the EUROHAZCON study. *Lancet* 1998; 352:423-27.
7. Elliott P, Richardson S, Abellan JJ, Thomson A, de Hoogh C, Jarup L and Briggs DJ. Geographic density of landfill sites and risk of congenital anomalies in England. *Occup Environ Med* 2009; 66:81–89. doi:10.1136/oem.2007.038497.
8. Fazzo L, Belli S, Minichilli F, Mitis F, Santoro M, Martina L, Pizzuti R, Comba P, Martuzzi M, Bianchi F. Cluster analysis of mortality and malformations in the provinces of Naples and Caserta (Campania Region). *Ann Ist Super Sanità* 2008; 44(1):99-111.
9. Fazzo L, De Santis M, Mitis F, Benedetti M, Martuzzi M, Comba P, Fusco M. Ecological studies of cancer incidence in an area interested by dumping waste sites in Campania (Italy). *Ann Ist Super Sanita* 2011; 47(2):181-191.
10. Franchini M, Rial M, Buiatti E, Bianchi F. Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies. *Ann Ist Super Sanità* 2004; 40(1):101-15.
11. Gensburg LJ, Pantea C, Kielb C, Fitzgerald E, Stark A, Kim N. Cancer incidence among former Love Canal residents. *Environ Health Perspect* 2009; 117:1265–71. (a)
12. Gensburg LJ, Pantea C, Fitzgerald E, Stark A, Hwang SA, Kim N. Mortality among former Love Canal residents. *Environ Health Perspect*. 2009; 117:209–16. (b)
13. Kouznetsova M, Huang X, Ma J, Lessner L, Carpenter DO. Increased rate of hospitalization for diabetes and residential proximity of hazardous waste sites. *Environ Health Perspect* 2007; 115(1):75-79.

14. Ma J, Kouznetsova, Lessner L, Carpenter DO. Asthma and infectious respiratory disease in children--correlation to residence near hazardous waste sites. *Paediatr Respir Rev* 2007; Dec 8(4):292-98.
15. D.Marsili, L.Fazzo, P.Comba. Health risks from hazardous waste disposal: the need for international scientific cooperation. *Eur J Oncol* 2009; 14(3):151-59.
16. Martuzzi M, Mitis F, Bianchi F, Minichilli F, Comba P, Fazzo L.. Cancer mortality and congenital anomalies in a region of Italy with intense environmental pressure due to waste. *Occup Environ Med* 2009; 66:725-32.
17. Musmeci L, Bellino M, Cicero MR, Falleni F, Piccardi A, Trinca S.. The impact measure of solid waste management on health: the hazard index. *Ann Ist Super Sanità* 2010; 46(3):293-298.
18. Pasetto R, Ranzi A, De Togni A, Ferretti S, Pasetti P, Angelini P, Comba P. Cohort study of residents of a district with soil and groundwater industrial waste contamination. *Ann Ist Super Sanità* 2013; 49(4):354-57.
19. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI. Studio Epidemiologico Nazionale Territori e Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010; 34(5-6) Supplemento.3.
20. Porta D, Milani S, Lazzarini AI, Perucci CA, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of municipal solid waste. *Environ Health* 2009; 8:60.
21. Ranzi A, Fustinoni S, Erspamer L, Campo L, Gatti MG, Bechtold P, Bonassi S. Trenti T. Goldoni CA, Bertazzi PA, Lauriola P. Biomonitoring of the general population living near a modern solid waste incinerator: a pilot study in Modena, Italy. *Environ Int* 2013; Nov;61:88-97. doi: 10.1016/j.envint.2013.09.008. Epub 2013 Oct 5.
22. von Braun Margrit. The real global consequences of first-world environmental and occupational controls: the 2010-2013 lead poisoning in Nigeria. In: *Collegium Ramazzini. Annual Ramazzini Days, 2013. Scientific Session II. Occupational and environmental health and safety in a changing global economy. 25-27 October 2013. Carpi, Italy.*
23. von Lindern Ian. Escalating community metal poisoning due ta changes in the global economy: the evolving global economy in affecting human health and the environment. In: *Collegium Ramazzini. Annual Ramazzini Days, 2013. Scientific Session II. Occupational and environmental health and safety in a changing global economy. 25-27 October 2013. Carpi, Italy.*
24. WHO. Population health and waste management: scientific data and policy options. *Report of a WHO workshop. Rome, Italy, 29-30 March 2007.* WHO Regional Office for Europe.