

## **9. STUDI EPIDEMIOLOGICI RELATIVI AL CICLO DEI RIFIUTI NELLE PROVINCE DI NAPOLI E CASERTA**

Loredana Musmeci, Pietro Comba, Lucia Fazzo, Giovanni Ziemacki  
*Dipartimento Ambiente e connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

### **9.1. Introduzione**

I dati epidemiologici sullo stato di salute delle popolazioni residenti nel territorio della Campania maggiormente interessato dalla presenza di siti di smaltimento di rifiuti si riferiscono principalmente alle attività svolte nell'area dal Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) fin dal 2004. Tali attività comprendono studi di mortalità, incidenza dei tumori, prevalenza delle malformazioni congenite alla nascita, biomonitoraggio e messa a punto di procedure per la stima dell'esposizione.

### **9.2. Studi sul possibile impatto sanitario dei rifiuti**

I dati epidemiologici sullo stato di salute delle popolazioni residenti nell'area della Campania maggiormente interessata dalla presenza di siti di smaltimento di rifiuti si riferiscono alle attività svolte nell'area dal Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria dell'ISS fin dal 2004.

Dal 2004 al 2007 il Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria ha partecipato allo studio "Trattamento dei rifiuti in Campania: impatto sulla salute umana" coordinato dal Centro Europeo Ambiente e Salute dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, commissionato dal Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Insieme all'ISS e all'Organizzazione Mondiale della Sanità hanno partecipato all'indagine l'Istituto di Fisiologia Clinica del Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'Osservatorio Epidemiologico della Regione Campania e l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Campania (ARPAC).

Nel 2008 sono stati pubblicati i risultati preliminari dello studio di mortalità causa-specifica (anni 1994-2001) e prevalenza alla nascita di malformazioni congenite (anni 1996-2002) nei 196 comuni delle province di Napoli e Caserta che hanno evidenziato cluster (aggregazioni spaziali) di comuni con eccessi significativi di alcune patologie tumorali e sottotipi di malformazioni congenite, rispetto alla media regionale. In queste sub-aree sono stati registrati eccessi della mortalità per tumore del polmone, fegato, stomaco, rene e vescica e della prevalenza di malformazioni congenite totali, degli arti, del sistema cardiovascolare e dell'apparato urogenitale. I cluster dei comuni che hanno fatto registrare tali eccessi sono concentrati nell'area a cavallo delle due province, ovvero nell'area nord della provincia di Napoli e in quella sud della provincia di Caserta. Per il dettaglio dell'insieme dei comuni che rientrano in tali sub-aree si rimanda all'articolo pubblicato sugli *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* (1).

Il rapporto finale "Trattamento dei rifiuti in Campania: impatto sulla salute umana. Correlazione tra rischio ambientale da rifiuti, mortalità e malformazioni congenite" elaborato

dagli autori dell'indagine, è stato consegnato al Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio (2).

I risultati di questo studio sono stati pubblicati nel 2009 sulla rivista scientifica *Occupational and Environmental Medicine* (3). L'indagine ha esaminato la correlazione della mortalità per varie cause e della prevalenza alla nascita delle malformazioni congenite con l'intensità delle esposizioni legate allo smaltimento dei rifiuti nei 196 comuni delle province di Napoli e Caserta. In particolare, è stata studiata la mortalità nel periodo 1994-2001, per il quale erano disponibili i dati al momento dell'avvio dell'indagine, per tutte le cause, tutti i tumori, per il tumore del polmone, del fegato, dello stomaco, della vescica, del rene, per i tumori maligni del connettivo e dei tessuti molli e per linfomi non Hodgkin. La prevalenza alla nascita delle malformazioni congenite è stata analizzata per gli anni 1996-2002, considerando le malformazioni nel loro insieme e undici aggregazioni specifiche.

L'indice di pressione ambientale da rifiuti è stato costruito per ognuno dei 196 comuni sulla base del censimento dei siti di smaltimento di rifiuti, legali e abusivi, in possesso dell'ARPAC (periodo 1997-2003). Questo indice ha combinato tutte le informazioni disponibili circa i siti in un'unica misura che esprime il carico complessivo sulla popolazione residente, in funzione della numerosità, estensione e pericolosità dei siti di smaltimento. Per una descrizione dettagliata della procedura seguita, si rinvia all'articolo scientifico di Musmeci *et al.* 2010 (4).

Nell'analisi epidemiologica i comuni sono stati classificati in cinque gruppi di crescente intensità di esposizione e l'analisi ha tenuto conto del ruolo dei fattori socio-economici, dato il loro possibile effetto di confondimento sulle stime elaborate, utilizzando un indice di deprivazione socioeconomica calcolato a livello comunale. I risultati sono, quindi, "al netto" dello stato socio-economico, pur rimanendo un possibile effetto residuo dovuto alla modesta risoluzione del dato comunale.

Qui di seguito i risultati e le considerazioni conclusive come riportate nel rapporto sintetico, consegnato al Dipartimento della Protezione Civile (2):

“Sono state rilevate numerose associazioni positive e statisticamente significative (cioè non imputabili al caso) fra salute e rifiuti pericolosi. Trend di rischio in aumento al passaggio da una delle cinque classi di rischio a quella superiore sono stati osservati per: mortalità generale (aumento medio di 2% per ogni classe, uomini e donne), tutti i tumori (1%, uomini e donne), tumore del polmone (2% uomini), tumore del fegato (4% uomini, 7% donne), tumore dello stomaco (5% uomini); malformazioni congenite del sistema nervoso (8%) e dell'apparato uro-genitale (14%). Per le altre cause non sono stati osservati trend positivi significativi. I trend osservati si traducono in differenze marcate di rischio se si confrontano i comuni più a rischio con quelli poco o non esposti: ad esempio la mortalità generale nei primi è 9% in eccesso rispetto ai secondi per gli uomini e 12% per le donne. Nell'interpretazione dei risultati vanno tenute in considerazione alcune limitazioni di completezza, accuratezza e risoluzione spaziale dei dati. In ogni caso, le associazioni osservate, la loro consistenza e coerenza, suggeriscono che le esposizioni legate alle sostanze emesse dai rifiuti pericolosi smaltiti non correttamente, subite dalla popolazione negli ultimi decenni (fino al 2002, anno più recente di disponibilità dei dati al momento dell'inizio dello studio), giocano un ruolo importante fra i determinanti della salute nelle province di Napoli e Caserta. Se da un lato appare necessario colmare numerose lacune conoscitive in merito agli effetti e all'impatto sanitario, è d'altra parte urgente attivare e rafforzare misure di contenimento delle esposizioni, attraverso politiche integrate della gestione dei rifiuti.”

Questo studio ha confermato quanto emerso dall'analisi dei cluster precedentemente citata (1), ed ha consentito di stimare la correlazione fra densità di siti di smaltimento non a norma di rifiuti pericolosi, mortalità per cause tumorali e prevalenza di malformazioni alla nascita.

Successivamente, è stata attivata da parte del Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria dell'ISS, una collaborazione con il Registro Tumori dell'ASL Napoli 3 Sud (ex ASL Napoli 4).

Nel 2011 sono stati pubblicati i risultati di una prima fase di indagine dell'incidenza oncologica nei 35 comuni della provincia di Napoli serviti dal Registro Tumori (5). I rimanenti comuni delle province di Napoli e Caserta, già indagati negli studi precedenti sulla mortalità e la prevalenza di malformazioni congenite, attualmente non sono coperti da un sistema di registrazione oncologica accreditato dall'Agenzia Internazionale per la ricerca sul Cancro (*International Agency for Research on Cancer*, IARC) e riconosciuto dall'Associazione Italiana dei Registri Tumori (AIRTum).

L'analisi ha riguardato 17.000 casi diagnosticati nel periodo 1997-2005 (periodo di disponibilità dei dati al momento dell'avvio dell'indagine) residenti al momento della diagnosi in uno dei 35 comuni in esame, con riferimento a 25 sedi tumorali. Sono emerse sub-aree con eccessi di incidenza del tumore del fegato, del polmone, di leucemie e sarcomi dei tessuti molli, rispetto alla media dell'intera area. Per queste sedi tumorali non è stata evidenziata una correlazione con l'indicatore di pressione ambientale da rifiuti utilizzato nel precedente studio (7), per cui al momento non è possibile trarre conclusioni riguardo la possibile associazione con l'esposizione a rifiuti. I risultati dell'analisi di regressione suggeriscono una correlazione dell'incidenza del tumore del testicolo con l'indicatore di pressione ambientale dei rifiuti.

Successivamente, sulla medesima casistica, è stato fatto un approfondimento relativo ai casi di Sarcomi dei Tessuti Molli (STM), patologia per la quale ci sono indicazioni di una possibile associazione con alcune diossine e sostanze ad azione diossino-simile, inquinanti presenti in alcuni punti dell'area e potenzialmente emessi dalle combustioni illegali di rifiuti. È stata quindi svolta un'analisi per tutti gli STM, identificati utilizzando un criterio di selezione basato sulla diagnosi istologica, e separatamente per alcune specifiche classi di istotipi o sottotipi. È stata indagata l'incidenza per fasce di età e genere, in rapporto alla loro incidenza in altre aree del Sud del Paese, servite da un Registro Tumori. Non sono stati trovati eccessi dell'incidenza di STM così definiti, se non nei bambini di genere maschile (età 0-14). Per i sarcomi stromali gastrointestinali, analizzati separatamente, sono stati osservati eccessi negli adulti (negli uomini, il limite inferiore dell'intervallo di confidenza è stato maggiore di uno, mentre nelle donne l'intervallo di confidenza ha incluso il valore unitario). Gli autori sottolineano l'esigenza di approfondire questa prima indagine, trattandosi in particolare di una patologia rara, la cui analisi può risentire maggiormente del numero esiguo dei casi e della mancanza di dati sull'esposizione individuale (6).

La presenza di diossine in alcune zone dell'area è stata indagata in due indagini di biomonitoraggio recentemente pubblicate. Esposito *et al.* (7) hanno indagato la distribuzione di sostanze diossino-simile in 79 campioni di latte di mucche della Campania, in accordo con i piani di monitoraggio previsti dall'Unione Europea e il Piano Regionale di sorveglianza. I dati si riferiscono alla campagna svolta nell'anno 2008. I dati hanno rilevato una situazione globale di bassa contaminazione nella regione, con singoli punti critici in ristrette aree. Dei 79 campioni analizzati, sette, tutti della provincia di Caserta hanno fatto registrare un valore superiore al limite massimo previsto dal Regolamento comunitario (CE) 881/2006. Dai risultati sui diversi cogeneri gli autori hanno ipotizzato che la presenza delle diossine nel latte sia dovuta alla contaminazione di matrici ambientali determinata dalle combustioni illegali di rifiuti.

Un più recente articolo ha riportato i risultati di un'indagine di biomonitoraggio, finanziata dal Ministero della Salute, sul latte materno di circa 100 primipare residenti nei comuni delle province di Napoli e Caserta: nei campioni *pooled* i livelli di diossine trovati sono nel range dei valori rilevati in indagini precedenti nelle aree urbane italiane; l'analisi dei singoli campioni ha

rilevato i valori più elevati nelle donne residenti nei comuni individuati in studi precedenti (3, 4) aventi un maggior numero di siti illegali di sversamento di rifiuti (8).

Il territorio dei 77 comuni delle province di Napoli e Caserta componenti il Sito di Interesse Nazionale per le bonifiche (SIN) “Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano” (istituito per la contaminazione ambientale dovuta alla presenza di discariche più o meno abusive) è stato oggetto dell’analisi di mortalità del Progetto SENTIERI (Studio epidemiologico nazionale territori e insediamenti esposti a rischio da inquinamento) relativo a 44 siti di interesse nazionale per le bonifiche. Il Progetto, coordinato dall’ISS, è stato condotto e finanziato nell’ambito del Programma Strategico Ambiente e Salute (Ministero della Salute – Ricerca Finalizzata 2006 ex art.12 DL.vo 502/1992). L’analisi della mortalità (periodo 1995-2002) per l’intero SIN ha evidenziato eccessi del tumore del fegato, in entrambi i generi, e del tumore della laringe tra i soli uomini. Tra le patologie non oncologiche, sono risultati in eccesso in entrambi i generi le malattie ischemiche, il diabete mellito e la cirrosi. Gli autori del rapporto, pur evidenziando che alcuni di questi eccessi sono stati riscontrati già in studi precedenti in aree con presenza di siti di smaltimento più o meno abusivo di rifiuti, fanno presente quanto segue:

“Trattandosi di patologie a eziologia multifattoriale, va sempre considerato il confondimento residuo da deprivazione socioeconomica e il ruolo dell’inquinamento atmosferico e di fattori di rischio individuali come il fumo e il consumo di alcol” (9).

I risultati complessivi delle indagini qui illustrati forniscono indicazioni di un possibile effetto sulla salute della popolazione dei siti di smaltimento dei rifiuti, illegali, presenti sul territorio delle province di Napoli e Caserta.

Attualmente sono in corso ulteriori indagini, al fine di fornire nuovi elementi conoscitivi in termini di associazione causale tra gli eccessi delle patologie riscontrati e l’esposizione a contaminazione ambientale dovuta alla gestione non appropriata dei rifiuti. Uno degli approfondimenti riguarda uno studio che si sta conducendo in alcune aree di smaltimento abusivo di rifiuti nelle province di Napoli e Caserta, finalizzato alla messa a punto di un protocollo operativo per la valutazione del rischio sanitario connesso alla presenza sul territorio di un sito di smaltimento incontrollato di rifiuti.

Tutte queste attività sono state sostenute dal Ministero della Salute nell’ambito dei Progetti CCM (Centro per il Controllo e la prevenzione delle Malattie) “Sorveglianza epidemiologica di popolazioni residenti in siti contaminati” (2009) e “Salute e rifiuti: ricerca, sanità pubblica, comunicazione” (2010).

### **9.3. Studio di biomonitoraggio umano: il progetto SEBIOREC**

È stato coordinato dall’ISS su incarico della Regione Campania uno studio di biomonitoraggio umano, denominato SEBIOREC (Studio Epidemiologico di BIOMonitoraggio della REgione Campania), che ha analizzato circa 850 reperti di siero e sangue di individui residenti in tre aree a diversa pressione ambientale.

#### **9.3.1. Panorama campionario**

Per lo studio SEBIOREC, donatori e donatrici sono stati selezionati in tre aree sotto una presunta pressione di degrado ambientale elevata (Zona A), nulla o bassa (Zona C, come

potenziale riferimento per il confronto), e con caratteristiche intermedie o miste (Zona B). Per il rilevamento dei contaminanti organici prioritari – “diossine” (policloro-dibenzo-para-diossine, PCDD, e dibenzofurano policlorurato, PCDF) e policlorobifenili diossina-simili (DL-PCB) e non-diossina-simili (NDL-PCB) – sono stati resi disponibili 429 reperti di siero da soggetti maschili e 447 da soggetti femminili. Per la determinazione degli elementi quali arsenico, cadmio, mercurio, e piombo, il campionamento ha prodotto 423 reperti di sangue da soggetti maschili e 436 da soggetti femminili. In linea con il disegno dello studio, sono stati predisposti 84 campioni pool di siero e 84 pool di sangue. I reperti di latte umano sono stati ottenuti da 52 donatrici primipare delle province di Caserta e Napoli, per un totale di sei *pool*. Ogni soggetto è stato caratterizzato mediante dettagliato questionario.

### **9.3.2. Biomarcatori organici e inorganici: livelli ematici**

Dal confronto fra i risultati dello Studio e quelli di rilevamenti eseguiti sul sangue/siero nell'ultimo decennio per la determinazione di PCDD, PCDF, e PCB in vari gruppi di popolazione nazionali ed extra-nazionali, si è potuto concludere che i carichi ematici di Tossicità Equivalente Totale di diossine e composti diossina-simili – TEQTOT (PCDD+PCDF+DL-PCB) – e NDL-PCB nei soggetti selezionati per lo Studio rientravano nell'attuale normalità. I livelli dei NDL-PCB erano in effetti anche inferiori alle proposte concentrazioni critiche dell'agenzia francese ANSES (*Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*). Si è inoltre osservato come i livelli d'As, Cd, Hg, e Pb nel sangue dei medesimi soggetti fossero di fatto in linea con le concentrazioni di tali sostanze riportate nella letteratura internazionale

### **9.3.3. Biomarcatori organici e inorganici: livelli nel latte umano**

Con riferimento a indagini eseguite negli ultimi 20 anni in Italia, le concentrazioni nel latte umano dei contaminanti organici predetti misurate nello studio sono risultate in genere nettamente diminuite, in accordo con il loro generalizzato andamento temporale negativo. Per quanto riguarda il confronto tra le concentrazioni dei polibromobifenil eteri (PBDE) rilevate nel latte in questo studio e quelle pregresse in Italia, la situazione osservata è stata valutata stabile. Il confronto con i dati di letteratura dei risultati relativi a TEQTOT e NDL-PCB, ne ha mostrato la buona compatibilità con i livelli correnti a livello Europeo. Per quanto riguarda i PBDE, i valori riportati sono apparsi confrontabili con i risultati di studi internazionali condotti nell'ultimo decennio in diverse aree Europee; in tre *pool* è stata notata la presenza di PBDE con elevato grado di bromurazione. Le determinazioni di As, Cd, e Hg nei sei *pool* di latte umano hanno dato esiti non determinabili; il Pb è stato rilevato solo a basse concentrazioni. Questi risultati sono stati valutati compatibili con la letteratura internazionale: pertanto, anche le concentrazioni dei metalli pesanti misurate nel latte prelevato per lo Studio sono apparsi rientrare nell'attuale normalità.

### **9.3.4. Fattori di rischio emersi dalla valutazione dei questionari**

Lo scenario che descriveva i potenziali fattori di rischio raccolti dalla valutazione dei questionari era caratterizzato da notevole complessità e da elementi d'incertezza riferibili alla soggettività delle risposte individuali (anche se in generale è poco verosimile che le distorsioni nelle risposte siano molto differenti entro *pool* e tra *pool* diversi). Una stima affidabile sull'esposizione alimentare non è stata possibile sia per mancanza di dati sperimentali specifici sia per il profilo generico della pertinente sezione del questionario. Non sono state ritenute

possibili conclusioni su eventuali nessi causali. Dalle risposte al questionario sono emerse percentuali molto alte di preoccupazione relativamente a tutte le patologie indicate, sia acute (allergie, malattie respiratorie acute, danni temporanei ai diversi organi, ecc.), sia croniche (malattie respiratorie croniche, danni permanenti ai diversi organi, varie forme di cancro, ecc.), o che provocano molto allarme come le malformazioni congenite. Un'elevata maggioranza delle persone si è dichiarata a rischio d'ammalarsi di cancro vivendo vicino a un'area inquinata. In generale, gli abitanti dei comuni della Zona B hanno espresso un livello di preoccupazione/allarme in relazione alle pressioni ambientali superiore a quello rilevato nelle Zone A e C, in particolare per quanto riguarda la qualità dell'aria.

### **9.3.5. Elementi per l'eventuale definizione di priorità d'intervento**

I carichi inquinanti nel sangue (o siero) e nel latte delle sostanze investigate sono apparsi conformi ai normali livelli correnti nelle medesime matrici, ovvero tali da non giustificare uno stato d'allarme sanitario. Tuttavia, tali sostanze sono considerate "indesiderabili" in quanto potenzialmente pericolose per la salute umana. Pertanto, malgrado l'esito rassicurante dello studio, in considerazione del fatto che sono stati utilizzati campioni pool (ovvero, dati medi), e nel perseguire obiettivi di massima protezione sanitaria, sono stati forniti suggerimenti per eventuali azioni d'approfondimento e/o d'intensificazione delle misure locali di riduzione del rischio. Per selezionare i suggerimenti di maggiore rilievo, i risultati dell'analisi dei questionari sono stati messi in relazione con le indicazioni per la definizione di scenari di possibili interventi basati sui risultati del biomonitoraggio ematico. Vale osservare come le analisi per pool comune-specifiche abbiano fornito elementi conoscitivi di rilievo per la caratterizzazione delle aree in esame e per formulare inferenze sul gradiente di esposizioni della popolazione dei comuni in esame ai contaminanti potenzialmente emessi o rilasciati dai siti di smaltimento incontrollato di rifiuti.

## **9.4. Messa a punto di procedure di stima dell'esposizione per gli studi epidemiologici**

Emerge con chiarezza dai precedenti capitoli 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 nel 2010 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 particellare 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'ISS (Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria: Reparti Suolo e rifiuti, Igiene dell'aria, Chimica tossicologica, Bioelementi e salute e Epidemiologia ambientale) e dell'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:

- valutazione della documentazione prodotta dalla Commissione Parlamentare di Inchiesta sul Ciclo dei Rifiuti e sulle attività illecite ad esse connesse;
- esame dei dati in possesso di ARPAC con particolare riferimento alla mappatura dei siti di smaltimento illegale dei rifiuti pericolosi;
- esame di situazioni di particolare interesse (riferite sempre a gestione illegale di rifiuti) per le quali effettuare attività 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:

- 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;
- 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;
- 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;
- 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 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” e indagati per gli scopi progettuali nel 2012 e 2013 possono essere sinteticamente descritti come segue.

Il primo sito, la Resit (Figura 9.1), è un’ex cava, dove tra il 1980 circa e il 2004 sono stati smaltiti circa 1 milione di m<sup>3</sup> di RSU, rifiuti speciali (ex tossici e nocivi), su una superficie di circa 59.000 m<sup>2</sup>, solo in parte autorizzati. La discarica in questione ricade nella cosiddetta Area Vasta – Località 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 DL.vo 152/2006 e s.m.i.) per arsenico, metalli pesanti e inquinanti organici.



**Figura 9.1. Discarica ex Resit, Cava X (Giugliano in Campania)**

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 Località Caselle Pisani (Figura 9.2), completamente illegale, sono stati smaltiti fino al 2003 un quantitativo stimato di rifiuti pari a 175.000 m<sup>3</sup>, costituiti da rifiuti da demolizione e costruzione, rifiuti industriali, modeste quantità di RSU. Trattasi di una ex cava, profonda circa 50 m, della superficie stimata di circa 4.500 m<sup>2</sup>.



**Figura 9.2. Discarica Località Caselle Pisani (Pianura, Napoli)**

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 e indagini dirette sul suolo e sulle acque di falda, così come di seguito riportato:

- *Indagini indirette*
  - Tomografia geoelettrica: n. 3 stendimenti geoelettrici, n. 2 longitudinali della lunghezza di 160 m e n. 1 trasversale di lunghezza pari a 48 m;
  - Magnetometria: n. 4 prospezioni elettromagnetiche a multifrequenza per un totale di 1606 acquisizioni;
  - 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*
  - n. 7 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di m 65 dal p.c.
  - 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;
  - n. 14 campioni di rifiuto (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 e acque sotterranee, ma non di aria (vedi Figure 9.1 e 9.2).

Nell'ambito di questo progetto CCM, l'ISS 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 dei Composti Organici Volatili (COV) 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 500 m 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) e il terzo presso il fondo agricolo (R3); inoltre in seguito ad alcuni episodi di incendio (probabilmente di

autocombustione) è stato posizionato un quarto campionatore 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 e 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 ha 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+PCBDL, 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:

- 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) (10) negli USA;
- stimare i livelli di esposizione per la popolazione residente nell'intorno dei siti indagati, integrando i risultati relativi alle diverse matrici ambientali;
- 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, secondo lo schema seguente:

- classificazione e mappatura su supporto cartografico informatizzato dei siti di smaltimento illegale di rifiuti pericolosi;
- 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;
- prelievo con campionatori passivi e analisi di composti organici volatili;
- prelievo con deposimetri di deposizioni sedimentabili per monitorare metalli pesanti e microinquinanti organici volatili.

## Bibliografia

1. 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). *Annali Istituto Superiore di Sanità* 2008, 44(1):99-111.
2. Martuzzi M, Bianchi F, Comba P, Fazzo L, Minichilli F, Mitis F (Ed.). *Trattamento dei rifiuti in Campania: impatto sulla salute umana. Correlazione tra rischio ambientale da rifiuti, mortalità e malformazioni congenite*. Roma: Dipartimento della Protezione Civile - Presidenza del Consiglio dei Ministri; 2007. Disponibile all'indirizzo: [http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Studio\\_di\\_correlazione.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Studio_di_correlazione.pdf); ultima consultazione 17/4/13.
3. 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. *Occupational and Environmental Medicine* 2009;66:725-32.
4. Musmeci L, Bellino M, Cicero MR, Falleni F, Piccardi A, Trinca S. The impact measure of solid waste management on health: the hazard index. *Annali Istituto Superiore di Sanità* 2010;46(3):293-8.
5. 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). *Annali Istituto Superiore di Sanità* 2011;47(2):181-91.
6. 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. *Archives of Environmental and Occupational Health* 2015;70:154-9.
7. Esposito M, Cavallo M, Serpe FP, D'Ambrosio R, Gallo P, Colarusso G, Pellicanò R, Baldi L, Guarino A, Serpe L. Levels and congener profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in cow's milk collected in Campania, Italy. *Chemosphere* 2009;77:1212-6.
8. Giovannini A, Rivezzi G, Carideo P, Ceci R, Diletti G, Ippoliti C, Migliorati G, Piscitelli P, Ripani A, Salini R, Scortichini G. Dioxins levels in breast milk of women living in Caserta and Naples: assessment of environmental risk factors. *Chemosphere* 2014;94:76-84.
9. Pirastu R, Zona A, Ancona C, Bruno C, Fano V, Fazzo L, Iavarone I, Minichilli F, Mitis F, Pasetto R, Comba P. Risultati dell'analisi della mortalità nel Progetto SENTIERI. *Epidemiologia e Prevenzione* 2011;35(5-6) Suppl. 4:86-88.
10. 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;24(4):327-38.