

BUSYLAB

**VALUTAZIONE EPIDEMIOLOGICA
riguardante i RESIDENTI nelle AREE CIRCOSTANTI
l'impianto di TRATTAMENTO dei RIFIUTI SOLIDI URBANI del**



INTRODUZIONE

capitolo 1

1.1. Obiettivi dello studio

1.2. Gli inceneritori e gli impatti sulla salute

1.3. L'inceneritore del COSMARI

1.3.1. Descrizione dell'impianto

1.3.2. Descrizione generale dell'area

1.3.3. Modellazione della diffusione degli inquinanti in atmosfera

1.3.4. Sintesi degli impatti verificati dagli organismi di controllo

Bibliografia

1. INTRODUZIONE

Nel territorio comunale di Tolentino, nel periodo compreso tra il 1997 e il 2013, è stato operativo l'impianto consortile di smaltimento tramite incenerimento di rifiuti solidi urbani (RSU) del COSMARI (ora COSMARI Srl).

Il tema dello smaltimento dei rifiuti è critico nelle società avanzate, caratterizzate da consumi elevati e produzioni crescenti. La gestione dei rifiuti è in generale un'attività che può presentare criticità e problematiche di natura ecologica, tossicologica e di compatibilità con lo sviluppo dei territori, e rimane oggetto di valutazioni anche sotto il profilo della sicurezza e della tutela della salute pubblica. Il tema del possibile impatto sanitario del ciclo dei rifiuti, soprattutto a partire dai primi anni di questo secolo, è stato ed è tuttora oggetto di crescente attenzione da parte della comunità scientifica, nazionale e internazionale, venendo affrontato in riferimento sia alle discariche che agli inceneritori (Ranzi A, 2014).

Le istanze provenienti dalla popolazione, anche mediante le sue forme associative, volte alla conoscenza dei rischi per la salute connessi alle potenziali esposizioni dannose derivanti dall'attività dell'inceneritore, sono state raccolte dal Cosmari, dall'Amministrazione Provinciale di Macerata e dai comuni più prossimi all'impianto attraverso la richiesta, agli organismi ambientali e sanitari di competenza, di uno studio epidemiologico volto a valutare lo stato di salute dei residenti nelle zone limitrofe all'inceneritore.

In generale, le preoccupazioni delle popolazioni locali sono influenzate dal fatto che le evidenze scientifiche relative agli effetti sulla salute degli impianti di incenerimento di rifiuti, in parte per le diverse tecnologie sviluppate e utilizzate dai vari impianti nel corso degli anni e per la differente tipologia dei rifiuti trattati, non sempre risultano concordi ed esaustive. Nel tempo, infatti, gli impianti di smaltimento rifiuti sono stati oggetto di continui ammodernamenti tecnologici; questi hanno contribuito indirettamente ad accrescere l'inadeguatezza delle conoscenze epidemiologiche riferite agli inceneritori, rendendo obsolete le evidenze disponibili circa gli impatti sulla salute associabili a impianti denominati, conseguentemente, di "vecchia generazione" (Porta D, 2009).

Gli impianti di incenerimento dei rifiuti, in particolare, con il passare del tempo hanno evidenziato notevoli miglioramenti giovandosi delle innovazioni tecnologiche soprattutto rivolte alla massimizzazione delle rese energetiche degli stessi che, al tempo stesso, hanno condotto alla minimizzazione degli impatti sull'ambiente e quindi sulla salute (Ranzi A, 2014).

Le emissioni attribuibili agli impianti di incenerimento constano fondamentalmente di particolato e vari composti gassosi che determinano una pressione ambientale la cui dimensione, in termini di ricaduta e di esposizione, è di complessa valutazione in ambito epidemiologico. Le sostanze inquinanti che potenzialmente possono essere emesse dal camino di un inceneritore, in forma solida o gassosa, contemplano ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ossidi di carbonio, composti organici volatili (VOC), elementi in traccia come piombo, cadmio e mercurio, acido cloridrico, e possono comprendere anche idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e vari composti organici del cloro quali diossine (PCDD), furani (PCDF) e policlorobifenili (PCB) (ARPA Piemonte, 2015a). Parte dei composti elencati sono persistenti, bioaccumulabili e tossici; sono persistenti perché resistenti ai processi naturali di degradazione biologica, chimica e fotochimica; bioaccumulabili, poiché per le loro caratteristiche chimiche tendono ad attraversare le strutture fosfolipidiche delle membrane biologiche

e ad accumulare negli organismi viventi trasferendosi nella catena alimentare e giungendo ad elevate concentrazioni nei livelli più elevati delle catene trofiche; infine sono tossici, in quanto attraverso le diverse modalità di esposizione possono introdursi nell'organismo e comportare patologie acute o croniche anche di estrema gravità (ARPA Piemonte, 2015a).

In definitiva, le sostanze emesse dagli inceneritori che vanno a disperdersi nelle matrici ambientali e che, per la loro mobilità nell'ambiente, possono essere trasportate in atmosfera anche su lunghe distanze, dipendono sostanzialmente dalla composizione chimica dei rifiuti trattati, dalle condizioni e dalle tecnologie di trattamento nonché dalla modalità e operatività dei sistemi di abbattimento degli inquinanti.

Gli studi epidemiologici ambientali, specie nell'ultima decade, per la misura indiretta delle esposizioni spesso si giovano dell'impiego della modellistica diffusionale degli inquinanti al fine di valutare la ricaduta e il potenziale contatto con i contaminanti da parte dei soggetti esposti. In tali casi, accanto alla stima dell'esposizione derivante dalle emissioni dell'impianto, gli studi che intendono valutare lo stato di salute di una popolazione residente in una determinata area, tuttavia, non possono trascurare di tener conto delle ulteriori pressioni ambientali presenti sul territorio. Queste, tra le altre, sono per lo più riconducibili alle emissioni provenienti da altre attività produttive insistenti sull'area, alla presenza di impianti di riscaldamento civile, all'impatto sull'ambiente delle attività agricole e alla compresenza di infrastrutture viarie spesso intensamente trafficate.

Premesso quanto sopra è stato disegnato uno studio che, pur con i limiti propri delle valutazioni epidemiologiche in campo ambientale circa la valutazione delle esposizioni e la presenza di ulteriori criticità di seguito esplicitate, ha reso possibile delineare il quadro sanitario della popolazione residente nei comuni limitrofi all'impianto di incenerimento del Cosmari.

1.1. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Il progetto si è posto l'obiettivo primario di valutare, con approccio descrittivo e analitico, lo stato di salute della popolazione residente nelle zone vicine al Cosmari, potenzialmente esposta alle ricadute delle emissioni dell'inceneritore di rifiuti solidi urbani.

I risultati dello studio, oltre a contribuire ad ampliare le conoscenze circa lo stato di salute delle popolazioni locali nell'ottica di una salvaguardia e di una tutela della salute pubblica, fornendo al tempo stesso risposte alle preoccupazioni manifestate dai cittadini per la presenza dell'impianto di smaltimento rifiuti, saranno in grado di offrire utili indicazioni:

- alla pubblica amministrazione, ai fini della programmazione dell'uso del territorio e delle eventuali azioni di mitigazione da porre in atto qualora vi sia la necessità di attenuare le pressioni ambientali tuttora insistenti sull'area;
- agli organismi pubblici di controllo, dipartimento di sanità pubblica e agenzia di protezione ambientale, per rendere più efficace la loro attività istituzionale sul territorio;
- agli operatori sanitari, medici di medicina generale e pediatri di libera scelta, contribuendo ad arricchire le loro conoscenze sullo stato di salute della popolazione residente nell'area e fornendo loro evidenze scientifiche spendibili nell'informazione e nella comunicazione ai propri assistiti.

1.2. GLI INCENERITORI E GLI IMPATTI SULLA SALUTE

Le evidenze relative agli effetti sulla salute degli impianti di incenerimento e termovalorizzazione non sono ancora certe ed esaustive.

La maggior parte degli studi risente della ridotta numerosità delle popolazioni osservate, di un'inadeguata attribuzione delle esposizioni, di una finestra temporale spesso insufficiente a valutare il periodo di latenza della malattia e dell'impossibilità di controllare appieno i fattori di confondimento.

A ciò si aggiunge il fatto che le conoscenze scientifiche, prevalentemente, riguardano impianti di incenerimento di RSU attivi nel passato, molto diversi tecnologicamente da quelli attuali.

A tal proposito la letteratura scientifica inerente gli effetti sulla salute associati all'attività degli inceneritori può essere distinta dal punto di vista cronologico in due grandi periodi temporali che comprendono gli studi condotti sugli impianti di prima generazione (attivi negli anni 1969-1990) e quelli condotti sugli impianti di seconda e terza generazione (dal 2000 in poi) (ARPA Piemonte, 2015b).

Ciò premesso, sebbene esistano numerosi studi e siano stati pubblicati importanti rapporti e revisioni della letteratura scientifica, sia nazionali che internazionali, sui possibili effetti sulla salute in relazione alla vicinanza agli inceneritori per rifiuti solidi urbani, allo stato delle attuali conoscenze non sussistono evidenze epidemiologiche che possano ritenersi conclusive e, in definitiva, tali da fornire risposte chiare e univoche (IEH, 1997; NRC, 2000; Franchini M, 2004; Porta D, 2009).

I risultati complessivi, soprattutto per le patologie tumorali, sono infatti contrastanti, ed il livello di evidenza per una relazione tra la residenza in prossimità degli impianti e la comparsa di esiti sanitari avversi è spesso limitato o inadeguato (Porta D, 2009; Sentieri, 2010).

Frequentemente gli studi condotti per valutare lo stato di salute dei residenti nelle vicinanze di impianti di incenerimento di rifiuti solidi urbani (RSU) hanno considerato la mortalità e l'incidenza di **tumori maligni** (ARPA Piemonte, 2015a; Michelozzi P, 1998; Ancona C, 2015; Fabre P; 2007). Nell'ambito delle neoplasie maligne, i ricercatori sembrano aver concentrato la loro attenzione in particolare sui linfomi non-Hodgkin (LNH) (Viel J, 2000; Floret, 2003; Viel J, 2008b) e sui sarcomi dei tessuti molli (STM) (Viel J, 2000; Comba P, 2003; Tessari R, 2006; Zambon P, 2007); non sono stati trascurati, tuttavia, studi sui tumori dell'apparato digerente (stomaco, colon-retto, fegato) (Marcilio I, 2006; Ranzi A, 2011), dell'apparato respiratorio (laringe e polmone) (Elliot P, 1992; Marcilio I, 2006; Barbone F, 1995; Biggeri A, 1996), del sistema emolinfopoietico (Viel J, 2000) e della mammella (Viel J, 2008a).

I risultati di tali studi non sembrano infatti sempre concordare nel riconoscere o meno la potenziale associazione tra i tumori e l'esposizione alle ricadute degli inceneritori. A tal proposito, vi è uno studio che depone in favore di un aumento del rischio di incidenza del sarcoma dei tessuti molli condotto a Mantova (Comba P, 2003). Si tratta di un'indagine epidemiologica, attuata con metodologia caso-controllo, che ha indagato il rischio di sarcoma dei tessuti molli in funzione della distanza dall'inceneritore rilevando un *odds ratio* (OR), associato alla residenza entro 2 km dall'impianto, standardizzato per età e sesso, pari a 31,4 (IC 95% 5,6-176,1). Occorre rilevare che i risultati di questo studio potrebbero essere gravati dalla bassa numerosità dei casi individuati e considerare che l'impianto non trattava rifiuti urbani ma di tipo industriale. Risultati che sembrano andare nella stessa direzione sono stati conseguiti da uno studio caso-controllo di popolazione condotto in provincia di Venezia (Zambon P, 2007); in esso è stato rilevato un aumento significativo

del rischio per i sarcomi dei tessuti molli (OR: 3,3; IC95% 1,24-8,76) correlato sia con il livello che con la durata dell'esposizione a diossine.

A fronte di studi che mostrano risultati a supporto della presenza di un'associazione eziologica tra effetto ed esposizione, ve ne sono altri i cui risultati sono incerti se non addirittura discordanti.

Studi che ad esempio hanno indagato il sarcoma dei tessuti molli, ma che hanno condotto a conclusioni incerte, sono rappresentati da due studi spaziali, condotti in Italia (Tessari R, 2006) e in Francia (Viel J, 2000). Entrambi hanno analizzato la distribuzione delle neoplasie tra i residenti in aree limitrofe a sorgenti emmissive. Sebbene gli indicatori statistici utilizzati abbiano deposto per un eccesso di rischio tra i soggetti a maggiore esposizione, gli autori ritengono che le indicazioni a supporto della presenza di un'associazione tra l'incremento della patologia neoplastica e l'esposizione a diossine derivanti dalle fonti emmissive indagate, necessitino di ulteriori conferme.

Ancor più lontani dal rilevare un'associazione tra l'esposizione agli inceneritori e l'insorgenza del sarcoma dei tessuti molli sono i risultati di uno studio francese che ha comparato l'incidenza della malattia tra residenti in aree a diversa esposizione, non evidenziando alcun incremento significativo del rischio nelle zone maggiormente esposte (Floret N, 2004).

Come per i sarcomi dei tessuti molli, le conoscenze disponibili a sostegno del legame con i linfomi non-Hodgkin, nonostante vi siano studi che fanno rilevare il possibile ruolo eziologico delle emissioni degli inceneritori, non sono ancora univoche ed esaustive. Un'indagine epidemiologica caso-controllo, ad esempio, ha individuato un rischio di 2,3 volte più alto (IC95% 1,4-3,8) tra coloro che risiedono in aree a maggiore esposizione rispetto ai soggetti che vivono in aree meno esposte (Floret N, 2003). Allo stesso modo un altro studio (Viel J, 2008b) evidenzia un'associazione statisticamente significativa tra l'incidenza del LNH e l'esposizione a diossine emesse dagli inceneritori di rifiuti solidi (RR 1,120; IC95% 1,002-1,251), pur affermando che diversamente dall'inceneritore oggetto di indagine, gli impianti più evoluti emettono una quantità di inquinanti molto più bassa. Di direzione opposta i risultati di un altro studio (Tessari R, 2006) che invece non mostrano alcuna tendenza di rilievo nell'analisi dei LNH in rapporto ai livelli di inquinamento da diossine.

Nello studio delle patologie tumorali in generale, una recente indagine epidemiologica svolta per valutare le condizioni di salute della popolazione residente intorno all'inceneritore per RSU di Vercelli ha rilevato un aumento del rischio di mortalità per tutti i tumori maligni (*Hazard Ratio*, HR 1,6; IC95% 1,1-2,6) e, in particolare, per i tumori colon-rettali (HR 5,9; IC95% 1,3-27) (ARPA Piemonte, 2015a).

Oltre alle patologie tumorali maligne negli studi epidemiologici effettuati sulle popolazioni esposte a contaminanti emessi dagli inceneritori, vengono considerati anche **esiti non neoplastici** come le malattie dell'apparato respiratorio (ARPA Piemonte, 2015a; Hu S, 2001). Tra gli studi che hanno considerato i disturbi delle vie aeree, un'indagine condotta a Taiwan su bambini di età compresa tra 6 e 8 anni residenti in un'area rurale prossima a un inceneritore, ha rilevato un eccesso significativo di rinite, problemi nasali ed eczema; anche la prevalenza di asma è stata oggetto di analisi senza tuttavia fornire riscontri di un significativo scostamento dei valori rilevati in soggetti residenti in aree lontane da fonti di esposizione (Liao M, 2005).

Sempre nell'ambito di patologie non tumorali, uno studio giapponese (Miyake Y, 2005) condotto su bambini, mediante somministrazione di questionario, ha rilevato un aumento della prevalenza di sintomi respiratori, gastralgia, affaticamento e cefalea in relazione alla distanza delle scuole dagli inceneritori; lo studio non ha evidenziato eccessi di dermatiti atopiche né di riniti allergiche.

Un recente studio (Golini M, 2014) svolto nel Lazio ha valutato l'impatto delle malattie respiratorie e cardiovascolari in residenti nelle vicinanze di due inceneritori. Non è stata evidenziata una chiara associazione statistica tra le ospedalizzazioni e la residenza in aree a maggiore esposizione. Un eccesso statisticamente significativo, tuttavia, è stato riscontrato per i ricoveri per broncopneumopatia cronica ostruttiva, nei maschi, in associazione con l'esposizione a PM₁₀ (HR 1,86; IC95% 1,04-3,33).

L'indagine svolta in Piemonte precedentemente citata tra gli esiti non neoplastici ha evidenziato in particolare eccessi significativi per i disturbi respiratori cronico ostruttivi e per le malattie ischemiche cardiache e l'ipertensione (ARPA Piemonte, 2015a).

Numerosi studi hanno anche valutato l'associazione tra l'esposizione residenziale alle emissioni da inceneritore e gli esiti della gravidanza. Gli esiti della gravidanza sono considerati importanti negli studi epidemiologici, perché possibile espressione di un effetto a breve termine delle esposizioni ambientali.

Tra gli studi epidemiologici che hanno analizzato la frequenza di malformazioni congenite in bambini residenti vicino a inceneritori di vario tipo, uno studio di coorte retrospettivo compiuto in Gran Bretagna (Dummer T, 2003) ha evidenziato un eccesso di rischio di malformazioni congenite letali, in particolare spina bifida ed anomalie cardiache, anche se le analisi statistiche non hanno permesso di individuare con certezza l'esistenza di un rapporto causa-effetto.

Un altro studio, condotto in Francia (Cordier S, 2004), ha rilevato in generale un lieve eccesso, non significativo, di malformazioni congenite; alcuni sottogruppi di anomalie maggiori come la schisi facciale, la displasia renale e le uropatie ostruttive sono stati evidenziati nella stessa indagine con una frequenza più elevata nei soggetti esposti.

Uno studio geografico condotto in Scozia (Lloyd O, 1988) in una regione con un inceneritore di rifiuti solidi urbani ha rilevato, nel periodo oggetto di indagine, incrementi elevati dei tassi di gemellarità rispetto a quelli osservati nell'area di riferimento. Per quanto concerne il rapporto tra i sessi, nella stessa regione e negli stessi periodi temporali, i ricercatori hanno rilevato, nell'area a maggiore esposizione agli inquinanti emessi dall'inceneritore, una riduzione significativa delle nascite di sesso maschile facendo variare il rapporto tra i sessi alla nascita in favore del sesso femminile (Williams F, 1992).

Un altro studio effettuato più di recente rispetto a quelli citati, che ha analizzato alcuni esiti della gravidanza in donne che risiedevano o lavoravano nei pressi dell'inceneritore di rifiuti solidi urbani di Modena, ha evidenziato solo un incremento non significativo (RR 2,26; IC95% 0,57-6,14) della prevalenza alla nascita di anomalie congenite (Vinceti M, 2008).

A risultati incerti sembra essere giunto uno studio giapponese (Tango T, 2004) che ha analizzato alcuni esiti riproduttivi avversi, quali le malformazioni congenite e la mortalità infantile in bambini nati da madri residenti in un raggio di 10 km dagli inceneritori. L'indagine, infatti, non ha evidenziato per nessuno degli esiti della riproduzione indagati un rischio significativamente aumentato per coloro che risiedevano nei primi 2 km di distanza dalle sorgenti. Nello stesso studio, tuttavia, è stata rilevata una riduzione significativa del rischio per la mortalità infantile ($p=0,023$), anche quando associata a malformazioni congenite ($p=0,047$), all'aumentare della distanza dall'inceneritore.

A conclusioni rassicuranti in termini di incremento del rischio sono giunti i ricercatori che hanno svolto uno studio in Svezia (Rydstroem H, 1998) valutando la frequenza di nascite gemellari in 14 municipalità sedi di inceneritore; non è stato evidenziato alcun eccesso dell'esito sanitario indagato confrontando i periodi antecedenti e successivi alla costruzione degli impianti.

Pochi anni fa è stato portato a termine un importante studio epidemiologico, condotto in Emilia Romagna e denominato MONITER (Monitor, 2011), che ha previsto lo svolgimento di una serie di indagini volte a valutare gli effetti ambientali e sanitari degli inceneritori di rifiuti urbani presenti nella regione.

Come da progetto, nei residenti in un'area di 4 km di raggio intorno ad ogni inceneritore, sono stati valutati gli effetti sulla salute a breve termine, relativi agli esiti riproduttivi, e gli effetti a lungo termine, considerando tra questi la mortalità e l'incidenza dei tumori. Circa gli effetti riproduttivi, i risultati non hanno evidenziato differenze significative tra le aree in studio e le medie regionali. Solo le nascite pretermine hanno fatto rilevare un'associazione coerente e statisticamente significativa con i livelli di esposizione ad emissioni da inceneritore. Gli aborti spontanei e le malformazioni congenite hanno fatto registrare un andamento crescente della prevalenza, ma i risultati ottenuti, nel complesso, non sono stati informativi di un'associazione causale con l'esposizione ad inceneritore.

Lo studio degli effetti a lungo termine, in generale, non ha evidenziato una coerente associazione tra i livelli di esposizione e la mortalità o l'incidenza dei tumori.

In tabella 1.1. viene riportata la sintesi degli studi sopracitati.

Nella seguente tabella 1.2. viene riportata una sintesi delle evidenze epidemiologiche risultanti dall'analisi degli studi presi in rassegna dalla review di Porta D. *et al.* del 2009 riguardo il manifestarsi di determinati esiti sanitari a seguito dell'esposizione a inquinanti connessi alla presenza di discariche o inceneritori. I livelli di evidenza vengono indicati come "inadeguati" o "limitati" a seconda se, rispettivamente, gli studi sono di insufficiente qualità, coerenza o potenza statistica per decidere sulla presenza o sull'assenza di un'associazione causale, oppure se è stata osservata un'associazione positiva tra l'esposizione e la malattia per la quale un'interpretazione causale può ritenersi credibile anche se non è possibile escludere il ruolo del caso o di un *bias* o di un confondimento.

Tabella 1.1. Sintesi di alcuni studi epidemiologici che hanno indagato i potenziali effetti sulla salute associati all'esposizione agli inquinanti emessi dagli inceneritori

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
L'obiettivo dello studio è stato quello di valutare le condizioni di salute della popolazione residente intorno all'inceneritore per RSU di Vercelli. Italia (ARPA Piemonte, 2015a)	Studio di coorte retrospettivo. Sono stati indagati alcuni effetti a breve termine e a lungo termine, con riferimento a dati di mortalità e di ricoveri ospedalieri. L'esposizione dei residenti nell'area è stata stimata attraverso modelli di dispersione, rafforzati da dati provenienti da campagne di misura.	Dai dati emergono rischi di mortalità e di morbosità causa-specifica significativamente più elevati nella popolazione esposta per diverse patologie, sia cancerogene che non cancerogene.	Vivere in vicinanza di un inceneritore di rifiuti urbani (in particolare se di vecchia generazione) risulta associato ad un aumento del rischio di mortalità e di morbilità per varie cause cancerogene e non cancerogene. Lo studio suggerisce ulteriori approfondimenti anche al fine di valutare il ruolo dei pesticidi in agricoltura sugli occupati e sulla popolazione generale.
Rapporto dell'Istituto per l'Ambiente e la Salute dell'Università di Leicester, Regno Unito (IEH, 1997)	Valutazione delle evidenze emerse da studi epidemiologici sugli effetti sulla salute connessi con l'esposizione agli inceneritori.	Non sono emerse evidenze significative di problemi alla salute legate agli inceneritori.	E' difficile rilevare l'impatto sulla salute dato dalle esposizioni, relativamente basse, causate dagli inceneritori, anche a causa di fattori di confondimento.
Rassegna della letteratura effettuata dall'Unità di Epidemiologia, dell'Istituto di Fisiologia Clinica, Consiglio Nazionale delle Ricerche. Italia (Franchini M, 2004)	Analisi degli studi epidemiologici che hanno indagato il rapporto tra gli effetti sulla salute e l'esposizione agli inquinanti emessi dagli inceneritori.	Alcuni studi riferiscono effetti avversi sulla salute umana, in particolare per tumori e malformazioni congenite in aree con la presenza di impianti. I risultati riguardanti patologie non tumorali sono meno consistenti.	Fattori di distorsione e confondimento possono avere una rilevante influenza sulle associazioni identificate.
Rapporto del Consiglio Nazionale delle Ricerche (US), Commissione per gli effetti sulla salute dovuti all'incenerimento dei rifiuti. (NRC, 2000)	Valutazione della relazione tra l'incenerimento dei rifiuti, l'inquinamento e il rischio per la salute umana.	Impianti ben progettati e gestiti correttamente emettono quantità relativamente piccole di inquinanti tali da non rappresentare un rischio sostanziale per la salute.	I risultati ottenuti sono spesso condizionati dalla bassa numerosità delle popolazioni studiate, dai lunghi periodi necessari per lo svilupparsi di effetti sulla salute e da diversi fattori di confondimento.

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Revisione sistematica della letteratura compiuta dal Dipartimento di Epidemiologia della Regione Lazio, Italia (Porta D, 2009)	Analisi della letteratura sugli effetti sulla salute nelle popolazioni residenti nelle vicinanze di discariche e inceneritori e nei lavoratori negli impianti di trattamento dei rifiuti.	Per le popolazioni che vivono entro tre chilometri da inceneritori di vecchia generazione, c'è una limitata evidenza di aumento del rischio di cancro; la stima del rischio mostra un eccesso più evidente per il linfoma non-Hodgkin e il sarcoma dei tessuti molli.	La validità dei risultati è limitata dalla difficoltà di valutazione delle esposizioni, dal livello di analisi (ecologico) degli studi, nonché dalla mancanza di informazioni su importanti fattori di confondimento.
Progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento), Italia (Sentieri, 2010).	Valutazione delle evidenze dell'associazione tra 63 cause di morte selezionate e le fonti di esposizioni ambientali presenti nei Siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN).		Le evidenze di associazione decesso-esposizione per singole cause sono assenti, inadeguate o al massimo limitate, comunque mai sufficienti.
Studio di mortalità sulla popolazione residente in un'area limitrofa a sorgenti multiple di inquinamento. L'area di studio è la zona di Malagrotta, alla periferia di Roma dove è nota la presenza di una discarica, un impianto di incenerimento rifiuti e una raffineria di petrolio. Italia (Michelozzi P, 1998)	Analisi della mortalità nella zona di Malagrotta con la tecnica degli studi su piccole aree. Il fine dello studio è stato quello di valutare il trend del rischio relativo all'aumentare della distanza dall'impianto in un raggio di 10 km. Sono stati considerati i decessi avvenuti negli anni 1987-1993 per tutti e per specifici tumori: fegato, laringe, polmone, rene, sistema emolinfopoietico.	Nell'area non è stato rilevato un eccesso significativo del rischio per tutte le cause di morte analizzate. Non è stato osservato un declino del rischio all'aumentare della distanza dall'impianto se non per il tumore della laringe, nei maschi ($p=0,03$).	Risultati basati su un numero limitato di casi; valutazione delle esposizioni mediante la distanza dalla fonte emissiva. E' stata manifestata l'esigenza di compiere ulteriori studi per chiarire se la presenza di raffinerie o di inceneritori di rifiuti possa rappresentare un fattore di rischio certo per l'insorgenza di patologie tumorali.
Studio di coorte retrospettivo in un'area alla periferia di Roma nota per la presenza di una discarica, un impianto di incenerimento rifiuti e una raffineria di petrolio. Italia (Ancona C, 2015).	Valutazione dei potenziali effetti sulla salute di una coorte di oltre 85000 individui, arruolati nel 2001 e seguiti fino al 2010, esposti alle emissioni provenienti da vari impianti tra i quali un inceneritore. Le esposizioni sono state valutate attraverso la modellistica di dispersione e ricaduta degli inquinanti emessi.	Il PM_{10} derivato dall'attività dell'inceneritore è stato associato con un eccesso di mortalità, in entrambi i generi, per tumore del pancreas (HR 1,40; IC95% 1,03-1,90 negli uomini, HR 1,47; IC95% 1,12-1,93 nelle donne) e con un eccesso del tumore alla mammella nelle donne (HR 1,13; IC95% 1,00-1,27).	La stima delle concentrazioni degli inquinanti sul luogo di residenza potrebbe non rappresentare adeguatamente l'esposizione poiché non sono disponibili dati sulle abitudini quotidiane e sulle attività lavorative. E' stata considerata solo l'esposizione agli inquinanti atmosferici, mentre non è stata indagata la possibile esposizione a seguito della contaminazione del suolo, dell'acqua e del cibo.

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Studio ecologico retrospettivo volto a valutare l'impatto sulla salute delle popolazioni residenti nelle vicinanze di 13 inceneritori di rifiuti solidi urbani. Francia (Fabre P, 2007)	Valutazione dell'incidenza di tumori in rapporto all'esposizione alle emissioni in atmosfera degli inceneritori in attività nel periodo 1972-1984. Sono stati indagati i soggetti con età superiore ai 14 anni nel periodo 1990-1999; dal registro nazionale tumori, sono emersi circa 135.000 casi di cancro.	E' stata dimostrata una relazione tra l'esposizione agli inceneritori e l'insorgenza di cancro; in particolare: tutti i tumori (RR 1,06; IC95% 1,01-1,12) e tumore della mammella (RR 1,09; IC95% 1,01-1,18) nella donna e mieloma multiplo nell'uomo (RR 1,23; IC95% 1,00-1,52).	Lo studio si riferisce ad esposizioni passate non rappresentative di una situazione attuale. Trattandosi di uno studio ecologico non si è tenuto conto di fattori individuali come l'esposizione abitativa e professionale o le abitudini alimentari e voluttuarie.
Studio epidemiologico con analisi spaziale dei dati sanitari della popolazione residente nelle aree limitrofe ad un impianto di incenerimento di rifiuti solidi. Brasile (Marcilio I, 2006)	Sono stati studiati i decessi, in 543.054 soggetti di età superiore ai 40 anni, per tumore a fegato e polmoni nel periodo 1998-2002.	Nelle aree vicine all'inceneritore, il rischio di morire di cancro al polmone è maggiore e statisticamente significativo (Stone test 1,14; p=0,04); per il cancro al fegato l'eccesso di rischio non è significativo (p=0,07).	I risultati suggeriscono un alto rischio di morte per cancro a polmoni e fegato in prossimità di un inceneritore di rifiuti solidi urbani.
Studio per la valutazione degli effetti sulla salute delle emissioni di due inceneritori. Forlì, Italia (Ranzi A, 2011)	Studio longitudinale sulla popolazione residente nell'area compresa nel raggio di 3,5 km attorno a due inceneritori dal 1990 al 2003 (31.347 soggetti).	Mortalità e morbilità generali non differente rispetto alla popolazione regionale. Rilevata associazione tra l'esposizione alle emissioni degli inceneritori e mortalità per cancro del colon, negli uomini, e per tutti i tumori, e in particolare per stomaco, colon, fegato e mammella, nelle donne.	Non è stato rilevato un aumento del rischio di mortalità e morbilità generali nell'intera area. Rilevati eccessi di mortalità per alcuni tipi di cancro, nelle categorie di esposizione più alte, soprattutto nelle donne. Nell'interpretazione dei risultati occorre tenere presenti i limiti propri di questo tipo di studi come l'indisponibilità di dati di esposizione individuale e occupazionale.
Studio SAHSU (Small Area Health Statistics Unit) per valutare l'impatto sulla salute nei residenti vicini all'impianto di incenerimento, operativo dal 1982 al 1990, di Charnock Richard (Lancashire) dopo la segnalazione di un cluster di patologia. Gran Bretagna (Elliot P, 1992)	Valutazione dell'incidenza di cancro della laringe e dei polmoni nella popolazione vicina all'inceneritore di solventi e oli di scarto di Charnock Richard e ad altri 9 inceneritori simili.	I rapporti standardizzati osservati/attesi per i tipi di cancro indagati non hanno evidenziato eccessi significativi. Non è stato evidenziato alcun decremento del rischio per i tumori indagati all'aumentare della distanza dall'impianto.	L'individuazione di un cluster per il tumore della laringe, segnalato in precedenza a Charnock Richard, è probabilmente da attribuire a cause diverse dall'inceneritore.

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Studio caso-controllo per indagare la relazione tra l'inquinamento atmosferico dovuto a quattro sorgenti di inquinamento ambientale (cantiere navale, fonderia, inceneritore e centro città) e decessi per tumore al polmone. Trieste, Italia – 1995, 1996 (Barbone F, 1995; Biggeri A, 1996)	Sono stati arruolati 755 casi di decessi per tumore al polmone e altrettanti controlli. Le informazioni individuali e occupazionali sono state rilevate mediante la raccolta da parenti prossimi.	Nelle aree limitrofe all'inceneritore, è stato registrato un incremento del rischio relativo (RR 6,7) statisticamente significativo ($p = 0,0098$); il rischio ha fatto rilevare una drastica diminuzione allontanandosi dalla sorgente.	I risultati di questo studio confermano la presenza di un rischio di sviluppare cancro al polmone nelle aree limitrofe all'inceneritore di Trieste. Uno dei possibili punti di debolezza dello studio potrebbe essere rappresentato dall'utilizzo della distanza dall'inceneritore quale proxy di esposizione.
Lo studio ha valutato l'associazione tra la presenza di un inceneritore di rifiuti urbani, con alti livelli di emissioni di diossina, e lo sviluppo di sarcomi dei tessuti molli e dei linfomi non-Hodgkin. Dipartimento di Doubs, Francia (Viel J, 2000)	Valutazione della distribuzione spaziale dei sarcomi dei tessuti molli e dei linfomi non-Hodgkin nelle aree limitrofe all'inceneritore negli anni 1980-1995.	Sono emersi cluster di sarcomi dei tessuti molli e di linfomi non-Hodgkin comprendenti l'area limitrofa all'inceneritore. I rapporti standardizzati di incidenza sono risultati rispettivamente 1,44 (osservati = 45, p -value = 0,004) and 1,27 (osservati = 286, p -value = 0,00003).	Sebbene consistenti, per attribuire un ruolo eziologico all'esposizione alle emissioni dell'inceneritore, i risultati dello studio dovrebbero essere confermati da ulteriori indagini (ad es. uno studio caso-controllo con biomonitoraggio dei valori di diossina individuali).
Studio volto a esaminare l'associazione tra l'esposizione a diossina derivante dall'attività di un inceneritore di rifiuti solidi urbani e lo sviluppo del tumore maligno della mammella in donne residenti nelle zone limitrofe all'impianto. Besançon, Francia (Viel J, 2008a)	Nel periodo 1996-2002, sono stati identificati 434 casi incidenti di tumore della mammella appaiati in modo casuale a 2170 controlli. Le esposizioni alla diossina sono state valutate mediante modello di dispersione degli inquinanti. Gli indirizzi di residenza sono stati associati alle aree con diversa esposizione da un software GIS.	Le donne più giovani di 60 anni non hanno evidenziato scostamenti significativi del rischio in nessuna delle categorie di esposizione alla diossina. Al contrario le donne con età superiore ai 60 anni, residenti nelle aree a maggiore esposizione, hanno evidenziato una diminuzione del rischio rispetto alle categorie a esposizione intermedia (OR 0,31; IC95% 0,08–0,89).	La conferma dei risultati di questo studio necessita di ulteriori approfondimenti. Sarebbe opportuno in futuro effettuare indagini su larga scala che tengano conto della storia familiare, della presenza di fattori di rischio per il tumore della mammella, delle esposizioni ambientali e delle informazioni circa la caratterizzazione molecolare e istopatologica.
Indagine sulle popolazioni di Mantova e di altri tre comuni limitrofi a un inceneritore di rifiuti industriali. Mantova, Italia (Comba P, 2003)	Studio dell'associazione tra l'occorrenza di casi di sarcoma dei tessuti molli negli anni 1989-1998 e la residenza vicina all'inceneritore.	Aumento del rischio di sviluppare il sarcoma nelle zone limitrofe all'inceneritore; L'OR associato alla residenza entro i 2 Km dall'impianto era 31,4 (IC95% 5,6-176,1). A distanze maggiori, il rischio diminuiva rapidamente, mostrando una fluttuazione attorno all'unità.	Significativo aumento del rischio di sarcomi dei tessuti molli entro 2 Km dall'inceneritore. E' possibile ipotizzare un ruolo eziologico della 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD).

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Lo studio è stato progettato per verificare l'associazione tra l'esposizione a diossine emesse dall'inceneritore di Besançon e il rischio di sarcoma dei tessuti molli. Besançon, Francia (Floret N, 2004)	Sono state definite 4 zone di esposizione crescente alle diossine, in base a modelli di dispersione. Per ogni caso di sarcoma sono stati selezionati 10 controlli.	Sono risultati 37 casi di sarcoma negli anni 1980-1995, con un rischio non significativamente aumentato tra i residenti nelle zone più esposte.	Non vi è relazione tra l'esposizione alla diossina rilasciata dall'inceneritore di Besançon e lo sviluppo di sarcoma dei tessuti molli. Gli autori auspicano che vengano condotti altri studi a livello nazionale.
Analisi geografica per la stima degli effetti sulla salute associati all'esposizione a diossine derivanti da emissioni industriali e da un impianto d'incenerimento urbano. Area della provincia di Venezia, Italia (Tessari R, 2006)	Studio dei casi di linfomi (Hodgkin e non-Hodgkin) e di sarcomi dei tessuti molli negli anni 1980-1990 nelle aree limitrofe all'inceneritore attraverso il calcolo dei rapporti standardizzati di incidenza (RSI).	L'analisi dei sarcomi dei tessuti molli mostra nelle femmine un RSI statisticamente significativo nella categoria a più elevata esposizione (RSI 1,69 IC95% 1,06-2,56). Nella stessa categoria di esposizione, anche il linfoma di Hodgkin, sempre nelle femmine, fa rilevare un RSI significativo (RSI 2,03; IC95% 1,16-3,29). I LNH non mostrano eccessi significativi in nessuna fascia di esposizione.	L'eccesso statisticamente significativo di sarcomi dei tessuti molli, per le donne, nell'area a maggior inquinamento, lascia aperta la possibilità di un ruolo determinante dell'esposizione a diossine. Il limite più importante dello studio è la potenziale misclassificazione delle esposizioni. Ulteriore limite risiede nella mancanza di informazioni sull'intera storia residenziale di tutta la casistica.
Scopo dello studio è stato una valutazione del rischio di sarcoma in relazione all'inquinamento ambientale da diossine emesse dagli inceneritori di rifiuti e da sorgenti industriali. Area della provincia di Venezia, Italia (Zambon P, 2007)	Valutazione della relazione tra l'insorgenza di sarcomi e l'esposizione alle diossine emesse dagli inceneritori. Sono stati studiati i dati degli anni 1990-1996 presenti nel registro tumori; sono stati considerati 205 casi di sarcoma in pazienti residenti nell'area in studio.	Il rischio di sviluppare il sarcoma è risultato 3,3 volte superiore (IC95% 1,24-8,76) tra i soggetti, di entrambi i generi, con il più alto livello di esposizione e periodo di esposizione più lungo. Il rischio è risultato superiore nelle donne rispetto agli uomini (OR 2,41; IC95% 1,04-5,59 nelle donne vs. OR 1,86; IC95% 0,87-3,95 nei maschi).	I risultati confermano l'effetto cancerogeno delle diossine sull'uomo. Lo studio supporta la tesi dell'associazione tra l'insorgenza di sarcomi e l'esposizione prolungata alle diossine, anche a basse concentrazioni.
Lo studio è stato condotto per valutare gli effetti polmonari cronici degli inceneritori (di rifiuti solidi urbani, rifiuti biologici e rifiuti pericolosi) presenti nella regione sudoccidentale della Nord Carolina, USA (Hu S, 2001)	Valutazione spirometrica (FVC, FEV1 e FEV 25-75%) annuale, nel periodo 1992-1994, su 1018 soggetti residenti in 6 comuni dei quali 3 con un inceneritore e 3 di controllo. Le esposizioni sono state valutate con tre metodologie diverse che tenevano conto del vivere nel comune con l'inceneritore, della distanza dall'inceneritore e del calcolo di un indice di esposizione basato su parametri di vario tipo.	In generale non sono state evidenziate associazioni significative tra le variazioni degli indici spirometrici e l'esposizione agli inceneritori. Le uniche due associazioni significative rilevate sono state per la riduzione della capacità vitale forzata e la presenza di un inceneritore di rifiuti urbani (nel 1993) e tra lo stesso indice e un inceneritore di rifiuti pericolosi (nel 1994).	Nel complesso non sono state osservate associazioni tra la presenza di inceneritori e la riduzione degli indici spirometrici, fatte salve due eccezioni. I risultati sono condizionati dai bassi livelli di esposizione e dal possibile <i>bias</i> legato alla misclassificazione dell'esposizione.

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Lo studio si è posto l'obiettivo di valutare l'andamento di alcune patologie quali: asma, rinite ed eczema nei bambini in età scolare, a Taiwan (Liao M, 2005)	E' stato fatto un confronto della prevalenza di asma, rinite ed eczema indagate in due aree fortemente inquinate per la presenza di un'industria petrolchimica, l'una, e un inceneritore, l'altra, con la prevalenza delle patologie indagate in aree meno inquinate della stessa contea.	Nell'area sede dell'inceneritore sono stati diagnosticati casi in numero significativamente più elevato di rinite ed eczema ma non sono state rilevate differenze significative nella prevalenza dell'asma.	
Lo studio esamina la relazione tra la distanza delle scuole dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la prevalenza di disturbi allergici e sintomi generali nei bambini giapponesi Osaka, Giappone (Miyake Y, 2005)	Sono stati esaminati 450.807 bambini di età compresa tra 6-12 anni che frequentavano le scuole pubbliche a Osaka. I genitori dei bambini hanno compilato un questionario indicando le malattie ed i sintomi dei figli di interesse per lo studio. E' stata quindi calcolata la distanza delle scuole dagli inceneritori.	All'aumentare della distanza dagli inceneritori è stata rilevata una riduzione della prevalenza di segni e sintomi quali: respiro sibilante, mal di testa, mal di stomaco e stanchezza. Al contrario non è stata individuata alcuna relazione evidente tra la distanza dagli impianti e la prevalenza di dermatite atopica o rinite allergica.	I risultati suggeriscono che la vicinanza delle scuole agli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani gioca un ruolo importante nell'associazione con l'aumento della prevalenza di alcuni segni e/o sintomi nei bambini giapponesi quali il respiro sibilante, il mal di testa, il mal di stomaco e la stanchezza.
Lo studio si è proposto di valutare l'impatto sulla salute in una coorte di popolazione residente nelle zone limitrofe a due inceneritori presenti nella regione Lazio. Italia (Golini M, 2014)	Studio retrospettivo longitudinale che ha visto l'arruolamento dei soggetti residenti in un'area circolare di 7 Km di raggio intorno agli inceneritori nel periodo 1996-2008. Tutti gli indirizzi sono stati geocodificati. Un modello di dispersione lagrangiano (SPRAY) è stato utilizzato per valutare l'esposizione agli inceneritori (PM ₁₀) sulle residenze. Gli esiti sanitari oggetto di studio sono stati i ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie e cardiovascolari.	Sono stati arruolati 47.192 soggetti. Il PM ₁₀ è stato associato ad un eccesso di ospedalizzazioni per malattie respiratorie e malattie polmonari ostruttive croniche riscontrate negli uomini residenti nell'area a maggior inquinamento quando comparati con il gruppo di riferimento (<i>hazard ratio</i> - HR: 1,26; IC95% 0,99-1,60 e HR: 1,86; IC95% 1,04-3,33 rispettivamente).	Non è stata riscontrata una chiara associazione tra l'esposizione alle emissioni dell'inceneritore e la morbosità causa specifica. Il vivere in aree con alti livelli di PM ₁₀ dovuti agli inceneritori, tuttavia, è stato associato con l'incremento dei livelli di morbosità per malattie delle vie aeree negli uomini. Viene raccomandata una sorveglianza epidemiologica nell'area.
Lo studio valuta i casi di nati morti, morti neonatali e anomalie congenite letali in figli di madri che vivevano vicino agli inceneritori e a crematori in Cumbria tra il 1956 ed il 1993. Inghilterra (Dummer T, 2003)	Studio di coorte retrospettivo. Sono stati individuati 3.234 nati morti, 2.663 morti neonatali e 1.569 anomalie congenite letali su 244.758 nascite in Cumbria nel periodo 1956-1993.	E' risultato un aumento del rischio di anomalie congenite letali; in particolare nelle aree limitrofe agli inceneritori è stato riscontrato l'incremento per la spina bifida (OR 1,17; IC95% 1,07-1,28) e per le malformazioni cardiache (OR 1,12; IC95% 1,03-1,22).	Nonostante gli eccessi di rischio rilevati, i risultati dello studio non consentono di attribuire un ruolo causale delle esposizioni indagate agli effetti sulla salute. Gli autori auspicano l'effettuazione di ulteriori studi sulla relazione causa-effetto oggetto d'indagine.

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Valutazione dell'impatto delle emissioni degli inceneritori, nel sud-est della Francia, sui tassi di malformazioni congenite. Francia (Cordier S, 2004)	Sono stati studiati i gruppi di popolazione vicini ai 70 inceneritori della macroarea di studio con almeno un anno di attività operativi tra il 1988 ed il 1997. Sono stati calcolati i rischi relativi di malformazioni congenite, corretti per alcuni fattori di confondimento tra i quali, quando disponibile, il traffico locale su strada.	In generale, il tasso di malformazioni congenite non è risultato significativamente più alto tra gli esposti che tra i non esposti. Alcuni sottogruppi di malformazioni, come le schisi facciali (RR 1,30; IC95% 1,06-1,59) e la displasia renale (RR 1,55; IC95% 1,10-2,20), sono risultati più frequenti, in modo significativo, nelle comunità esposte.	Gli eccessi di rischio rilevati potrebbero essere gravati dalla possibile misclassificazione delle esposizioni e da altri fattori di confondimento non considerati nell'indagine. Alcuni degli effetti osservati, inoltre, potrebbero essere attribuibili al maggior inquinamento dovuto all'esercizio degli impianti di vecchia generazione.
Studio sulla gemellarità in relazione alle emissioni di due inceneritori (uno di rifiuti urbani, uno di rifiuti chimici). Scozia (Lloyd O, 1988)	Studio, per anno di registrazione, della distribuzione geografica dei parti gemellari della parte centrale della Scozia negli anni 1975-1983, con dati estratti dagli archivi degli ospedali. I tassi di parti gemellari delle zone esposte all'inquinamento dovuto all'inceneritore sono stati confrontati con quelli delle zone limitrofe.	La frequenza di parti gemellari è risultata aumentata, in particolare dopo il 1979, nelle zone più esposte alle emissioni atmosferiche degli inceneritori.	Non tutte le variabili di confondimento potrebbero essere state considerate nelle analisi dei dati.
Studio del rapporto tra i sessi alla nascita in relazione alle emissioni di due inceneritori (uno di rifiuti urbani, uno di rifiuti chimici). Scozia (Williams F, 1992)	E' stata effettuata un'analisi del rapporto tra i sessi alla nascita, negli anni 1975-1983, a vari livelli di dettaglio geografico in residenti in aree a rischio per l'inquinamento atmosferico prodotto dagli inceneritori.	In alcune zone è stato rilevato un eccesso statisticamente significativo di nascite di sesso femminile.	
Studio di esiti della gravidanza in donne residenti o lavoratrici in zone prossime all'inceneritore di rifiuti solidi urbani di Modena. Italia (Vinceti M, 2008)	Valutazione dei tassi di aborto spontaneo e della prevalenza di malformazioni congenite, verificatisi nel periodo 2003 - 2006, in donne che hanno risieduto o lavorato in aree vicino all'inceneritore con maggiori livelli di esposizione a diossine e furani, confrontati con la restante popolazione comunale.	Non è stato rilevato un eccesso di rischio di aborto spontaneo né nelle residenti (RR 1,00; IC95% 0,65-1,48) né nelle lavoratrici (RR 1,04; IC95% 0,38-2,30). Un'assenza di rischio di malformazioni congenite è stata registrata tra le residenti (RR 0,64; IC95% 0,20-1,55); tuttavia tra le lavoratrici è stato osservato un aumento della prevalenza di malformazioni congenite sebbene la stima del rischio sia apparsa molto instabile (RR 2,26; IC95% 0,57-6,14).	Nel complesso, i risultati dello studio forniscono scarse evidenze di un eccesso di rischio per gli esiti avversi della gravidanza in donne esposte alle emissioni derivate da un moderno inceneritore di rifiuti solidi.

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Lo studio analizza l'associazione di esiti avversi della gravidanza con la vicinanza a inceneritori di rifiuti solidi. Giappone (Tango T, 2004)	Sono stati selezionati gli esiti negativi della gravidanza, negli anni 1997-98, di madri residenti entro 10 km da 63 inceneritori di rifiuti solidi con alti livelli di emissione di diossine; il numero di casi osservati è stato confrontato con quello dei casi attesi. I rapporti osservati/attesi sono stati utilizzati per valutare l'andamento del rischio entro i 10 km.	Non sono stati riscontrati eccessi di rischio significativi entro 2 km dagli inceneritori. Una riduzione statisticamente significativa del rischio, tuttavia, è stata evidenziata all'aumentare della distanza per le morti neonatali ($p=0,023$), e per le morti neonatali associate a malformazioni congenite ($p=0,047$); i picchi di declino sono stati rilevati tra 1-2 km.	A causa della mancanza di informazioni dettagliate sulle esposizioni, la tendenza alla riduzione del rischio in funzione della distanza, rilevata dallo studio, deve essere interpretata con cautela e vi è la necessità di conferme da parte di ulteriori indagini.
Obiettivo dello studio è stato la valutazione dell'associazione tra i parti gemellari e l'inquinamento atmosferico dovuto agli inceneritori. Svezia (Rydstroem H, 1998)	Tra il 1973 e il 1990 è stata analizzata la distribuzione spaziale dei parti gemellari sulla base del domicilio delle partorienti. Sono stati confrontati i dati inerenti i periodi precedenti e seguenti la messa in servizio di 14 inceneritori.	Nel periodo oggetto d'indagine sono stati registrati 17.067 parti gemellari. Nelle vicinanze di un impianto è stato registrato un incremento significativo di parti gemellari, mentre in un'area limitrofa ad un altro impianto è stata evidenziata una significativa diminuzione dello stesso esito.	In generale non sono stati registrati eccessi di parti gemellari nelle aree vicine agli inceneritori. Non è stata rilevata alcuna associazione spaziale (cluster) anche quando è stata confrontata l'incidenza di parti gemellari tra le diverse aree vicine agli inceneritori.
Tra i suoi obiettivi, lo studio si è proposto di organizzare un sistema di sorveglianza ambientale e valutazione epidemiologica nelle aree circostanti gli impianti di incenerimento in Emilia-Romagna soprattutto attraverso l'integrazione delle conoscenze ambientali, epidemiologiche e sanitarie. Italia (Moniter, 2011)	Lo studio degli effetti sanitari ha riguardato la popolazione residente nell'area di 4 km di raggio intorno a ogni inceneritore per rifiuti solidi urbani e ha valutato l'occorrenza di effetti a breve termine (esiti riproduttivi, quali rapporto tra sessi alla nascita, nascite gemellari, nascite pretermine, piccoli per età gestazionale, basso peso alla nascita nei nati a termine, aborti spontanei) e di effetti a lungo termine (mortalità e incidenza dei tumori). Le malformazioni congenite sono state trattate in una sezione a parte dello studio.	Nel complesso non è stata rilevata una differenza significativa rispetto ai tassi regionali. Nel confronto interno alle aree di studio, le nascite pretermine hanno mostrato un'associazione significativa con i livelli di esposizione alle emissioni (OR 1,75; IC95% 1,25-2,46). All'interno delle aree è stato rilevato per le malformazioni congenite un OR del livello maggiore di esposizione vs il minore pari a 1,77 (I.C. 95% 1,10 – 2,86). Per gli effetti a lungo termine (mortalità, incidenza tumori) i risultati non hanno evidenziato in modo coerente un incremento di rischio connesso con l'esposizione a inceneritore.	I risultati degli esiti riproduttivi suggeriscono la possibilità di un incremento di rischio connesso alle nascite pretermine e, in minor misura, agli aborti spontanei. E' stato anche rilevato un eccesso di nati malformati associato al livello maggiore di esposizione. Tra le criticità la difficoltà di individuazione dei casi di malformazioni congenite e la loro esigua numerosità e, in generale, la mancanza di dati individuali sulle abitudini materne, indebolisce l'inferenza causale. Per gli effetti a lungo termine, nel complesso, lo studio non ha messo in evidenza una coerente associazione tra livelli di esposizione e mortalità o incidenza di tumori.

Descrizione e area di studio	Metodologia	Risultati	Conclusioni e criticità
Studio caso-controllo di popolazione in un'area vicina a un impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani. L'obiettivo del lavoro è stato quello di determinare l'associazione tra l'esposizione a bassi livelli di diossine e l'incidenza di linfomi non-Hodgkin. Francia (Floret N, 2003)	Sono stati confrontati 222 casi incidenti di linfoma non-Hodgkin, diagnosticati negli anni 1980-1995, con controlli selezionati casualmente dalla popolazione censuaria al 1990. Per valutare le esposizioni sulle residenze sono state utilizzate le concentrazioni derivate dalla modellizzazione delle ricadute al suolo di diossine.	Lo studio mostra un aumento statisticamente significativo del rischio di sviluppare linfomi non-Hodgkin (OR 2,3; IC95% 1,4-3,8) tra gli individui che vivono nella zona con maggiori concentrazioni di diossine rispetto a coloro che vivono in aree con concentrazioni più basse. Nessun aumento del rischio è stato trovato per le categorie intermedie di esposizione.	I risultati dello studio supportano l'ipotesi che le diossine ambientali aumentano il rischio di linfoma non-Hodgkin nella popolazione che vive in prossimità di un inceneritore di rifiuti solidi urbani.
Sono stati avviati due programmi di sorveglianza sanitaria attraverso il biomonitoraggio delle popolazioni vicine a due impianti di incenerimento di rifiuti collocati nella città di Lisbona e sull'isola di Madeira. Portogallo (Fatima-Reis M, 2007)	Lo studio si è avvalso della misura della concentrazione di diossine nel latte in donne residenti in aree con livelli diversi di esposizione. La ricerca è stata condotta su 181 volontarie, negli anni 1999-2003. Sono state arruolate nello studio solo le donne in età lavorativa che allattavano al seno.	In ciascuna delle due aree sono stati rilevati valori di concentrazione quasi identici tra il gruppo esposto e il gruppo di controllo. D'altro canto, sono state individuate differenze statisticamente significative tra le due aree in studio; livelli superiori di PCDD/F nel latte materno sono stati riscontrati a Lisbona rispetto a Madeira.	I risultati non evidenziano relazioni tra l'essere residenti vicino agli impianti di incenerimento e la presenza di PCDD/F nel latte materno. E' stato osservato un aumento dei livelli di PCDD/F nelle residenti a Lisbona (area a maggiore inquinamento) ed una correlazione con l'età delle volontarie. Ciò potrebbe essere dovuto all'accumulo corporeo negli anni degli inquinanti.

Tabella 1.2. Sintesi delle evidenze epidemiologiche tratte dalla review di Porta D. *et al*, 2009

Condizione oggetto di studio	Livello di evidenza	
	Discariche	Inceneritori
Tutti i tumori	Inadeguato	Limitato
Stomaco	Inadeguato	Limitato
Colon-retto	Inadeguato	Limitato
Fegato	Inadeguato	Limitato
Laringe	Inadeguato	Inadeguato
Polmone	Inadeguato	Limitato
Sarcoma dei tessuti molli	Inadeguato	Limitato
Rene	Inadeguato	Inadeguato
Vescica	Inadeguato	Inadeguato
Linfoma non-Hodgkin	Inadeguato	Limitato
Tumori infantili	Inadeguato	Inadeguato
Tutte le anomalie alla nascita	Limitato	Inadeguato
Difetti del tubo neurale	Limitato	Inadeguato
Difetti orofacciali	Inadeguato	Limitato
Difetti del tratto urinario	Limitato *	Limitato**
Difetti della parete addominale	Inadeguato	Inadeguato
Difetti gastrointestinali	Inadeguato	Inadeguato
Basso peso alla nascita	Limitato	Inadeguato
Malattie o sintomi respiratori	Inadeguato	Inadeguato

*ipospadia e epispadia; ** displasia renale

Nota

“inadeguato”: gli studi sono di insufficiente qualità, coerenza o potenza statistica per decidere sulla presenza o sull'assenza di un'associazione causale;

“limitato”: è stata osservata un'associazione positiva tra l'esposizione e la malattia per la quale un'interpretazione causale può ritenersi credibile anche se non è comunque ragionevolmente da escludere il ruolo del caso o di un *bias* o di un confondimento.

1.3. L'INCENERITORE DEL COSMARI

1.3.1. Descrizione dell'impianto

Le informazioni che seguono, inerenti la descrizione dell'area geografica di riferimento, delle specifiche tecniche e dei cicli operativi dell'impianto, nonché la descrizione della modellistica di diffusione e ricaduta delle emissioni attribuibili all'attività dell'inceneritore, sono state tratte dagli elaborati che costituiscono parte integrante della documentazione per la procedura di VIA avviata dal Cosmari nel giugno 2012 (GAIA, 2012; SEA, 2012) e dalle pagine del suo sito internet.

Il Cosmari, consorzio obbligatorio per lo smaltimento dei rifiuti della provincia di Macerata, è stato fondato nel 1976 come consorzio volontario con la finalità di organizzare trasporto e smaltimento dei rifiuti provenienti dai servizi della nettezza urbana dei comuni aderenti. Con il trascorrere degli anni vi sono state nuove adesioni sino ad arrivare alla totalità dei comuni presenti sul territorio provinciale; dal 1997 è stato attivato l'impianto di selezione e trattamento dei rifiuti.

L'attività dell'impianto di incenerimento, conclusasi definitivamente nel 2013, consisteva nel riciclaggio integrale dei rifiuti attraverso varie linee di selezione con incenerimento degli scarti attraverso una linea di termodistruzione con recupero energetico.

Dal 27 dicembre 2014 i comuni soci hanno approvato all'unanimità la trasformazione del Cosmari da consorzio a società a responsabilità limitata, approvando contestualmente il nuovo statuto societario.

Nel tempo le attività del Cosmari si sono ampliate, sia in termini di servizi resi ai comuni soci che in termini di impiantistica. Oggi le attività sono distinte secondo le seguenti direttrici:

- gestione impianto smaltimento RSU;
- gestione impianti di recupero:
 - impianto di selezione manuale raccolta differenziata,
 - impianto di compostaggio;
- gestione discariche di appoggio;
- gestione servizi di raccolta e trasporto RSU*;
- gestione servizi di raccolta porta a porta*;
- gestione centri di raccolta comunali.

[*Servizi effettuati con l'ausilio della società controllata Sintegra S.p.A.]

L'impianto di smaltimento RSU aveva una potenzialità media di 70 tonnellate/giorno ed era composto essenzialmente da tre linee di trattamento:

- selezione, trattamento e recupero dei rifiuti conferiti dai servizi di nettezza urbana dei comuni;
- produzione CDR (combustibile derivato dai rifiuti);
- incenerimento e termovalorizzazione.

Figura 1.1. L'impianto di smaltimento RSU del Cosmari. Con la X viene indicata l'area sede dell'inceneritore.



L'impianto di incenerimento (indicato con la X in figura 1.1.) a sua volta, era articolato nelle seguenti sezioni:

- sezione di ricevimento e pesatura dei rifiuti con controllo radiometrico in ingresso (comune alle altre linee presenti all'interno del sito);
- sezione di stoccaggio e movimentazione dei rifiuti (fossa);
- sezione di combustione e recupero termico;
- sezione ciclo termico;
- sezione di trattamento fumi, costituita da:
 - torre di condizionamento termico (attemperatore);
 - elettrofiltro a due campi;
 - sezione di iniezione di carbone attivo e bicarbonato di sodio per la rimozione rispettivamente dei microinquinanti organici, del mercurio, degli IPA e dei gas acidi;
 - filtro a maniche per la rimozione delle ceneri volatili;
 - torre di lavaggio bistadio, per trattamento di finissaggio nella rimozione dei gas acidi;
- ventilatore di tiraggio (posto tra filtro a maniche e torre di lavaggio bistadio)
- camino in c.a. di altezza pari a 40 m.
- sezione stoccaggio scorie/ceneri;
- sezione di produzione acqua demineralizzata;
- sezione di trattamento acque reflue;
- sezione impianto elettrico;
- sezione impianti strumentali e sistemi di monitoraggio e di controllo;
- sezione utilities ed impianti ausiliari (area strumenti, acqua potabile ed industriale, gruppo elettrogeno, sistema antincendio, ecc...).

Lo stabilimento era provvisto di un sistema di abbattimento degli inquinanti derivanti dalla combustione dei rifiuti, che operava attraverso i seguenti processi:

- elettrofiltrazione;
- raffreddamento;
- primo lavaggio;
- filtrazione;
- lavaggio;
- riscaldamento.

Il punto di emissione in atmosfera dell'inceneritore era costituito dal camino (E1 in figura 1.2.), che veniva monitorato in continuo per quanto riguarda i valori di polveri, NO_x, O₂, CO, SO₂, HCl, H₂O, COT, pressione, temperatura e portata.

Figura 1.2. Indicazione del camino (E1) e di altri punti di emissione dell'impianto di incenerimento.



Gli altri punti di emissione dell'impianto erano costituiti da:

- biofiltri, per l'abbattimento degli odori che si producevano negli ambienti in cui avveniva la maturazione primaria e secondaria, la fossa di stoccaggio dei rifiuti, la raffinazione, la selezione;
- essiccatore, che aspirava l'aria calda prodotta dal bruciatore di gasolio utilizzata per essiccare il CDR in lavorazione;
- raffreddatore di CDR, che aspirava l'aria inviata da una ventola per raffreddare il CDR.

1.3.2. Descrizione generale dell'area

La sede legale e operativa del Cosmari è a Tolentino, in Località Piane di Chienti, ed occupa una superficie di circa 80.000 mq; l'impianto è posto in adiacenza al confine del comune di Pollenza (separato dal fiume Chienti), a 1.700 mt dal confine del comune di Urbisaglia, a 2.650 mt dal confine del comune di Corridonia e a 2.700 mt dal confine del comune di Macerata.

La zona è caratterizzata dalla presenza di un territorio collinare piuttosto variegato, anche se non sono presenti dislivelli orografici particolarmente accentuati.

I centri abitati situati nel raggio di 4 km dal centro dell'impianto sono:

- Pollenza Scalo (1,40 km circa), comune di Pollenza;
- Casette Verdini (2 km circa), comune di Pollenza;
- Sforzacosta (1,8 km circa), comune di Macerata;
- Passo del Bidollo (2,9 km circa), comune di Corridonia;
- Trebbio (3 km circa), comune di Pollenza;
- Contrada Maestà (3,6 km circa), comune di Tolentino.

Nella zona esistono altre fonti di inquinamento che contribuiscono ad aumentare la pressione ambientale sull'area. La principale è rappresentata dalla superstrada SS 77 che percorre tutta la vallata in senso est-ovest e che dista 290 metri circa dal centro dell'impianto, a sud dello stesso.

Circa 800 metri a nord è presente anche la SP 48 - Val di Chienti, per lunghi tratti parallela alla superstrada, che è giornalmente percorsa da una quantità non trascurabile di automezzi.

1.3.3. Modellazione della diffusione degli inquinanti in atmosfera

Nell'ambito della procedura di VIA intrapresa dal Cosmari nel 2012, la società SEA sas è stata incaricata di eseguire lo studio previsionale di valutazione delle ricadute e delle deposizioni al suolo degli inquinanti provenienti dalle emissioni dell'impianto di incenerimento dei rifiuti (SEA, 2012).

Allo scopo è stato valutato lo scenario emissivo caratteristico delle emissioni del camino dell'impianto e dei biofiltri della configurazione impiantistica con esclusione degli impianti non in funzione.

Per valutare la distribuzione nell'ambiente delle specie inquinanti considerate è stato utilizzato un approccio che prevede l'utilizzo di modelli matematici per la descrizione dei principali fenomeni di trasporto e diffusione degli inquinanti.

La valutazione del contributo immissivo dovuto all'impianto è stata quindi effettuata utilizzando un codice di calcolo per la dispersione atmosferica degli inquinanti: il modello gaussiano WinDimula 3.0 (WD3); lo studio delle ricadute mediante l'utilizzo delle simulazioni di breve periodo (short term) ha permesso di stimare le concentrazioni massime di ricaduta in funzione delle diverse

condizioni meteorologiche come media oraria, giornaliera o annuale, a seconda del tipo di inquinante, e le relative curve di isoconcentrazione.

L'area geografica considerata nello studio di modellizzazione è stata rappresentata da un dominio di 10 km di lato con centro sull'impianto del Cosmari.

I dati di input sono sintetizzabili in:

- dati meteorologici: serie oraria annuale di dati di superficie rappresentativi dell'intera area di calcolo;
- dati geofisici: dati orografici e di rugosità del suolo all'interno del dominio di calcolo;
- recettori particolari: posizione geografica di eventuali punti di particolare interesse per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti;
- dati emissivi: dati strutturali delle sorgenti emissive e loro fattori di emissione.

Gli inquinanti per i quali è stata simulata la dispersione sono elencati nella seguente tabella 1.3.

Tabella 1.3. Inquinanti oggetto della simulazione

Inquinanti	Simboli
sostanze odorigene	UO
carbonio organico totale	COT
polveri totali, PTS (assunte conservativamente come PM ₁₀)	PM ₁₀
ossidi di azoto	NO _x
monossido di carbonio	CO
ossidi di zolfo (assunte come SO ₂)	SO ₂
metalli pesanti	Metalli
mercurio	Hg
cadmio + tallio	Cd + Tl
idrocarburi policiclici aromatici	IPA
acido fluoridrico	HF
acido cloridrico	HCl
policlorodibenzodiossine/policlorodibenzofurani	PCDD/PCDF

Nel valutare i rischi di decesso e di ospedalizzazione connessi all'attività dell'impianto, nell'analisi statistica, quale proxy di esposizione, sono state inserite le concentrazioni derivate dalla modellizzazione delle ricadute del PM₁₀. Questa scelta è stata guidata dal fatto che negli studi di exposure assessment per ogni sorgente di inquinamento viene selezionato un contaminante che funge da marcatore di inquinamento; per gli inceneritori viene ad assumere questa funzione il particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm (PM₁₀) (Ancona C, 2015).

A tal riguardo, tuttavia, occorre fin d'ora sottolineare che, da quanto si apprende dalla documentazione fornita dalla SEA, i risultati ottenuti relativi sia alle concentrazioni in aria che alla deposizione al suolo dei contaminanti, hanno tenuto conto del solo contributo dello stabilimento, nell'ipotesi che le concentrazioni di fondo degli inquinanti generate dalle infrastrutture stradali o altre potenziali sorgenti antropiche siano nulle.

E' bene precisare, inoltre, che il sistema di monitoraggio delle emissioni dell'impianto ha registrato le concentrazioni delle polveri intese come particolato totale. Non disponendo, pertanto, di dati relativi alla frazione delle polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, la modellizzazione ha assunto cautelativamente che la quantità di polveri totali emesse sia tutta rappresentata da PM₁₀.

1.3.4. Sintesi degli impatti verificati dagli organismi di controllo

Il Dipartimento provinciale ARPAM di Macerata ha elaborato una relazione riguardante il monitoraggio delle emissioni prodotte dalla linea di termovalorizzazione dell'impianto di trattamento RSU del Cosmari e lo stato della qualità dell'aria della zona circostante (ARPAM, 2011).

In essa sono descritti i risultati dei campionamenti periodici per la verifica dei livelli di emissione dei seguenti inquinanti:

- polveri;
- composti inorganici del cloro (HCl);
- ossidi di azoto (NO₂) e di zolfo (SO₂);
- metalli pesanti (cadmio, tallio, mercurio, antimonio, piombo, rame, manganese, vanadio, cromo, cobalto, nichel, arsenico);
- policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani (PCDD, PCDF);
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Nella tabella di seguito riportata (tabella 1.4.) vengono indicati in modo sintetico i risultati del monitoraggio effettuato sulle emissioni dell'impianto da parte dell'Organo di controllo competente nel periodo di rilevazione 2008-2011.

La concentrazione nell'effluente gassoso di diossine e furani è stata anche determinata con prelievi sul lungo periodo (15 giorni circa) con un sistema di campionamento automatico funzionante in continuo, installato direttamente al camino.

I valori di tossicità delle emissioni ottenuti con prelievi sul lungo periodo non hanno valori limite di riferimento, in quanto il valore limite stabilito dal D. Lgs. 133/2005 è riferito ad un prelievo di 8 ore.

Il fattore di emissione medio annuale calcolato per l'impianto del Cosmari, sulla base dei risultati ottenuti dai campionamenti sul lungo periodo, per l'anno 2011 è superiore al fattore di emissione medio in atmosfera per PCDD+PCDF, riscontrato su impianti di incenerimento di rifiuti in Italia (0,6 Ug I-TEQ/t rifiuto) (ISS, 2006).

Nello stesso rapporto vengono anche riportati i dati relativi al monitoraggio sistematico della qualità dell'aria registrati dalle due stazioni di monitoraggio di Sforzacosta e Piane di Chienti.

La tabella seguente (tabella 1.5.), per le diverse sostanze oggetto di campionamento, riporta una sintesi dei risultati dei rilevamenti effettuati nel corso degli anni.

Tabella 1.4. Sostanze rilevate dall'ARPAM nel periodo 2008-2011 e sintesi dei risultati del monitoraggio

Inquinante	Periodo di rilevazione	Rilevazioni/anno	Risultati
Polveri Totali	2008-2011	2	Concentrazione sempre inferiore a 3 mg/Nm ³ (limite del D. Lgs. 133/2005)
Cadmio+Tallio	2008-2011	2	Concentrazione sempre inferiore a 0,05 mg/Nm ³ (limite del D. Lgs. 133/2005)
Mercurio	2008-2011	2	Concentrazione sempre inferiore a 0,05 mg/Nm ³ (limite del D. Lgs. 133/2005)
Altri Metalli*	2008-2011	2	Concentrazione sempre inferiore a 0,5 mg/Nm ³ (limite del D. Lgs. 133/2005)
IPA	2008-2011	2 (nel 2010 una sola)	Concentrazione sempre inferiore a 10 µg/Nm ³ (limite del D. Lgs. 133/2005)
PCDD+PCDF	2008-2011	2 (4 campionamenti nel 2011)	Superamento del limite (0,1 ngI-TEQ/Nm ³) per i campionamenti effettuati nel 2010 e nel 2011
Composti inorganici del cloro	2008-2011	2	Concentrazione sempre inferiore a 60 mg/ Nm ³ (limite del D. Lgs. 133/2005)
Ossidi di Azoto e di Zolfo	2008-2011	monitoraggio continuo	Concentrazione sempre inferiore al valore limite

Nell'agosto 2011, il Dipartimento Provinciale di Macerata dell'ARPAM, ha eseguito dei campionamenti di terreno nelle aree di massima ricaduta dei fumi del termovalorizzatore, al fine di valutarne i livelli di diossine (PCDD, PCDF), IPA e PCB.

Complessivamente sono stati prelevati 25 campioni di terreno alla profondità compresa tra 0,10 e 0,40 metri dal piano campagna; uno dei campioni, prelevato con la funzione di definire il valore di fondo naturale, è stato prelevato all'interno dell'Abbadia di Fiastra.

La Regione Marche, con delibera 61/2013, ha approvato un piano di monitoraggio per la ricerca di diossine nei prodotti di origine animale; tali tipi di ricerca sono stati avviati in tutta Italia su territori esposti al rischio di contaminazione per vicinanza a inceneritori o raffinerie.

Nel 2013 è stata realizzata una serie di campionamenti sul latte (bovino, ovi-caprino) e uova provenienti da allevamenti rurali insistenti nel bacino compreso in un raggio di 15 km intorno al Cosmari; in tale attività sono stati impegnati i Servizi Veterinari del SIAOA (Servizio Igiene degli Alimenti di Origine Animale) dell'Area Vasta n. 3 dell'ASUR Marche.

Le ricerche hanno riguardato le diossine, i PCB e i PCB diossina simili (PCB dioxin like), gli IPA e i metalli pesanti (piombo, cadmio e mercurio).

Sono stati esaminati 12 allevamenti ovi-caprini, 8 allevamenti bovini e 9 allevamenti avicoli rurali per un totale di 16 campionamenti su uova, 16 su latte bovino e 16 su latte ovi-caprino.

Gli esiti non conformi hanno riguardato:

- 2 campionamenti su uova, dello stesso allevamento (a 4,6 km circa dal Cosmari). Dei due campionamenti, in uno sono stati superati i limiti per sei congeneri indicatori e nell'altro sono stati superati i limiti per PCB e PCB diossina simili;

- 1 campionamento su latte ovino (a 11 Km circa dal Cosmari), che ha presentato un tenore di piombo superiore ai limiti di legge.

Per entrambi gli allevamenti sono state evidenziate situazioni ambientali circondariali giustificative di tali non conformità: presenza di plastiche nell'ambiente con possibili metodi di smaltimento non appropriati per il primo e produzione di materiali da costruzione edile nelle vicinanze per il secondo.

Tabella 1.5. Sostanze rilevate dalle stazioni di monitoraggio di Sforzacosta e Piane di Chienti e sintesi dei risultati del monitoraggio

Inquinante	Periodo di rilevazione	Risultati
PM ₁₀	2011 (Sforzacosta)	8 superamenti del limite medio giornaliero (50 µg/Nm ³) contro i 35 massimi previsti in un anno dal D. Lgs. 155/2010
Benzo(a)Pirene	1997-2011 (Piane di Chienti) 2003-2011 (Sforzacosta)	Valori medi annuali entro l'obiettivo di qualità del D. Lgs. 152 del 03/08/2007; a Sforzacosta concentrazioni generalmente più elevate
Cadmio	1997-2011 (Piane di Chienti) 2003-2011 (Sforzacosta)	Valori medi annuali entro il limite del D. Lgs. 155 del 13/08/2010, progressivamente scesi a partire dal 2007
Nichel	2000-2011 (Piane di Chienti) 2003-2011 (Sforzacosta)	Valori medi annuali entro il limite del D. Lgs. 155 del 13/08/2010 dal 2002; uno sfioramento a Sforzacosta nel 2010 dove si registrano concentrazioni generalmente più elevate
Cromo	2000-2011 (Piane di Chienti) 2003-2011 (Sforzacosta)	Valori medi annuali entro il limite del range indicato dall'OMS; a Sforzacosta concentrazioni generalmente più elevate
Piombo	1997-2011 (Piane di Chienti) 2003-2011 (Sforzacosta)	Valori medi annuali entro il limite del D. Lgs. 155 del 13/08/2010; progressivamente scesi dall'abolizione dei carburanti con additivi piombo-alchilici
Manganese	1997-2011 (Piane di Chienti) 2003-2011 (Sforzacosta)	Valori medi annuali entro il limite indicato dall'OMS
Rame	2000-2011 (Piane di Chienti) 2003-2011 (Sforzacosta)	Concentrazioni pressoché costanti nel tempo, a Sforzacosta generalmente più elevate; valori limite non normati
Antimonio	2011	A Sforzacosta concentrazioni generalmente inferiori a 2-3 ng/ m ³ , a Piane di Chienti sono spesso inferiori al limite di determinazione; valori limite non normati
Cobalto	2011	nella maggioranza dei prelievi effettuati la concentrazione è risultata inferiore a 1 ng/m ³ ; valori limite non normati
Mercurio	2005 (solo Sforzacosta)	rientra nel range tipico delle aree rurali secondo l'OMS
PCDD/PCDF	2008-2011 (solo Piane di Chienti)	valori di tossicità inferiori a quelli che, secondo l'OMS, caratterizzano un'area urbana

BIBLIOGRAFIA

- Ancona C, Badaloni C, Mataloni F, Bolignano A, Bucci S, Cesaroni G, et al. Mortality and morbidity in a population exposed to multiple sources of air pollution: a retrospective cohort study using air dispersion models. *Environ Res.* 2015 Feb;137:467-74.
- ARPA Emilia Romagna (ARPA ER). [Online]; 2008 [cited 2015 02 19. Available from: <http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/monitor>.
- ARPA Marche, Dipartimento Provinciale di Macerata, Unità operativa emissioni e microinquinanti. Determinazione dei microinquinanti presso l'impianto di trattamento RSU del COSMARI. ARPAM; 2011.
- ARPA Piemonte (ARPAP). Valutazione epidemiologica degli effetti sulla salute dei soggetti intorno all'inceneritore per rifiuti solidi urbani di Vercelli; 2015a.
- ARPA Piemonte (ARPAP). Contestualizzazione dello studio epidemiologico sull'inceneritore di Vercelli in ambito scientifico e territoriale; 2015b.
- Barbone F, Bovenzi M, Biggeri A, Lagazio C, Cavallieri F, Stanta G. Comparison of epidemiologic methods in a case-control study of lung cancer and air pollution in Trieste, Italy. *Epidemiol Prev.* 1995; 19: p. 193-205.
- Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, Bovenzi M, Stanta G. Air Pollution and lung cancer in Trieste, Italy: spatial analysis of risk as a function of distance from sources. *Environ Health Perspect.* 1996; 104: p. 750-54.
- Comba P, Ascoli V, Belli S, Benedetti M, Gatti L, Ricci P, et al. Risk of soft tissue sarcomas and residence in the neighbourhood of an incinerator of industrial wastes. *Occup Environ Med.* 2003 Sep; 60(9): p. 680-3.
- Cordier S, Chevrier C, Robert-Gnansia E, Lorente C, Brula P, Hours M. Risk of congenital anomalies in the vicinity of municipal solid waste incinerators. *Occup Environ Med.* 2004; 61: p. 8-15.
- Dummer T, Dickinson H, Parker L. Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, north west England, 1956-93. *J Epidemiol Community Health.* 2003; 57: p. 456-461.
- Elliot P, Hills M, Beresford J, Kleinschmidt I, Jolley D, Pattenden S, et al. Incidence of cancers of the larynx and lung near incinerators of waste solvents and oils in Great Britain. *The Lancet.* 1992; 339: p. 854-58.
- Golini M, Ancona C, Badaloni C, Bolignano A, Bucci S, Sozzi R, et al. Morbidity in a population living close to urban waste incinerator plants in Lazio Region (Central Italy): a retrospective cohort study using a before-after design. *Epidemiol Prev.* 2014 Sep-Oct;38(5):323-34.
- Fabre P, Daniau C, de Crouy-Chanel P, Gorla S, Paez-Jimenez A, Colonna M, et al. Dioxin exposure and cancer incidence in vicinity to municipal solid waste incinerators in France. *Organohalogen Compounds.* 2007; 69: p. 1021-1025.
- Fátima-Reis M, Sampaio C, Aguiar P, Maurício-Melim J, Pereira-Miguel J, Pöpke O. Biomonitoring of PCDD/Fs in populations living near Portuguese solid waste incinerators: Levels in human milk. *Chemosphere.* 2007; 67(9): p. S231-S237.
- Floret N, Mauny FCB, Arveux P, Cahn J, Viel J. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of Non-Hodgkin lymphoma. *Epidemiology.* 2003; 14(4): p. 392-8.
- Floret N, Mauny F, Challier B, Cahn J, Tourneux F, Viel J. Dioxin emissions and soft-tissue sarcoma: results of a population-based case-control study. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 2004 Jun; 52(3): p. 213-20.
- 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: p. 101-115.

GAIA Sistemi. Studio di Impatto Ambientale COSMARI - Procedura di V.I.A (Titolo III- artt. 20-28 - D. Lgs. 152/2006 e L.R. 03/2012); 2012.

Hu S, Hazucha M, Shy C. Waste incineration and pulmonary function: an epidemiologic study of six communities. *J Air Waste Manag Assoc.* 2001 Aug; 51(8): p. 1185-94.

Institute for Environment and Health (IEH). Report on Health Effects of Waste Combustion Products. Leicester UK, Medical Research Council; 1997.

Istituto Superiore di Sanità (ISS). Microinquinanti organici e inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali. Rapporto 06/43; 2006.

Liao M, Huang J, Chiang L, Wang F, Chen C. Prevalence of Asthma, rhinitis, and eczema from ISAAC survey of schoolchildren in Central Taiwan. *J Asthma.* 2005; 42: p. 833-837.

Lloyd O, Lloyd M, Williams F, Lawson A. Twinning in human populations and in cattle exposed to air pollution from incinerators. *Br J Ind Med.* 1988; 45: p. 556-60.

Marcilio I, Lopes M, Prado R, Souza M, Gouveia N. Residence Near a Municipal Solid Waste Incinerator and Cancer Risk: an Analysis Using a Geographic Information System (GIS). *Epidemiology.* 2006 November; 17(6): p. S479.

Michelozzi P, Fusco D, Forastiere F, Ancona C, Dell'Orco V, Perucci C. Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution. *Occup Environ Med.* 1998; 55: p. 611-15.

Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M, et al. Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan. *Eur J Epidemiol.* 2005; 20: p. 1023-1029.

MONITER Project (Monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia Romagna). Gli effetti degli inceneritori sull'ambiente e la salute in Emilia Romagna. ; Novembre 2011.

National Research Council (NRC-US). Committee on Health Effects of Waste Incineration. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000.

Nouwen J, Cornelis C, De Fré R, Wevers M, Viaene P, Mensink C, et al. Health risk assessment of dioxin emission from municipal waste incinerators: The Neerlandquarter (Wilrijk Belgium). *Chemosphere.* 2001; 43:909-923: p. 909-923.

Ohta S, Kurikama S, Aozasa O, Nakao T, Takao T, Tanahashi M, et al. Survey on levels of PCDDs, PCDFs, and non-ortho Co-PCBs in soil and sediment from a high cancer area near a batchtype municipal solid waste incinerator in Japan. *Bull Environ Contam Toxicol.* 2000; 64: p. 630-7.

Porta D, Milani S, Lazzarino A, Perucci C, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environ Health.* 2009 Dec 23; 8(60).

Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci C, Forastiere F. Mortality and morbidity among people living close to incinerators: a cohort study based on dispersion modeling for exposure assessment. *Environmental Health.* 2011; 10(22).

Ranzi A, Ancona C, Angelini P, Badaloni C, Cernigliaro A, Chiusolo M, et al. Impatto sulla salute delle politiche di gestione dei rifiuti solidi urbani: i risultati del Progetto SESPIR. *Epidemiol Prev* 2014; 38(5):313-322.

Rydhstroem H. No obvious spatial clustering of twin births in Sweden between 1973 and 1990. *Environ Res.* 1998; 76: p. 27-31.

SENTIERI Project. Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev.* 2010 sett-dic; 34(5-6 supplemento 3).

Servizi per l'Ecologia Ambientale (SEA). Modellazione analitica della diffusione degli inquinanti in atmosfera e degli impatti sulla qualità dell'aria e dei suoli; 2012.

Tango T, Fujita T, Tanihata T, Minowa M, Doi Y, Kato N, et al. Risk of adverse reproductive outcomes associated with proximity to municipal solid waste incinerators with high dioxin emission levels in Japan. *J Epidemiol.* 2004; 14: p. 83-93.

Tessari R, Canova C, Canal F, Lafisca S, Inio A, Murer B, et al. Indagine su inquinamento ambientale da diossine e sarcomi dei tessuti molli nella popolazione di Venezia-Mestre: un esempio di utilizzo di fonti informative elettroniche. *Epidemiol Prev.* 2006; 30: p. 191-198.

Viel J, Arveux P, Baverel J, Cahn J. Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels. *Am J Epidemiol.* 2000 Jul 1;152(1):13-9.

Viel J, Clément M, Hägi M, Grandjean S, Challier B, Danzon A. 2008a. Dioxin emissions from a municipal solid waste incinerator and risk of invasive breast cancer: a population-based case-control study with GIS-derived exposure. *Int J Health Geogr.* 2008; 7: 4.

Viel J, Daniau C, Gorla S, Fabre P, de Crouy-Chanel P, Sauleau E, et al. 2008b. Risk for non-Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste. *Environ Health.* 2008;7:51.

Vinceti M, Malagoli C, Teggi S, Fabbi S, Goldoni C, De Girolamo G, et al. Adverse pregnancy outcomes in a population exposed to the emissions of a municipal waste incinerator. *Sci Total Environ.* 2008;407:116–21.

Wielgosinski G, Targaszewska A. The impact of waste incineration on human beings and the environment. *Ecol Chem Eng S.* 2014; 21(2): p. 353-363.

Williams F, Lawson A, Lloyd O. Low sex ratios of births in areas at risk from air pollution from incinerators, as shown by geographical analysis and 3-dimensional mapping. *Int J Epid.* 1992; ;21: p. 311-9.

Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore A, et al. Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case-control study (Italy). *Environ Health.* 2007; 6(19).