



Dipartimento
di Epidemiologia
Struttura regionale
di riferimento
per l'epidemiologia



Azienda
Sanitaria
Locale
ROMA



Regione
Lazio

Caratteristiche della popolazione e potenziale impatto sanitario dell'impianto per trattamento di rifiuti di Albano-Cecchina

Premessa

Il Dipartimento di Epidemiologia della ASL Roma E è stato incaricato dalla Giunta Regionale con D.G.R. 929 del 22 dicembre 2008 di condurre, in collaborazione con ARPA Lazio, un programma regionale (Rifiuti ambiente e salute: “Valutazione epidemiologica dello stato di salute della popolazione esposta a processi di raccolta, trasformazione e smaltimento dei rifiuti urbani nella regione Lazio”) volto alla valutazione degli effetti sulla salute dei processi di smaltimento dei rifiuti nel Lazio. In questo quadro, è stato richiesto dalle autorità regionali di esprimere una valutazione tecnica relativa al progetto di un impianto di gassificazione di CDR con recupero energetico da localizzarsi nel comune di Albano in località “Cecchina”.

La valutazione dei possibili effetti sulla salute di un impianto di smaltimento dei rifiuti può essere concepita come un processo complesso diviso in quattro parti:

1. Descrizione delle caratteristiche dell'impianto, dell'area e della popolazione potenzialmente esposta. Si tratta della raccolta degli elementi rilevanti relativi all'impianto stesso (localizzazione, caratteristiche, processo, emissioni), al contesto in cui l'impianto viene previsto, ivi compresi gli altri elementi di pressione ambientale, e alle caratteristiche della popolazione potenzialmente esposta.
2. Valutazione ex-ante dello stato di salute della popolazione potenzialmente interessata. E' la raccolta sistematica degli elementi caratteristici dello stato di salute della popolazione potenzialmente interessata in termini di mortalità e di morbosità. Tale quadro, prima della operatività del nuovo impianto, permette di stabilire un quadro di riferimento per valutazioni future delle eventuali modifiche dello stato di salute della popolazione in rapporto con le esposizioni ambientali potenzialmente associate all'operatività dell'impianto.
3. Valutazione del possibile impatto dell'impianto sulla salute della popolazione. Si tratta delle procedure di c.d. “*health impact assessment*” con le quali, sulla base delle conoscenze scientifiche disponibili e considerando le relazioni esposizione-risposta già scientificamente conosciute, si valuta quale potrà essere l'impatto sanitario atteso dell'impianto sulla salute della popolazione.
4. Valutazione degli effetti sanitari dell'impianto ormai operativo. E' l'insieme degli studi epidemiologici che dovranno essere condotti negli anni futuri, quando l'impianto sarà operativo, e che dovranno essere in grado, posta la valutazione ex ante, di verificare quale è stato l'impatto sanitario, in termini di variazione delle condizioni di salute della popolazione, dell'impianto osservato durante il corso del tempo, tenendo conto anche degli altri fattori di esposizione ambientale e delle loro variazioni temporali.

Le fasi descritte hanno modalità temporali diverse, a seconda dei tempi necessari per la valutazione e i tempi necessari perché i possibili effetti sanitari si possano manifestare. Le fasi 1 e 2 richiedono tempi tecnici di raccolta ed elaborazione di dati necessari non sempre prontamente disponibili. La fase 3 richiede l'esame accurato della letteratura scientifica e l'applicazione di modelli di impact assessment consolidati con una esplicitata valutazione delle incertezze. L'ultima fase richiede che l'impianto sia operativo, che durante la fase di esercizio vengano raccolti dati sui livelli di esposizione della popolazione e che sistematicamente siano raccolti dati sugli eventi sanitari di interesse. Quindi le fasi 1-3 sono relative alla situazione prima dell'avvio di un impianto, l'ultima fase si realizzerà solo nel futuro allorché l'impianto sarà stato avviato e saranno disponibili i dati ambientali e sanitari rilevanti.

In questo rapporto vengono descritti gli elementi caratteristici dell'area e della popolazione potenzialmente esposta, la valutazione ex-ante dello stato di salute, e la valutazione del possibile impatto sanitario del previsto impianto. Non sono considerati in questo contesto altri elementi, potenzialmente importanti, relativi alle scelte di governo regionale sulle modalità ottimali di smaltimento e gestione dei rifiuti; non sono messe a confronto politiche alternative e non verranno valutati impatti sanitari diversi in rapporto a tali scelte. Obiettivo di questo rapporto è la sola valutazione dell'impatto dell'impianto previsto per l'area di Albano.

1. Caratteristiche dell'impianto, dell'area e della popolazione potenzialmente esposta.

L'impianto proposto, oggetto della valutazione, è una centrale per la produzione di energia elettrica mediante gassificazione ad alta temperatura di CDR, proveniente dagli impianti di Trattamento Meccanico Biologico di Albano, Rocca Cencia e Salaria. Nel sito in esame sono previsti:

- un impianto per la preselezione e riduzione volumetrica dei rifiuti urbani con produzione di CDR che contribuirà ad alimentare la centrale elettrica in oggetto;
- una discarica adibita allo smaltimento dei residui di lavorazione dell'impianto di produzione di CDR

L'impianto prevede tre linee di gassificazione funzionalmente identiche e si compone di sezioni diverse per lo stoccaggio, separazione, combustione, caldaia, turbina, recupero ceneri. Il funzionamento dell'impianto prevede, con a regime due linee funzionanti, lo smaltimento di più di 160.000 tonn/anno di rifiuti ed è stato previsto per la produzione > di 52 MW di potenza elettrica lorda..

Il sito prescelto per l'impianto è collocato a SE di Albano Laziale, in località "Cecchina" in un'area delimitata, da Est a Ovest, dalla linea ferroviaria Roma Velletri e dalla linea ferroviaria Roma - Cassino - Napoli, da Nord a Sud, dal fosso Valle Caia e dal fosso di Torre Paluzzo. L'area è individuata dalla Regione Lazio nel Piano di Qualità dell'aria come zona B. Più precisamente, ai fini dell'adozione dei provvedimenti tesi a contrastare l'inquinamento atmosferico, il territorio regionale è stato suddiviso in tre zone: la zona A comprende i due agglomerati di Roma e Frosinone dove per l'entità dei superamenti dei limiti di legge sono previsti provvedimenti specifici; la zona B comprende i comuni classificati zona 2, ivi compreso Albano Laziale, dove è accertato, sia con misure dirette o per risultato di un modello di simulazione, l'effettivo superamento o l'elevato rischio di superamento, del limite di legge da parte di almeno un inquinante. In questa zona sono previsti i piani di azione per il risanamento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 8 del d.lgs. 351/99; la zona C comprende il restante territorio della Regione nel quale ricadono i comuni a basso rischio di superamento dei limiti di legge.

Per stimare e caratterizzare la popolazione potenzialmente interessata dalle emissioni dell'impianto, sono stati considerati i dati sulla popolazione italiana disponibili per sezione di censimento 2001 (ISTAT). Tutte le informazioni sulla popolazione sono state geocodificate e trasferite in un sistema GIS (Geographic Information System), così come le coordinate geografiche che individuano l'area dell'impianto di smaltimento dei rifiuti. Il sistema di riferimento che è stato utilizzato è: WGS84_UTM33N. La stima della popolazione potenzialmente esposta si basa sulla considerazione che i possibili effetti sulla salute dell'impianto ricadono in un raggio di 3 km (Elliott et al. 1996). In quest'ottica è stata calcolata la densità di popolazione (abitante/m²) ed è stata stimata la popolazione residente entro il raggio di 1 km, tra 1 km e 2 km e tra 2 km e 3 km di distanza dal centroide dell'impianto (coordinate X_UTM33N: 301530,289798; Y_UTM33N: 4617961,09821). La eventuale disponibilità di modelli di dispersione in aria delle emissioni dell'impianto, che tengano conto anche delle altre emissioni nell'area, consentirebbe una più valida definizione della popolazione potenzialmente esposta.

Le condizioni socioeconomiche della popolazione e degli individui sono uno tra i più importanti determinanti della salute. Pertanto sia ai fini della valutazione dei determinanti delle attuali condizioni di salute sia ai fini di una valutazione di "equità ambientale" sono state stimate le caratteristiche socioeconomiche della popolazione residente nell'area del nuovo impianto. Ad ogni sezione di censimento è stato attribuito un indice di deprivazione sintetico costruito con i dati derivanti dal questionario *Censimento della popolazione e delle abitazioni* (ISTAT 2001) che sintetizza le caratteristiche contenute in 4 ambiti: popolazione (struttura demografica, condizione professionale, spostamenti quotidiani), abitazioni ed edifici, famiglie (tipologia, ampiezza, condizione professionale del capo-famiglia) e stranieri (provenienza). L'indice di posizione socioeconomica è classificato su scala ordinale in 5 categorie a cui corrisponde il passaggio da un livello di posizione socioeconomica alta (livello 1) ad una bassa (livello 5). La scomposizione in classi si basa sui quintili di popolazione per tutta l'Italia.

La tabella 1 mostra una stima delle caratteristiche della popolazione che viveva al 2001 in un raggio di 3 km dall'impianto di smaltimento dei rifiuti proposto. Più di novemila persone sono potenzialmente interessate, 314 tra 0 e 1 km, 2821 tra 1 e 2 km e 6593 tra 2 e 3 km. Il 49,0% della popolazione ha un'età compresa tra i 15 e i 44 anni e circa il 10% ha più di 65 anni. In media, l'età dei residenti è più bassa di quella di Albano e della popolazione del Lazio. Nel raggio di 3 km, l'esame della distribuzione della popolazione per posizione socioeconomica mette in evidenza una più alta percentuale di abitanti con un livello di posizione socioeconomica intermedio (livello 2-4) mentre sono meno rappresentati gli strati più ricchi e più poveri. Nel raggio di 1 km sono più elevate le frequenze delle posizioni estreme dell'indice, la percentuale della popolazione con un basso livello socioeconomico (livello 5) è del 12,7%, mentre la popolazione con un alto livello socioeconomico è pari a 31,2%.

Tutte le analisi di popolazione indicate si basano su stime censuarie e verranno aggiornate sulla base dei dati della anagrafe comunale di Albano (dati richiesti il 3 Aprile 2009). In ogni caso la utilizzazione di dati di censimento si rende necessaria per la confrontabilità delle misure di salute in popolazione.

Tabella 1
 Caratteristiche dei residenti entro 3km dal previsto impianto di Albano, Censimento 2001.

	0-1 Km	%	1-2 Km	%	2-3 Km	%	0-3 Km	%	Albano	%	Regione Lazio	%
Popolazione Totale	314	100	2821	100	6563	100	9698	100	33692	100	5112413	100
sezzo												
Maschi	160	51.0	1417	50.2	3210	48.9	4787	49.4	16198	48.1	2450848	47.9
Femmine	154	49.0	1403	49.7	3352	51.1	4909	50.6	17494	51.9	2661565	52.1
Classe di età (anni)												
0	6	1.9	40	1.4	89	1.4	135	1.4	426	1.3	59359	1.2
1-14	49	15.6	474	16.8	966	14.7	1489	15.4	4607	13.7	648532	12.7
15-44	154	49.0	1350	47.9	3034	46.2	4538	46.8	14824	44.0	2166614	42.4
45-64	74	23.6	663	23.5	1555	23.7	2292	23.6	8417	25.0	1318456	25.8
65+	31	9.9	294	10.4	918	14.0	1243	12.8	5418	16.1	919452	18.0
Stato Socioeconomico												
1 (alto)	98	31.2	242	8.6	668	10.2	1008	10.4	5437	16.1	1002449	19.6
2	18	5.7	907	32.2	1908	29.1	2833	29.2	7226	21.4	907791	17.8
3	89	28.3	586	20.8	1833	27.9	2508	25.9	7827	23.2	1064133	20.8
4	69	22.0	857	30.4	1471	22.4	2397	24.7	7853	23.3	1201929	23.5
5 (basso)	40	12.7	229	8.1	683	10.4	952	9.8	5342	15.9	930654	18.2

2. Valutazione ex-ante dello stato di salute della popolazione potenzialmente interessata.

Nel Dicembre 2008 è stato completato dal Dipartimento di Epidemiologia della ASL Roma E il rapporto sullo stato di salute della popolazione residente nel comune di Albano (riportato come Allegato 1). Lo studio è relativo alla mortalità e alle ospedalizzazioni nel periodo 1997-2006.

Si osserva una di mortalità per tutte le cause sostanzialmente simile alla popolazione del Lazio per gli uomini e con un contenuto eccesso di mortalità per le donne (Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR) pari a 1.09). Tali stime devono essere interpretate in relazione al range osservato per i comuni della provincia di Roma che va da un minimo di 0.68 ad un massimo di 1.46 per gli uomini e da un minimo di 0.71 ad un massimo di 1.55 per la donne (dati analisi mortalità regione Lazio 1993-1998).

La mortalità per causa è caratterizzato da:

- un eccesso, rispetto alla popolazione residente nel Lazio, per i tumori totali negli uomini (SMR=1.10, range provinciale 0.74-1.35), per le malattie respiratorie (SMR pari a 1.52 e 1.29 rispettivamente per uomini e donne, range provinciale 0.90-1.60) e dell'apparato genitourinario (SMR=1.60 per entrambi i generi; range provinciale 0.70-2.00).

Il ricorso al ricovero ospedaliero nel periodo in studio è risultato più elevato in questa popolazione rispetto al riferimento regionale per diverse cause. Soprattutto per patologie croniche e/o a bassa letalità i tassi di ospedalizzazione come stimatori dell'occorrenza di patologie in popolazione debbono essere interpretati con cautela poiché dipendono oltre che dall'incidenza, sopravvivenza/durata, quindi prevalenza delle patologie anche dalle caratteristiche dell'offerta di ricovero ospedaliero.

L'interpretazione etiologica dei singoli eccessi osservati non rientra nello scopo di questo lavoro e non ci sono elementi empirici per spiegare in modo univoco tali eccessi. E' certo che caratteristiche socio demografiche, esposizioni in ambito lavorativo, ed esposizioni ambientali di natura diversa (ivi compreso l'inquinamento atmosferico legato anche al traffico veicolare della zona) possono aver avuto un ruolo. Ai fini della valutazione ex ante, questi dati sono il punto di riferimento per valutazioni che in futuro esamineranno il possibile impatto dell'impianto sulla salute della popolazione in termini di variazione di occorrenza di patologie rispetto alle condizioni stimate prima dell'avvio della produzione.

3. Valutazione del possibile impatto dell'impianto sulla salute della popolazione

La valutazione del quadro emissivo del proposto impianto, in termini di sostanze tossiche diverse potenzialmente emesse e della loro ricaduta, anche alla luce della normativa sulle migliori tecniche disponibili e sulla normativa regionale specifica per la zona B, è competenza della autorità ambientale regionale e non è oggetto della presente valutazione. E' altresì oggetto specifico di valutazione della autorità ambientale l'emissione sonora. Verranno di seguito presentate le valutazioni di impatto sanitario in termini di potenziali danni per la salute dei cittadini sulla base della letteratura scientifica disponibile.

E' certo che tra le sostanze nocive potenzialmente emesse dagli impianti di trattamento dei rifiuti sono le polveri (materiale particolato). Il materiale particolato è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, che possono rimanere sospese anche per lunghi periodi. Le particelle hanno dimensioni comprese tra 0,005 μm e 50-150 μm , e sono costituite da una miscela di elementi quali carbonio, piombo, nichel, nitrati, solfati, composti organici, frammenti di suolo, ecc. Le polveri totali vengono generalmente distinte in tre classi dimensionali corrispondenti alla capacità di penetrazione nelle vie respiratorie da cui dipende l'intensità degli effetti nocivi.

In particolare:

- **PM₁₀** – particolato formato da particelle con diametro $\leq 10 \mu\text{m}$, è una *polvere inalabile*, ovvero in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso, faringe e laringe).
- **PM_{2,5}** – *particolato fine* con diametro $\leq 2.5 \mu\text{m}$, è una polvere toracica, cioè in grado di penetrare nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli).
- **PM_{0,1}** – *particolato ultrafine* con diametro $\leq 0.1 \mu\text{m}$, è una polvere in grado di penetrare profondamente nei [polmoni](#) fino agli [alveoli](#).

Se da un lato gli effetti sanitari delle polveri (PM10 e PM2.5) sono ben compresi dal punto di vista scientifico e la Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO 2006, Global Air Quality Guidelines 2005) ha condotto una revisione esaustiva, c'è oggi un grande interesse sulla frazione più piccola di particolato, quelle delle particelle ultrafini (è anche usato il termine nanoparticelle ad indicare prodotti industriali, farmaci, cosmetici, nuovi materiali) che per le loro dimensioni possono diffondersi in tutte le parti del tratto respiratorio, entrare più facilmente all'interno delle cellule e quindi potenzialmente superare le barriere epiteliali ed endoteliali. La loro tossicità si basa su un più elevato potenziale infiammatorio. Il contributo specifico delle particelle ultrafini alla tossicità nell'uomo è in studio sia con approccio tossicologico che epidemiologico. Lo stato delle conoscenze scientifiche relativamente agli effetti sanitari è ancora oggetto di ricerca (Oberdörster G et al, Delfino et al, 2005) e non esistono valutazioni univoche, così come sono oggetto di ricerca i contributi emissivi dalle diverse fonti e i meccanismi di formazione in atmosfera delle particelle ultrafini.

Occorre tener conto inoltre che stime effettuate in aree circostanti termovalorizzatori attualmente funzionanti in Italia, in condizioni di normale funzionamento, dimostrano come il contributo delle emissioni in aria dei termovalorizzatori alla concentrazione atmosferica di PM 10 sia attorno a valori di 5%.

L'impatto sanitario degli impianti di incenerimento rimane un tema controverso a causa della carenza di studi epidemiologici adeguati e le difficoltà oggettive nel condurre studi che considerino le variazioni temporali nei livelli di esposizione (Forastiere e Perucci, 2008). D'altra parte la valutazione del possibile impatto sanitario deve disporre di strumenti adeguati di previsione, anche se affetti da grandi livelli di incertezza che potranno essere ridotti allorché saranno disponibili nuovi risultati e conoscenze. Nell'allegato 2 viene presentata una revisione sistematica degli studi epidemiologici sugli effetti sulla salute degli impianti di incenerimento e delle discariche. Si tratta di una revisione completa che prende in considerazione anche gli studi condotti in ambito lavorativo. I risultati di tale revisione sistematica hanno fornito una stima dell'eccesso di rischio per tumori per popolazioni esposte nel raggio di 3 Km dagli impianti (Elliott *et al.* 1996). Tale stima si riferisce ad impianti operativi prima degli anni '80. Si può ritenere, tuttavia, che l'eccesso di rischio dovuto alle emissioni da inceneritori non sia costante nel tempo, ma vari in funzione di diversi fattori legati alle caratteristiche dell'impianto e della popolazione circostante nel periodo di tempo considerato. Nel quadro del progetto INTARESE, uno studio di *health impact assessment* finanziato dalla Unione Europea (www.intarese.org), è stato sviluppato un metodo flessibile per tale valutazione. Lo strumento fornisce la stima del numero di casi di tumore attribuibili all'esposizione ad inceneritore ad un determinato tempo, tenendo conto dell'età della popolazione esposta, del periodo di funzionamento dell'impianto, dell'esposizione cumulata, della latenza dalla prima esposizione e dalla eventuale dismissione dell'impianto stesso.

Il metodo utilizzato stima il numero di casi di tumori attribuibili all'impianto correggendo l'eccesso di rischio di riferimento a partire da una serie di assunzioni e considerazioni:

- a. Si assume come riferimento il valore di 3.5% (LC 95%: 3-4) (Elliott *et al*, 1996), che riflette il rischio aggiuntivo di incidenza di tumore per una popolazione residente entro 3 km dall'inceneritore con una esposizione di 20 anni ai livelli di contaminazione presenti nel periodo 1960-1980.
- b. I livelli di esposizione variano con il periodo di calendario. A seguito di ammodernamenti degli impianti, si può assumere una variazione dei coefficienti dell'esposizione nel tempo, soprattutto in relazione al fatto che i rischi utilizzati per la stima sono stati desunti da studi su inceneritori di vecchia generazione, mentre si suppone, sulla base delle informazioni tecniche disponibili, che l'impianto in studio abbia un impatto molto minore sull'inquinamento ambientale e quindi sulla salute dei cittadini. Sono stati quindi considerati 3 scenari di diminuzione di rischio rispetto al riferimento.

primo scenario: il livello delle emissioni è 10 volte minore rispetto al riferimento

secondo scenario: il livello delle emissioni è 20 volte minore

terzo scenario: il livello delle emissioni è 50 volte minore

Si ritiene che il terzo scenario sia quello più realistico dal momento che la tecnologia attuale può garantire un quadro emissivo ridotto. Si sono comunque considerati gli scenari 1 e 2 a riflettere una situazione potenzialmente peggiore.

- c. Ad una determinata età, la funzione che meglio definisce l'esposizione di quella persona all'impianto è l'esposizione cumulativa, come somma dei contributi espositivi durante i vari periodi.
- d. La latenza dalla prima esposizione e la latenza dalla fine dell'esposizione dovuta alla cessazione dell'impianto sono importanti fattori di cambiamento del rischio. Secondo un modello di cancerogenesi studiato per il tumore del polmone in relazione al fumo di sigarette, esiste una funzione di latenza dalla prima esposizione e dalla cessazione della esposizione. In analogia si assume ci sia una risposta cancerogena che inizi dopo 10 anni dalla prima esposizione e abbia un effetto completo dopo 20 anni. Se l'esposizione è rimossa, il rischio decresce con il tempo dalla cessazione.
- e. La popolazione non cambia nel tempo così come numerosità e distribuzione nelle classi di età.

Sulla base delle considerazioni e delle assunzioni espresse, si è simulata l'operatività dell'impianto nel periodo 2010-2030 e si sono applicati gli scenari emissivi alla popolazione residente stimata nel raggio di 3 km. Il risultato della simulazione mostra che nella popolazione di cui alla tabella 1 si attende una frequenza annuale di casi incidenti per tutti i tumori pari 50,3. Assumendo che l'inceneritore verrà messo in funzione nel 2010 e verrà dimesso nel 2030, la stima del numero totale di casi di tumore attribuibili a questa esposizione nella popolazione residente entro 3 km dal 2010 al 2050 è di 2.85 casi secondo il primo scenario, 1.42 secondo il secondo scenario e 0.71 per il terzo scenario relativamente più realistico. I risultati di tale simulazione per anno sono riportati nella tabella 2.

Tabella 2. Casi di tumore incidenti in eccesso dal 2010 al 2050 attribuibili all'esposizione all'impianto nella popolazione residente entro 3 km durante il periodo di funzionamento 2010 -2030.

Anno	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3	
	Casi in eccesso	LC 95%	Casi in eccesso	LC 95%	Casi in eccesso	LC 95%
2010	0	0 - 0	0	0 - 0	0	0 - 0
2020	0,052	0,045-0,060	0,026	0,022-0,030	0,013	0,011-0,015
2030	0,164	0,140-0,187	0,082	0,070-0,094	0,041	0,035-0,047
2040	0,066	0,057-0,076	0	0,028-0,038	0,017	0,014-0,019
2050	0,001	0,01-0,001	0	0 - 0	0	0 - 0
Total	2,846	2,439-3,252	1,423	1,220-1,626	0,711	0,610-0,813

I risultati della revisione sistematica illustrata nell'allegato 2 hanno fornito una stima del rischio relativo per malformazioni congenite per popolazioni esposte nel raggio di 3 Km dagli inceneritori (Cordier *et al.* 2004) e per popolazioni esposte nel raggio di 2 Km dalle discariche (Elliot *et al.* 2001).

Al numero di nuovi nati nell'area di riferimento (popolazione 0 anni) è stato applicato quindi il tasso di prevalenza delle malformazioni in studio (palatoschisi e la displasia renale per gli inceneritori, e tutte le malformazioni, difetti del tubo neurale e della parete addominale, gastroschisi ed onfalocele e basso peso alla nascita per le discariche) per la stima dei casi attesi. Ai casi attesi sono stati applicati i coefficienti di rischio malformazione specifici ricavati dalla revisione (Cordier *et al.*, 2004; Elliot *et al.* 2001) per la stima dei casi attribuibili.

Il numero stimato di nuovi nati, rispettivamente entro 3 e 2 km dall'impianto è pari a 134 e a 45. Il numero di casi annuali attribuibili all'esposizione allo smaltimento dei rifiuti è riportato nella tabella 3.

Tabella 3. Casi annuali di malformazioni congenite e basso peso alla nascita in eccesso attribuibili all'esposizione all'impianto (residenti entro 2 km e residenti entro 3 km).

	Popolazione	Casi attesi	Casi in eccesso	LC 95%
Discariche (0-2 km)	45			
Tutte le anomalie congenite		0.281	0.006	0.003-0.008
Difetti del tubo neurale		0.024	0.001	0.000-0.003
Ipospadiasi e epispadiasi		0.037	0.003	0.001-0.004
Difetti della parete addominale		0.006	0	0-0
Gastroschisi e onfalocele		0.006	0	0-0
Basso peso alla nascita		2.7	0.162	0.135-0.162
Inceneritori	134			
Displasia renale		0.033	0.010	0.002-0.019
Palatoschisi		0.109	0.060	0.011-0.130

La definizione delle caratteristiche di emissione sonora legate alla realizzazione del nuovo impianto del trattamento dei rifiuti rappresenta una fase importante della valutazione di impatto acustico che la futura attività avrà sul territorio circostante. Dall'esame dei risultati della modellizzazione matematica relativa alla propagazione dell'impatto acustico dell'impianto, estratta dal rapporto allegato alla relazione tecnica di progetto, si evidenzia come lo stesso sia compatibile con l'attuale classificazione dell'area limitrofa all'impianto (area V – prevalentemente industriale). La pressione sonora attesa ai confini dell'impianto è pari a circa **52 dB(A)**. Come detto in precedenza, i metodi e i risultati di tale modellazione sono oggetto di valutazione delle autorità ambientali. Si è tuttavia proceduto a simulare gli effetti extrauditivi dell'incremento della pressione sonora sulla popolazione residente assumendo che i livelli sonori siano rispettivamente pari a 50, 52 e 55 dB. Gli effetti stimati sono quelli già considerati dalla letteratura scientifica (annoyance, disturbi del sonno e ipertensione) e per i quali esistono delle funzioni dose-risposta accreditate. Le assunzioni sulla rumorosità ambientale dovranno essere verificate dalle autorità ambientali competenti.

Annoyance

Applicando i coefficienti da letteratura scientifica per stimare la popolazione fortemente “disturbata” dall’inquinamento acustico, (% annoyance elevata = $9.868 \cdot 10^{-4}(\text{Livello di rumorosità}-42)^3 - 1.436 \cdot 10^{-2}(\text{Livello di rumorosità} - 42)^2 + 0.5118(\text{Livello di rumorosità} - 42)$ (Miedema et al. 2001), alla popolazione residente al censimento 2001 intorno dell’area prescelta per l’impianto, è possibile stimare il seguente numero di casi (tra parentesi è indicata la percentuale sulla popolazione residente):

Rumore	0-1 km	1-2 km	2-3 km	0-3 km
55 dB	35 (11.2%)	317 (11.2%)	738 (11.2)	1091 (11.2)
52 dB	24 (7.5%)	213 (7.5%)	495 (7.5%)	731 (7.5%)
50 dB	17 (5.5%)	156 (5.5%)	362 (5.5&)	535 (5.5%)

Disturbi del sonno

Nel caso l’impianto funzioni a regime sulle 24/h è importante valutare l’impatto del rumore notturno sulla qualità del sonno dei residenti. Applicando i coefficienti di letteratura per stimare la popolazione con forti disturbi del sonno causati dall’ inquinamento acustico (% disturbi del sonno= $-1.05 \cdot \text{Livello di rumorosità notturna} + 0.01486 \cdot (\text{Livello di rumorosità notturna})^2$ (Miedema, 2004), alla popolazione residente al censimento 2001 intorno l’area prescelta per l’impianto, è possibile stimare il seguente numero di casi (tra parentesi è indicata la percentuale sulla popolazione residente):

Rumore	0-1 km	1-2 km	2-3 km	0-3 km
55 dB	55 (17.6)	496 (17.6)	1153 (17.6)	1704 (17.6)
52 dB	46 (14.8)	416 (14.8)	968 (14.8)	1431 (14.8)
50 dB	41 (13.1)	368 (13.1)	856 (13.1)	1266 (13.1)

Ipertensione

Applicando alla popolazione residente la prevalenza del 13.6% di ipertensione (Multiscopo ISTAT) e assumendo un eccesso di rischio al 5% (IC 95% 0- 17%) relativo ad un aumento di 5 dB, in un range di rumore 55-72 dB (Van Kempen & Houthuijs, 2009) è stato calcolato il numero di casi di ipertensione attesi nella popolazione residenti e il numero di casi di ipertensione addizionali attribuibili ad un livello di pressione sonora di 52 dB e di 55dB

	0-1 km			1-2 km			2-3 km			0-3 km		
residenti	314			2821			6563			9698		
casi di ipertensione attesi a 50 dB	42			380			883			1305		
	IC 95%			IC 95%			IC 95%			IC 95%		
casi addizionali di ipertensione a 52 dB	1	0	3	8	0	26	18	0	61	26	0	90
casi addizionali di ipertensione a 55 dB	2	0	7	19	0	65	45	0	152	66	0	224

Sulla base della modellazione del proponente, una stima realistica degli effetti dell'impatto acustico può essere quella di 52dB entro il raggio di un km e di 50 dB tra 1 e 2 km. Fermo restando la necessità di una conferma di tali stime di rumorosità ambientale, l'impatto sanitario complessivo legato al livello di pressione acustica generata dall'impianto è riassunto nella seguente tabella

	0-1 km	1-2 km
Casi di annoyance	24	156
Casi di disturbi del sonno	46	368
Casi addizionali di ipertensione	1	0

Conclusioni

Il presente rapporto ha valutato il possibile impatto sulla salute del proposto impianto di trasformazione dei rifiuti di Albano. Il rapporto non è entrato in merito alle valutazioni del quadro emissivo e delle ricadute perché competenza delle autorità ambientali. Il rapporto, inoltre, non è entrato nel merito della valutazione di impatto delle politiche generali di smaltimento dei rifiuti e non ha valutato scenari alternativi. Sulla base delle considerazioni sopra esposte si può concludere che:

1. L'impianto è previsto in un'area geografica che la Regione Lazio ha individuato come area prioritaria per il risanamento ambientale. Le autorità ambientali dovranno verificare la congruità del quadro emissivo previsto con le norme relative alle migliori tecnologie disponibili e alla normativa regionale specifica prevista per la zona B. Dovranno essere valutati gli elementi di pressione sonora.

2. La popolazione potenzialmente interessata in un raggio di 3 km dall'impianto è composta da 9698 persone, in media più giovani della popolazione generale di Albano e del Lazio. Le caratteristiche socioeconomiche di tale popolazione sono più vicine alle classi centrali della distribuzione generale. Non vi sono elementi, pertanto, ad indicare l'impianto avrà un impatto su una popolazione già particolarmente deprivata socialmente.
3. Il quadro di salute della popolazione di Albano è caratterizzato da un lieve aumento della mortalità generale nelle donne (+9%) e della mortalità per tumori negli uomini (+10%). A tali eccessi corrisponde anche un eccesso per malattie respiratorie e genitourinarie. Tali eccessi sono compatibili con la variabilità di questi fenomeni nei comuni dell'ambito regionale. Tali eccessi possono avere origine diversa (caratteristiche sociali, esposizioni lavorative) anche legata all'inquinamento ambientale già presente nell'area. I dati presentati sono utili tuttavia per il possibile monitoraggio epidemiologico allorché l'impianto divenisse operativo.
4. L'impatto sanitario dell'impianto può essere stimato sulla base delle conoscenze scientifiche sugli impianti di incenerimento e discariche. Tenendo conto delle evidenze scientifiche disponibili, l'impatto stimato, per quanto riguarda i tumori, per un periodo di esercizio della durata di 20 anni con un tempo di osservazione di 40 anni è modesto (da 0.7, nello scenario più realistico, a 3 casi, nello scenario peggiore, di tumore nei 40 anni nella popolazione a 3 km). Anche l'impatto annuale in termini di malformazioni congenite e nati di basso peso è molto basso (frazioni decimali).
5. La rumorosità ambientale dell'impianto può incidere sulla popolazione in termini di annoyance, disturbi del sonno e aumento della frequenza di ipertensione. Tali effetti sono proporzionali alla intensità di rumore prodotta dall'impianto. L'entità di tale pressione sonora deve essere valutata. Assumendo una esposizione a 52 dB nella popolazione nei residenti a un Km, e di 50 dB nella popolazione tra 1 e 2 km, il disturbo acustico e i disturbi del sonno possono avere una rilevanza per una frazione non piccola della popolazione della zona.

In sintesi queste sono le valutazioni possibili da un punto di vista della salute della popolazione sulla realizzazione di questo impianto, basate sulle migliori conoscenze scientifiche disponibili.

Occorre considerare che la valutazione dei potenziali effetti sulla salute di ogni tipologia di impianti di smaltimento rifiuti è di ordine generale, riguarda la sicurezza di queste tecnologie e la decisione generale se avvalersene.

Esiste anche una necessità di valutazione specifica sulla localizzazione dell'impianto; nel caso specifico della localizzazione proposta non emergono prove scientifiche circa una maggiore nocività di questa tecnologia se collocata nel sito individuato.

Non possono essere oggetto di valutazione sanitaria ipotesi di effetti basati su informazioni con insufficiente o incompleta documentazione scientifica o da fonti informative non accreditate. Il principio di precauzione può essere invocato se esistono almeno ipotesi scientifiche ragionevolmente accreditate e comunque si applicherebbe in generale a tutti gli impianti di questo tipo e non ad un solo specifico impianto.

Si raccomanda fortemente comunque la realizzazione e lo sviluppo del programma di sorveglianza epidemiologica e ambientale necessario per valutare empiricamente gli effetti futuri dell'impianto.

Poiché ogni scelta di utilizzazione e localizzazione di qualunque tecnologia è associata inevitabilmente a effetti positivi e negativi, in campo economico, produttivo, ambientale, sociale, anche di salute, le valutazioni contenute nel presente rapporto hanno il solo scopo di fornire alle istituzioni di governo locale e regionale informazioni su base scientifica utili per assumere decisioni informate sulla base di stime documentate dei potenziali effetti positivi e negativi, costi e benefici, di ciascuna scelta.

Riferimenti bibliografici

- Delfino RJ, Sioutas C, Malik S. Potential role of Ultrafine particles in associations between airborne particle mass and cardiovascular health. *Environ Health Perspect* 2005;113: 934-946.
- 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, 61:8-
- Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, Grundy C: Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 1996, 73:702-710.
- Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L: Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. *Br Med J* 2001, 323:363-368.
- Forastiere F, Perucci CA. Rifiuti: evidenza scientifica e decisioni politiche. Che ruolo per l'epidemiologia. *Epidemiol Prev.* 2008 Jan-Feb;32(1):5-7.
- Kempen van EEMM, Houthuijs DJM. The burden on health and well-being of road and rail traffic noise exposure in the Netherlands. Bilthoven 2008: RIVM. Report no 630180001 (In press).
- Miedema HME, Oudshoorn CGM. Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL en DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives* 2001; 109(4): 409-16
- Miedema HME 2005 Delf: TNOIntro Report n° 2004-15
- Oberdörster G, Oberdörster E, Oberdörster J. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of Ultrafine particles. *Environ Health Perspect* 2005; 113: 823-839.

ALLEGATO 1

Roma, 3 dicembre 2008

VALUTAZIONE EPIDEMIOLOGICA DELLO STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEL COMUNE DI ALBANO

A cura di:

Dipartimento di Epidemiologia, ASL Roma E

Dipartimento di Prevenzione, ASL Roma H

Introduzione

L'obiettivo della presente studio epidemiologico è la valutazione delle condizioni di salute della popolazione residente nel comune di Albano considerando la mortalità e i ricoveri ospedalieri. L'ospedalizzazione e la mortalità di questa popolazione sono stati confrontati con quelli della popolazione generale residente nella regione Lazio per disporre di un quadro di riferimento utile per gli amministratori, gli organismi di salute pubblica e i cittadini.

Metodi

Popolazione in studio:

Sono stati considerati tutti i residenti nel comune di Albano nel periodo che va dal 1° gennaio 1997 al 31 dicembre 2006.

Fonte dei dati:

Per la mortalità si è fatto uso del Registro Nominativo delle Cause di Morte (ReNCaM) della Regione Lazio e per le ospedalizzazioni si è fatto uso del Sistema Informativo Ospedaliero (SIO) della Regione Lazio. Entrambi i sistemi sono gestiti dalla Agenzia di Sanità Pubblica (ASP) della Regione Lazio.

Analisi statistica

Dal ReNCaM sono stati selezionati tutti i decessi della popolazione residente nel comune di Albano nel periodo 1997-2006. Dal SIO sono stati selezionati tutti i primi ricoveri dei residenti ad Albano, in regime ordinario per acuzie, avvenuti presso le strutture ospedaliere del Lazio nel periodo 1997-2006. Per tener conto dell'andamento dei ricoveri ospedalieri, il periodo in studio è stato suddiviso in 3 parti: 1997-1999, 2000-2004, 2005-2006. Per ciascuna patologia, definita attraverso la diagnosi principale, è stato considerato il primo ricovero in ciascun periodo in studio.

La mortalità e l'ospedalizzazione della popolazione residente ad Albano è stata confrontata con quella dei residenti nel Lazio nello stesso periodo. Sono stati calcolati rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e di ospedalizzazione (SHR) per tutte le cause e per causa specifica, stratificati per genere e nel caso dei ricoveri anche per periodo. Il numero di decessi/ricoveri osservato è stato rapportato al numero di decessi/ricoveri attesi osservato nella popolazione di riferimento della regione Lazio. Sono stati calcolati gli intervalli di confidenza al 95% per i rapporti standardizzati.

Risultati

Al censimento del 2001 il comune di Albano comprendeva circa 36.700 abitanti (48.1% uomini), con una proporzione di popolazione al di sotto dei 65 anni pari all'84% (proporzione pari a 80.9% per Roma nello stesso periodo).

Analisi della mortalità

Nella tabella 1 (a e b) sono riportati i risultati dell'analisi della mortalità per causa, separatamente per uomini e donne.

Uomini

La mortalità per tutte le cause è sostanzialmente uguale alla mortalità della popolazione maschile del Lazio nello stesso periodo (SMR=1.04) mentre si osserva un eccesso di mortalità superiore al 50%, per le malattie respiratorie e per le malattie polmonari croniche (SMR=1.52 e SMR=1.54, rispettivamente) e pari al 60% per le malattie dell'apparato genito-urinario. Tali eccessi sono statisticamente significativi. Dall'analisi per cause tumorali (tabella 1b) si osserva una mortalità per tutti i tumori superiore all'atteso (SMR=1.10) e eccessi per il tumore della vescica (SMR=1.46) e per i tumori del tessuto linfatico ed ematopoietico (SMR=1.42).

Donne

Si osserva un eccesso della mortalità per tutte le cause pari all'8% (SMR=1.08). Le donne residenti nel comune di Albano muoiono di più delle donne residenti nel Lazio nello stesso periodo per malattie cardiovascolari (SMR=1.11), malattie ischemiche (SMR=1.17), malattie respiratorie (SMR=1.29) e malattie dell'apparato genito-urinario (SMR=1.58). La mortalità per tumore è sostanzialmente uguale alla mortalità della popolazione di riferimento nello stesso periodo (SMR=1.01) mentre si osserva un difetto, statisticamente significativo, della mortalità per tumore della trachea, dei bronchi e del polmone (SMR=0.69)

Analisi dell'ospedalizzazione (persone ricoverate)

Nella tabella 2 (a e b) sono riportati i risultati dell'analisi dell'ospedalizzazione per causa e per periodo in studio, separatamente per uomini e donne.

Uomini

Si osserva un modesto eccesso, rispetto alla popolazione di riferimento, di persone ricoverate (tutte le cause) con un SHR che passa dal 1.02 nel I periodo a 1.10 nel II periodo. L'ospedalizzazione per cause non tumorali, registra eccessi per: disturbi della tiroide (SHR= 1.67 nell'ultimo periodo), diabete (SHR=1.36 e SHR=1.43 nel II e III periodo rispettivamente, ma con un difetto statisticamente significativo nel primo), malattie del SNC (SHR=1.39 e SHR=1.30 nel I e II periodo rispettivamente), malattie dell'apparato cardiovascolare (SHR=1.10 nel III periodo). Un difetto di persone ricoverate, rispetto al Lazio, si osserva per le malattie ischemiche del cuore (SHR 0.68 e 0.81, nel I e II periodo). Eccessi statisticamente significativi per tutti i periodi si osservano per le malattie dell'apparato respiratorio, in particolare per la BPCO e per le malattie dell'apparato genitourinario. Si osserva inoltre un eccesso delle persone ricoverate per tutti i tumori nel primo periodo in studio (SHR 1.14) e un difetto per il solo tumore della trachea, dei bronchi e dei polmoni nel periodo 2000-2004.

Donne

Si osserva un eccesso statisticamente significativo di persone ricoverate per tutte le cause e per tutti i periodi in studio (SHR=1.11), è da notare tuttavia che nel computo sono inclusi i ricoveri per parto.

L'ospedalizzazione per cause non tumorali registra eccessi per: disturbi della tiroide (SHR= 1.36 nell'ultimo periodo), diabete (SHR=1.75 nel I periodo), malattie del SNC (SHR=1.26 nel I periodo), disturbi del SNP (SHR=1.90 nel III periodo), malattie dell'apparato cardiovascolare (SHR=1.21, 1.20 e 1.13 rispettivamente nei tre periodi) con le malattie ischemiche del cuore in aumento nei tre periodi considerati (SHR che parte da 0.69 nel I periodo che diventa 1.18 e 1.51 nel II e III periodo). Eccessi, statisticamente significativi, e per tutti i periodi si osservano per le malattie dell'apparato respiratorio, BPCO e asma e per le malattie dell'apparato genito-urinario .

Conclusioni

La popolazione residente ad Albano presenta un quadro di mortalità caratterizzato da un eccesso per le malattie respiratorie e dell'apparato genitourinario in entrambi i sessi, per tutti i tumori nei maschi e per le malattie cardiovascolari nelle donne. Il ricorso al ricovero ospedaliero è più elevato in questa popolazione rispetto al riferimento regionale.

Allegato 1 - Guida alla lettura delle tabelle

Calcolo dei Rapporti standardizzati di mortalità o di ospedalizzazione

Il rapporto standardizzato di mortalità (o ospedalizzazione) è il rapporto tra eventi osservati in una popolazione e quelli attesi rispetto ad un'area di confronto. Con questo metodo si stimano gli eventi teorici che si osserverebbero nella popolazione in esame, in questo caso Albano, se questa sperimentasse le stesse condizioni della popolazione scelta come confronto, in questo caso la regione Lazio. Gli eventi teorici ("attesi") si ottengono applicando alla popolazione in studio i tassi di mortalità (o di ospedalizzazione) della popolazione di riferimento; i tassi sono specifici per genere e classe di età, in modo da tenere conto dell'andamento della mortalità e delle ospedalizzazioni in relazione alle caratteristiche demografiche delle popolazioni. Per ogni causa di morte e di ricovero considerata, e separatamente per uomini e donne, viene calcolato il rapporto tra gli eventi osservati e gli eventi attesi e si moltiplica per 100, ottenendo i Rapporti Standardizzati di Mortalità (SMR) e di Ospedalizzazione (SHR). Se la mortalità dell'area in studio per una data causa non differisce da quella di confronto (cioè gli eventi osservati sono pari agli eventi attesi), il corrispondente SMR sarà pari a 100; valori di SMR sopra 100 indicano un eccesso della mortalità rispetto all'atteso, mentre valori sotto 100 indicano un decremento. A questi indici sono associati gli intervalli di confidenza (IC), che rappresentano gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo di valori all'interno del quale è probabile che ricada il valore vero dell'SMR (la probabilità è stabilita a priori, in questo caso è il 95%). L'ampiezza dell'intervallo dà una misura della precisione statistica della stima (tanto più è ampio l'intervallo, tanto più la stima è imprecisa) ed è influenzato dalle dimensioni della popolazione in studio e dalla rarità della malattia (tanto più piccolo è il numero di eventi, tanto più imprecisa è la stima dell'SMR e dunque tanto più ampio è l'intervallo di confidenza).

L'intervallo di confidenza fornisce l'informazione sulla probabilità che l'associazione osservata sia statisticamente significativa: se entrambi gli estremi dell'intervallo sono al di sopra o al di sotto del valore nullo (in questo caso SMR=1.00), significa che con una probabilità del 95% l'SMR indica un eccesso (o un difetto) di mortalità (o di ospedalizzazione).

Tabella 1a- Decessi per cause non tumorali dei residenti nel Comune di Albano. Rapporti standardizzati indiretti di mortalità (SMR) aggiustati per età. Osservati (OSS), attesi (ATT), SMR e Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per causa e periodo. Riferimento regione Lazio. Uomini e donne. Periodo 1997 - 2006.

Popolazione Totale	uomini					donne				
	314818					333907				
CAUSA (ICD-9-CM)	uomini					donne				
	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%		OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	
Tutte le cause (001-999)	1443	1392.6	1.04	0.98	1.09	1437	1335.9	1.08	1.02	1.13
Malattie della tiroide (240-246)	0	0.3	0.00	0.00	11.08	2	0.7	2.85	0.35	10.30
Diabete (250)	32	36.5	0.88	0.60	1.24	59	48.8	1.21	0.92	1.56
Disturbi delle altre ghiandole end. (251-259)	0	0.3	0	0.00	8.95	0	0.5	0.00	0.00	5.79
Malattie del sistema immunitario (279)	8	9.2	0.87	0.38	1.72	3	3.0	0.98	0.20	2.88
Morbo di Parkinson e altre malattie del SNC (330-349)	21	26.3	0.8	0.49	1.22	32	34.5	0.93	0.64	1.31
Disturbi del SNP (350-359)	0	1.7	0	0.00	1.81	1	1.1	0.94	0.02	5.23
Malattie cardiovascolari (390-459)	499	518.8	0.96	0.88	1.05	664	596.4	1.11	1.03	1.20
Malattie ischemiche (410-414)	186	202.7	0.92	0.79	1.06	198	169.2	1.17	1.01	1.35
Malattie apparato respiratorio (460-519)	123	80.7	1.52	1.27	1.82	81	63.0	1.29	1.02	1.60
BPCO (490-492, 494, 496)	76	49.5	1.54	1.21	1.92	35	33.0	1.06	0.74	1.48
Asma (493)	0	2.0	0	0.00	1.52	4	2.3	1.76	0.48	4.50
Malattie apparato genito urinario (580-629)	31	19.2	1.61	1.10	2.29	29	18.4	1.58	1.06	2.27

Tabella 1b - Decessi per cause tumorali dei residenti nel Comune di Albano. Rapporti standardizzati indiretti di mortalità (SMR) aggiustati per età. Osservati (OSS), attesi (ATT), SMR e Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per causa e periodo. Riferimento regione Lazio. Uomini e donne. Periodo 1997 - 2006.

Popolazione Totale	uomini				donne					
	314818				333907					
CAUSA (ICD-9-CM)	uomini				donne					
	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%		
Tumori totali (140-239)	525	479.3	1.10	1.00	1.19	367	362.0	1.01	0.91	1.12
Stomaco (151)	37	31.1	1.19	0.84	1.64	33	23.1	1.43	0.98	2.00
Colon retto (153-154, 159,0)	68	55.2	1.23	0.96	1.56	48	49.6	0.97	0.71	1.28
Fegato e dotti biliari (155-156)	34	32.5	1.04	0.72	1.46	28	25.8	1.08	0.72	1.57
Pancreas (157)	14	21.0	0.67	0.36	1.12	23	21.2	1.08	0.69	1.63
Laringe (161)	11	8.5	1.30	0.65	2.33	1	1.0	1.05	0.03	5.83
Trachea, bronchi e polmoni (162)	132	144.0	0.92	0.77	1.09	31	44.9	0.69	0.47	0.98
Pleura (163)	2	2.0	0.98	0.12	3.53	0	1.1	0.00	0.00	2.63
Connettivo e tessuti molli (171)	2	1.8	1.09	0.13	3.93	0	1.8	0.00	0.00	1.70
Mammella (174)	0	0.0	0.00			56	59.6	0.94	0.71	1.22
Utero (179-180;182)	0	0.0	0.00			14	14.6	0.96	0.52	1.61
Ovaio (183)	0	0.0	0.00			22	15.5	1.42	0.89	2.15
Prostata (185)	49	38.1	1.29	0.95	1.70	0	0.0	0.00		
Testicolo (186)	0	0.6	0.00	0.00	4.82	0	0.0	0.00		
Vescica (188)	34	23.3	1.46	1.01	2.04	7	6.4	1.09	0.44	2.25
Rene (189)	13	12.3	1.06	0.56	1.81	7	6.0	1.17	0.47	2.41
Encefalo ad altri tumori del SNC (191-192; 225)	12	12.6	0.95	0.49	1.67	9	11.8	0.77	0.35	1.45
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	53	37.5	1.42	1.06	1.85	42	33.0	1.27	0.92	1.72
Linfomi non-Hodgkin (200-208)	18	11.8	1.53	0.90	2.41	16	10.3	1.55	0.89	2.52
Linfomi Hodgkin (201)	2	1.5	1.36	0.16	4.90	0	1.1	0.00	0.00	2.62
Mieloma (203)	9	6.9	1.30	0.59	2.47	4	7.0	0.57	0.16	1.46
Leucemie (204-208)	24	17.3	1.39	0.89	2.07	22	14.5	1.51	0.95	2.29

Tabella 2a - Persone ricoverate per cause non tumorali residenti nel Comune di Albano. Rapporti standardizzati indiretti di ospedalizzazione (SHR) aggiustati per età. Osservati (OSS), attesi (ATT), SHR e Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per causa e periodo. Riferimento regione Lazio. Uomini e donne. Periodo 1997 - 2006.

CAUSA (ICD-9-CM)	PERIODO	uomini				donne					
		OSS	ATT	SHR	I.C. 95%	OSS	ATT	SHR	I.C. 95%		
Tutte le cause (001-999)	1997-1999	4429	4323.4	1.02	0.99	1.06	5949	5339.6	1.11	1.09	1.14
	2000-2004	6251	5949.2	1.05	1.02	1.08	8437	7620.5	1.11	1.08	1.13
	2005-2006	3171	2884.0	1.10	1.06	1.14	4246	3822.1	1.11	1.08	1.14
Malattie della tiroide (240-246)	1997-1999	26	17.9	1.45	0.95	2.13	93	77.1	1.21	0.97	1.48
	2000-2004	34	34.1	1.00	0.69	1.39	140	125.5	1.12	0.94	1.32
	2005-2006	24	14.4	1.67	1.07	2.49	68	49.9	1.36	1.06	1.73
Diabete (250)	1997-1999	31	47.4	0.65	0.44	0.93	41	23.5	1.75	1.25	2.37
	2000-2004	94	68.9	1.36	1.10	1.67	41	32.6	1.26	0.90	1.71
	2005-2006	40	28.1	1.43	1.02	1.94	15	11.9	1.26	0.71	2.08
Disturbi delle altre ghiandole end. (251-259)	1997-1999	10	10.6	0.94	0.45	1.73	2	1.7	1.20	0.15	4.33
	2000-2004	22	14.9	1.48	0.93	2.24	1	2.4	0.41	0.01	2.30
	2005-2006	4	5.9	0.68	0.19	1.74	1	1.0	1.04	0.03	5.78
Malattie del sistema immunitario (279)	1997-1999	1	1.3	0.78	0.02	4.33	96	72.3	1.33	1.08	1.62
	2000-2004	1	2.4	0.41	0.01	2.30	138	118.7	1.16	0.98	1.37
	2005-2006	0	1.0	0.00	0.00	3.00	70	55.2	1.27	0.99	1.60
Morbo di Parkinson e altre malattie del SNC (330-349)	1997-1999	98	70.6	1.39	1.13	1.69	83	66.0	1.26	1.00	1.56
	2000-2004	137	105.1	1.30	1.09	1.54	56	71.2	0.79	0.59	1.02
	2005-2006	57	48.7	1.17	0.89	1.52	12	19.6	0.61	0.32	1.07
Disturbi del SNP (350-359)	1997-1999	30	31.2	0.96	0.65	1.37	124	65.3	1.90	1.58	2.26
	2000-2004	45	41.4	1.09	0.79	1.45	133	85.6	1.55	1.30	1.84
	2005-2006	15	14.8	1.01	0.57	1.67	31	31.7	0.98	0.66	1.39
Malattie cardiovascolari (390-459)	1997-1999	842	824.0	1.02	0.95	1.09	899	741.6	1.21	1.13	1.29
	2000-2004	1282	1287.6	1.00	0.94	1.05	1381	1153.6	1.20	1.13	1.26
	2005-2006	687	623.8	1.10	1.02	1.19	606	536.6	1.13	1.04	1.22
Malattie ischemiche (410-414)	1997-1999	144	212.0	0.68	0.57	0.80	87	125.8	0.69	0.55	0.85
	2000-2004	290	358.8	0.81	0.72	0.91	233	198.2	1.18	1.03	1.34
	2005-2006	182	179.4	1.01	0.87	1.17	139	91.8	1.51	1.27	1.79
Malattie apparato respiratorio (460-519)	1997-1999	580	529.1	1.10	1.01	1.19	662	416.0	1.59	1.47	1.72
	2000-2004	1083	826.6	1.31	1.23	1.39	1039	659.0	1.58	1.48	1.68
	2005-2006	505	362.1	1.39	1.28	1.52	401	288.2	1.39	1.26	1.53
BPCO (490-492, 494, 496)	1997-1999	116	91.9	1.26	1.04	1.51	152	64.0	2.38	2.01	2.78
	2000-2004	193	130.7	1.48	1.28	1.70	216	100.5	2.15	1.87	2.46
	2005-2006	85	46.3	1.84	1.47	2.27	76	35.5	2.14	1.69	2.68
Asma (493)	1997-1999	31	33.7	0.92	0.63	1.31	50	31.9	1.57	1.16	2.07
	2000-2004	39	37.9	1.03	0.73	1.41	59	34.8	1.69	1.29	2.19
	2005-2006	16	14.1	1.13	0.65	1.84	13	12.5	1.04	0.55	1.78
Malattie apparato genito urinario (580-629)	1997-1999	414	372.3	1.11	1.01	1.22	631	522.6	1.21	1.12	1.31
	2000-2004	628	563.8	1.11	1.03	1.20	890	798.6	1.11	1.04	1.19
	2005-2006	291	239.0	1.22	1.08	1.37	397	344.4	1.15	1.04	1.27

Tabella 2b- Persone ricoverate per cause tumorali residenti nel Comune di Albano. Rapporti standardizzati indiretti di ospedalizzazione (SHR) aggiustati per età. Osservati (OSS), attesi (ATT), SHR e Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per causa e periodo. Riferimento regione Lazio. Uomini e donne. Periodo 1997 - 2006.

CAUSA (ICD-9-CM)	PERIODO	uomini				donne					
		OSS	ATT	SHR	I.C. 95%	OSS	ATT	SHR	I.C. 95%		
Tumori totali (140-239)	1997-1999	446	392.6	1.14	1.03	1.25	537	519.1	1.03	0.95	1.13
	2000-2004	640	650.5	0.98	0.91	1.06	823	875.9	0.94	0.88	1.01
	2005-2006	330	318.1	1.04	0.93	1.16	362	415.5	0.87	0.78	0.97
Stomaco (151)	1997-1999	21	14.9	1.41	0.87	2.15	8	10.1	0.79	0.34	1.56
	2000-2004	29	22.9	1.27	0.85	1.82	19	17.6	1.08	0.65	1.68
	2005-2006	14	9.7	1.45	0.79	2.43	9	7.0	1.28	0.58	2.43
Colon retto (153-154, 159,0)	1997-1999	42	34.7	1.21	0.87	1.64	30	30.5	0.98	0.66	1.40
	2000-2004	67	63.1	1.06	0.82	1.35	47	53.9	0.87	0.64	1.16
	2005-2006	33	30.4	1.08	0.75	1.52	23	25.5	0.9	0.57	1.35
Fegato e dotti biliari (155-156)	1997-1999	10	14.2	0.7	0.34	1.30	14	10.4	1.35	0.74	2.26
	2000-2004	20	22.0	0.91	0.56	1.40	22	16.4	1.34	0.84	2.03
	2005-2006	12	10.8	1.11	0.58	1.94	7	7.1	0.99	0.40	2.04
Pancreas (157)	1997-1999	4	7.0	0.57	0.15	1.46	7	6.4	1.1	0.44	2.26
	2000-2004	8	12.2	0.65	0.28	1.29	13	11.6	1.12	0.59	1.91
	2005-2006	5	5.3	0.95	0.31	2.21	3	6.2	0.49	0.10	1.42
Laringe (161)	1997-1999	10	9.0	1.11	0.53	2.04	0	1.1	0	0.00	2.82
	2000-2004	16	13.4	1.19	0.68	1.94	2	2.2	0.92	0.11	3.34
	2005-2006	7	5.1	1.36	0.55	2.80	0	0.8	0	0.00	3.99
Trachea, bronchi e polmoni (162)	1997-1999	57	53.3	1.07	0.81	1.38	5	15.5	0.32	0.10	0.75
	2000-2004	57	79.2	0.72	0.55	0.93	26	26.7	0.97	0.64	1.43
	2005-2006	40	34.6	1.16	0.83	1.57	6	12.7	0.47	0.17	1.03
Pleura (163)	1997-1999	1	1.3	0.78	0.02	4.37	1	0.6	1.56	0.04	8.68
	2000-2004	3	1.7	1.76	0.36	5.14	1	0.9	1.09	0.03	6.08
	2005-2006	0	0.8	0	0.00	3.72	2	0.4	5.16	0.62	18.63
Connettivo e tessuti molli (171)	1997-1999	4	2.5	1.58	0.43	4.04	5	2.3	2.18	0.71	5.08
	2000-2004	2	3.9	0.51	0.06	1.84	5	3.5	1.43	0.47	3.35
	2005-2006	1	2.0	0.51	0.01	2.85	2	1.4	1.43	0.17	5.15
Mammella (174)	1997-1999	0	0.0	0			74	73.1	1.01	0.79	1.27
	2000-2004	0	0.0	0			97	129.8	0.75	0.61	0.91
	2005-2006	0	0.0	0			49	57.7	0.85	0.63	1.12
Utero (179-180;182)	1997-1999	0	0.0	0			12	18.6	0.65	0.33	1.1
	2000-2004	0	0.0	0			30	29.5	1.02	0.69	1.45
	2005-2006	0	0.0	0			11	13.4	0.82	0.41	1.46

Rassegna delle evidenze scientifiche sul possibile impatto sanitario nella gestione dei rifiuti solidi urbani

Il trattamento dei rifiuti solidi urbani (RSU), a partire dalla produzione fino allo smaltimento, è un processo che può avere un importante impatto sia sull'ambiente che sulla salute pubblica. Nonostante oggi sia possibile recuperare una sempre crescente quantità di diversi materiali dai rifiuti, la maggior parte di questi viene ancora incenerita o dispersa nelle discariche, con potenziali effetti sulla salute conseguenti al rilascio nell'ambiente di diverse sostanze tossiche, per quanto a livelli piuttosto bassi.. Lo studio di questi effetti è molto difficile soprattutto per l'ampia gamma di sostanze che vengono prodotte nei vari processi di smaltimento, per le differenti vie di esposizione, e perché si tratta per lo più di esposizioni a lungo termine. Questi fattori, che portano a degli effetti sinergici e cumulativi, fanno sì che il livello di incertezza nella valutazione degli effetti sulla salute dello smaltimento dei rifiuti sia ancora molto alto.

Sono stati condotti diversi studi sui possibili effetti sulla salute nelle popolazioni residenti nei pressi di inceneritori e discariche, riassunti in diverse revisioni (1-4). Sia per le discariche che per gli inceneritori sono state suggerite associazioni con tumori e eventi riproduttivi. Le revisioni tuttavia evidenziano i limiti dei risultati dovuti a problemi di disegno, alla mancanza di informazioni sull'esposizione, all'uso di misure surrogate come la distanza dall'impianto, all'impossibilità di controllare il confondimento.

Per poter fare una stima dell'impatto sulla salute della popolazione, sempre tenendo presente il livello di incertezza esistente, è necessario selezionare un set di valori corrispondenti ai rischi relativi che mettono in relazione l'esposizione individuale con specifici eventi sanitari. Per fare questo abbiamo condotto una revisione sistematica della letteratura epidemiologica sugli effetti sanitari associati alle diverse modalità di smaltimento dei RSU (raccolta, riciclo, compostaggio, incenerimento, discariche) i cui risultati sono riassunti di seguito.

Metodi

Sono stati considerati tutti gli studi epidemiologici, pubblicati tra il 1983 e il 2008, condotti sulla popolazione generale potenzialmente esposta a raccolta, riciclo, compostaggio, incenerimento, discariche dei RSU. Abbiamo anche considerato gli studi sui lavoratori degli impianti di smaltimento che, seppur con intensità e durata differenti, possono essere esposti allo stesso rischio dei residenti. Sono stati invece esclusi gli studi sulle popolazioni esposte a rifiuti tossici o pericolosi e gli studi sui biomarcatori di esposizione. Sono stati considerati solo gli articoli in lingua inglese, condotti sull'uomo.

Gli articoli selezionati sono stati raggruppati secondo due criteri:

- tecnologia di smaltimento: riciclo, compostaggio, incenerimento, discariche controllate;
- evento sanitario: tumori (stomaco, colon-retto, fegato, laringe e polmone, sarcoma dei tessuti molli, rene e vescica, linfoma non-Hodgkin, tumori infantili), eventi riproduttivi (malformazioni congenite, basso peso alla nascita, gemellarità, rapporto tra i sessi alterato), sintomi o malattie respiratorie, della pelle e gastrointestinali.

Per ogni articolo sono stati valutati il disegno dello studio, le caratteristiche della coorte, la misura dell'esposizione, e i principali risultati, rispetto alla quantificazione dell'effetto sanitario in studio. Per ogni studio abbiamo inoltre valutato se le potenziali fonti di incertezza dovute al disegno dello studio (bias di selezione, di informazione, confondimento) avessero potuto distorcere in positivo o in negativo i risultati dello studio.

La valutazione finale dell'evidenza epidemiologia dell'associazione tra esposizione ed esito di ciascuno studio è stata alla fine eseguita sulla base dei criteri IARC, definendo l'evidenza "*inadeguata*" quando gli studi erano di qualità, consistenza, o potenza statistica insufficienti per stabilire la presenza o l'assenza di una associazione causale; evidenza "*limitata*" quando è stata osservata una associazione positiva tra esposizione ed esito, per la quale è credibile una interpretazione causale, ma in cui non è possibile escludere completamente il ruolo del caso, di distorsioni o di confondimento. Non si sono osservati casi in cui l'evidenza poteva essere considerata "*sufficiente*". Solo per gli studi la cui evidenza è stata considerata "*limitata*" è stato valutato il livello di confidenza scientifica della forza di associazione e dei rischi relativi, secondo una scala arbitraria: molto alto, alto, moderato, basso, molto basso.

Risultati

Sono stati revisionati 49 articoli: 33 relativi agli effetti sui residenti in prossimità di siti di smaltimento e 16 su lavoratori dei siti. La maggioranza degli studi valutati è stata condotta su siti di incenerimento e discariche.

Studi su popolazioni residenti nei pressi di discariche

Sono stati selezionati e revisionati 11 studi, condotti in Italia, Canada, Finlandia, Danimarca, Regno Unito, Giappone, Svezia.

Dai quattro studi che analizzavano l'associazione con l'insorgenza di tumori (5-8), si conclude una inadeguata evidenza di un aumento del rischi di tumori nelle popolazioni che vivono in prossimità di una discarica.

Tra i sei studi (9-14) sugli esiti riproduttivi, gli studi condotti in Gran Bretagna (9-12,14) hanno osservato un aumento del rischio di malformazioni congenite a basso peso alla nascita. La principale fonte di incertezza di questi studi è la completezza nella registrazione delle malformazioni e l'uso della distanza dai siti per la classificazione dell'esposizione.

Infine uno studio è stato condotto in Finlandia (7) sulla prevalenza di asma nei residenti in un'area precedentemente utilizzata come discarica (non attrezzata) contenente rifiuti urbani e industriali. Lo studio ha riportato un aumento di asma nei residenti nell'area rispetto ad una popolazione di controllo, però l'evidenza complessiva viene considerata inadeguata, non esistendo alcuna replicazione di questo risultato.

Studi sui lavoratori delle discariche

Uno studio condotto sui lavoratori della discarica Fresh Kills (New York) (15) ha evidenziato una prevalenza significativamente più alta di sintomi respiratori, dermatologici, neurologici e di udito tra i lavoratori rispetto ai controlli.

Studi su popolazioni residenti nei pressi di inceneritori

Sono stati revisionati 21 studi condotti in Gran Bretagna, Francia, e Italia, per lo più su impianti di vecchia generazione con alti livelli di inquinamento.

In 11 studi è stata analizzata l'associazione con insorgenza di tumori (13-26). Nello studio di Elliot et al (16), nonostante le numerose incertezze limitino l'interpretazione dei risultati, si osserva un lieve aumento di rischio di tumore allo stomaco, colon, fegato e polmone tra le persone residenti entro tre km dagli inceneritori. Studi specifici effettuati in Francia e in Italia suggeriscono un aumento di rischio per linfoma non-Hodgkin (20,21) e sarcoma dei tessuti molli (25,26).

Nei 6 studi sugli esiti riproduttivi (27-32) ci sono risultati di aumento di malformazioni congenite, ma non c'è coerenza tra i diversi studi sugli esiti studiati, per cui il grado di evidenza complessiva è considerato limitato. Lo studio francese di Cordier et al. (31) fornisce le basi per una quantificazione del rischio solo per palatoschisi e displasia renale.

Quattro studi (33-36) hanno esaminato gli effetti respiratori e dermatologici delle emissioni degli inceneritori, su adulti e bambini. Il principale studio sugli adulti (34) non ha mostrato effetti respiratori, mentre gli studi sui bambini (33,36) danno indicazioni di un aumento di patologie respiratorie. Ad ogni modo l'incertezza relativa all'accertamento dell'esito e al confondimento residuo è molto alta e quindi l'evidenza complessiva può essere considerata inadeguata.

Studi occupazionali sui lavoratori degli inceneritori

Quattro studi sono stati condotti in Italia (37), USA (38), Francia (39) e Giappone (40). Ci sono indicazioni di rischio di tumore gastrico e problemi respiratori tra i lavoratori degli inceneritori, ma le incertezze sono troppo elevate per poter trarre delle conclusioni.

Studi epidemiologici sugli effetti sanitari di altre tecnologie di smaltimento dei rifiuti

In totale 12 articoli sono stati selezionati e revisionati. Di seguito vengono riportati i risultati per tipo di tecnologia.

Raccolta dei rifiuti

Due studi eseguiti su persone impiegate nella raccolta dei rifiuti in Danimarca (41) e Giappone (42) hanno trovato risultati discordanti su un eccesso di disturbi gastrointestinali. Lo studio giapponese (42) ha evidenziato, d'altra parte, una maggiore prevalenza di sintomi respiratori tra gli addetti alla raccolta.

Compostaggio

In Germania sono stati condotti due studi su addetti al compostaggio (43,44) in cui è stato evidenziato un eccesso di sintomi e patologie dermatologiche e respiratorie. Uno studio sui residenti vicino ad un impianto di compostaggio ha riportato una alta incidenza di problemi di irritazione delle vie respiratorie.

Impianti di riciclo

Sono stati valutati 7 articoli condotti su lavoratori in impianti di riciclo (37, 46-51).

I risultati sull'incidenza di cancro sono piuttosto scarsi e contrastanti. In uno studio in Italia (37) è stato trovato un aumento di cancro gastrico e una diminuzione di tumore polmonare, che invece è stato osservato con una maggiore incidenza in un impianto in Danimarca (46), oltre al tumore faringeo.

Un effetto su disturbi respiratori è stato evidenziato in tre studi condotti in Danimarca, Croazia e regno Unito (47-49). Sempre in Danimarca (50-51) e nel Regno Unito (49) è stata osservata anche un'associazione con disturbi gastrointestinali.

Scelta delle stime dei rischi relativi per la valutazione di impatto sulla salute dei residenti nei pressi di discariche ed inceneritori.

Gli studi revisionati sono stati utilizzati per riassumere le evidenze disponibili, come è riportato nella Tabella 1. Solo quando il livello totale di evidenza era considerato almeno "limitato", le stime dei rischi relativi sono state considerate per essere utilizzate nel processo di valutazione di impatto. La Tabella 2 riassume le stime più realistiche relative agli effetti sulla salute in relazione a discariche e inceneritori. Per ogni rischio relativo viene riportata la distanza dalla sorgente e il livello di incertezza delle stime basato su una scala arbitraria: molto alto, alto moderato, basso, molto basso.

Discariche

Nel caso delle discariche la revisione ha evidenziato che gli studi sui tumori non sono sufficienti per trarre delle conclusioni. Risultati rilevanti sugli eventi riproduttivi vengono invece dall'articolo di Elliot et al (9), in cui sono stati osservati incrementi significativi di rischio per tutte le malformazioni, per i difetti del tubo neurale, della parete addominale, per gastroschisi ed onfalocele, e per basso peso alla nascita, nei residenti entro 2 km dal sito. Nonostante alcuni problemi di bias di accertamento e confondimento residuo, lo studio fornisce stime quantitative con un livello di confidenza che può essere considerato "moderato".

Inceneritori

L'articolo di Elliot et al (16) fornisce stime quantitative dell'eccesso di rischio in popolazioni residenti vicino agli inceneritori per tutti i tumori e alcune forme tumorali organo-specifiche (stomaco, colon, fegato e polmone), con un livello di confidenza "alto" per il fegato (nel qual caso è stato possibile controllare il confondimento residuo) e "moderato" per gli altri. Nel caso del sarcoma e del linfoma non-Hodgkin e del sarcoma dei tessuti molli lo studio di Elliot non aveva mostrato un effetto dose-risposta, però sono stati comunque considerati le stime dei rischi relativi perché altri due studi francesi (19,20) e due italiani (25,26) avevano dato risultati confrontabili, per cui il livello di confidenza per questi tumori è stato considerato "alto".

Riguardo alle malformazioni congenite le stime dei rischi sono state desunte dall'articolo di Cordier et al. (31) per la palatoschisi e la displasia renale, che risultavano più frequenti nelle comunità esposte fino a 10 km dal sito.

Conclusioni

Abbiamo condotto una revisione sistematica della letteratura sugli effetti sanitari dell'esposizione a smaltimento dei rifiuti. In molti casi l'evidenza complessiva è risultata "inadeguata" a stabilire una relazione tra uno specifico processo di smaltimento e gli effetti sulla salute. Però, almeno per alcune associazioni è stata riscontrata un'evidenza "limitata" e alcuni studi sono stati selezionati per una valutazione quantitativa degli effetti sulla salute. Questi rischi relativi possono essere usati per la valutazione dell'impatto sulla salute ma bisogna sempre tenere presente che il livello di confidenza di queste stime è solo "moderate" per la maggior parte di esse.

I risultati della revisione dimostrano che la ricerca nel campo dei rischi sulla salute associati al trattamento dei rifiuti necessita di una caratterizzazione più accurata dell'esposizione individuale, di una conoscenza più approfondita dei dati chimici e tossicologici delle specifiche sostanze, di studi multi-sito su grandi popolazioni per aumentare la potenza statistica, di disegni di studio individuali piuttosto che ecologici, e di un miglior controllo dei fattori di confondimento.

Tabella 1. Riassunto delle evidenze epidemiologiche sullo smaltimento dei rifiuti solidi urbani: discariche e inceneritori.

EFFETTI SANITARI	LIVELLO DI EVIDENZA	
	DISCARICHE	INCENERITORI
Tutti i tumori	Inadeguato	Limitato
Tumore dello stomaco	Inadeguato	Limitato
Tumore del colon retto	Inadeguato	Limitato
Tumore del fegato	Inadeguato	Limitato
Tumore della laringe	Inadeguato	Inadeguato
Tumore del polmone	Inadeguato	Limitato
Sarcoma dei tessuti molli	Inadeguato	Limitato
Tumore del rene	Inadeguato	Inadeguato
Tumore della vescica	Inadeguato	Inadeguato
Linfoma Non Hodgkin	Inadeguato	Limitato
Tumori infantili	Inadeguato	Inadeguato
Tutte le malformazioni congenite	Limitato	Inadeguato
Difetti del tubo neurale	Limitato	Inadeguato
Malformazioni orofacciali	Inadeguato	Limitato
Malformazioni genitourinarie	Limitato ¹	Limitato ²
Difetti della parete addominale	Inadeguato	Inadeguato
Malformazioni gastrointestinali ³	Inadeguato	Inadeguato
Basso peso alla nascita	Limitato	Inadeguato
Sintomi o patologie respiratorie	Inadeguato	Inadeguato

“*Inadeguato*”: gli studi disponibili sono di qualità coerenza o potenza statistica insufficienti per stabilire la presenza o assenza di associazione causale.

“*Limitato*”: é stata osservata una associazione positiva tra esposizione ed esito per la quale si considera credibile una interpretazione di causalità, ma il ruolo del caso, di distorsioni o di confondimento non possono essere esclusi con ragionevole confidenza.

¹ Ispadiasi ed Epispadiasi

² Displasia renale

³ Le stime originali erano calcolate per correzione chirurgica della gastroschisi e dell'onfalocele”

Tabella 2. Stima dei Rischi Relativi per popolazioni esposte a discariche e inceneritori.

Esito	Distanza dalla sorgente	Rischio Relativo (Limiti di confidenza)	Livello di confidenza ²
Discariche			
Malformazioni congenite (9)			
Tutte le malformazioni congenite	Entro 2 km	1.02 (LC99%=1.01-1.03)	Moderato
Difetti del tubo neurale	Entro 2 km	1.06 (LC99%=1.01-1.12)	Moderato
Ipospadiasi e epispadiasi	Entro 2 km	1.07 (LC99%=1.04-1.11)	Moderato
Difetti della parete addominale	Entro 2 km	1.05 (LC99%=0.94-1.16)	Moderato
Gastroschisi ed onfalocele ¹	Entro 2 km	1.18 (LC99%=1.03-1.34)	Moderato
Basso peso alla nascita(9)			
Basso peso alla nascita	Entro 2 km	1.06 (LC99%=1.052-1.062)	Alto
Basso peso alla nascita	Entro 2 km	1.04 (LC99%=1.03-1.06)	Alto
Inceneritori			
Malformazioni congenite (31)			
Palatoschisi	Entro 10 km	1.30 (LC95%=1.06-1.59)	Moderato
Displasia renale	Entro 10 km	1.55 (LC95%=1.10-2.20)	Moderato
Tumori (16)			
Tutti tumori	Entro 3 km	1.035 (LC95%=1.03-1.04)	Moderato
Tumore dello stomaco	Entro 3 km	1.07 (LC95%=1.02-1.13)	Moderato
Tumore del colon-retto	Entro 3 km	1.11 (LC95%=1.07-1.15)	Moderato
Tumore del fegato	Entro 3 km	1.29 (LC95%=1.10-1.51)	Alto
Tumore del polmone	Entro 3 km	1.14 (LC95%=1.11-1.17)	Moderato
Sarcoma dei tessuti molli	Entro 3 km	1.16 (LC95%=0.96-1.41)	Alto
Linfoma Non-Hodgkin	Entro 3 km	1.11 (LC95%=1.04-1.19)	Alto

¹ Le stime originali erano calcolate per correzione chirurgica della gastroschisi e dell'onfalocele". ²E' stata adottata la seguente scala di valutazione del livello di confidenza: molto alto, alto, moderato, basso, molto basso.

Bibliografia

1. Vrijheid M: **Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature.** *Environ Health Perspect* 2000, 108(suppl 1):101-12.
2. Rushton L: **Health hazards and waste management.** *Br Med Bull* 2003, 68:183-197.
3. Franchini M, Rial M, Buiatti E, Bianchi F: **Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies.** *Ann Ist Super Sanita* 2004, 40:101-115. Italian
4. World Health Organization (WHO). *Population health and waste management: scientific data and policy options. Report of a WHO workshop Rome, Italy, 29–30 March 2007.* WHO, Regional Office for Europe, Copenhagen; 2007.
5. Michelozzi P, Fusco D, Forastiere F, Ancona C, Dell'Orco V, Perucci CA: **Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution.** *Occup Environ Med* 1998, 55:611-615.
6. Goldberg MS, Siemiatyck J, DeWar R, Dèsy M, Riberdy H: **Risk of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada.** *Arch Environ Health* 1999, 54:291-296.
7. Pukkala E and Pönkä A: **Increased incidence of cancer and asthma in houses built on a former dump area.** *Environ Health Perspect* 2001, 109:1121-1125.
8. Jarup L, Briggs D, de Hoogh C, Morris S, Hurt C, Lewin A, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Elliott P: **Cancer risks in populations living near landfill sites in Great Britain.** *Br J Cancer* 2002, 86:1732-1736.
9. Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L: **Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites.** *Br Med J* 2001, 323:363-368.
10. Elliot P, Richardson S, abellan JJ, Thomson A, de Hoog C, Jaruo L, Briggs DJ: **Geographic density of landfill sites and risk of congenital anomalies in England.** *Occup Environ Med* 2009, 66:81-89.
11. Fielder HM, Poon-King CM, Palmer SR, Moss N, Coleman G: **Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective analysis.** *Br Med J* 2000, 320:19-22.
12. Palmer SR, Dunstan FD, Fielder H, Fone DL, Higgs G, Senior ML: **Risk of congenital anomalies after the opening of landfill sites.** *Environ Health Perspect* 2005, 113:1362-1365.
13. Kloppenborg SCh, Brandt UK, Gulis G, Ejstrud B: **Risk of congenital anomalies in the vicinity of waste landfills in Denmark; an epidemiological study using GIS.** *Cent Eur J Public Health* 2005, 13:137-143.

14. Jarup L, Morris S, Richardson S, Briggs D, Cobley N, de Hoog C, Gorog K and Elliot P: **Down syndrome in births near landfill sites.** *Prenat Diagn* 2007, **27**:1191-1196.
15. Gelberg KH: **Health study of New York City Department of Sanitation landfill employees.** *Journal of Occup Environ Med* 1997, **39**:1103-1110.
16. Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, Grundy C: **Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain.** *Br J Cancer* 1996, **73**:702-710.
17. Elliott P, Eaton N, Shaddick G, Carter R: **Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. Part 2: histopathological and case-note review of primary liver cancer cases.** *Br J Cancer* 2000, **82**:1103-1106.
18. Knox E: **Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites.** *Int J Epidemiol* 2000, **29**:391-397.
19. Viel JF, Arveux P, Baverel J and Cahn JY: **Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels.** *Am J Epidemiol* 2000, **152**:13-19.
20. Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY and Viel JF: **Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non-Hodgkin lymphoma.** *Epidemiology* 2003, **14**:392-398.
21. Viel JF, Daniau C, Gorla S, Fabre P, de Crouy-Chanel P, Sauleau EA and Empeur-Bissonnet P: **Risk for non Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste incinerators.** *Environ Health* 2008, **7**:51.
22. Viel JF, Clement MC, Hägi M, Grandjean S, Challier B, Danzon A: **Dioxin emissions from a municipal solid waste incinerator and risk of invasive breast cancer: a population-based case-control study with GIS-derived exposure.** *Environ Health* 2008, **7**:4.
23. 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**:750-754.
24. Parodi S, Baldi R, Benco C, Franchini M, Garrone E, Vercelli M, Pensa F, Puntoni R, Fontana V: **Lung cancer mortality in a district of La Spezia (Italy) exposed to air pollution from industrial plants.** *Tumori* 2004, **90**:181-185.
25. Comba P, Ascoli V, Belli S, Benedetti M, Gatti L, Ricci P and Tieghi A: **Risk of soft tissue sarcomas and residence in the neighborhood of an incinerator of industrial wastes.** *Occup Environ Med* 2003, **60**:650-683.
26. Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore AR, Chiuosi F and Guzzinati S: **Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators**

and industrial plants: a population-based case-control study (Italy). *Environ Health* 2007, **6**:19.

27. Jansson B, Voog L: **Dioxin from Swedish municipal incinerators and the occurrence of cleft lip and palate malformations.** *Int J Environ Stud* 1989, **34**:99-104.

28. Lloyd OL, Lloyd MM, Williams FL, Lawson A: **Twinning in human populations and in cattle exposed to air pollution from incinerators.** *Br J Ind Med* 1988, **45**:556-560.

29. Williams FL, Lawson AB, Lloyd OL: **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 Epidemiol* 1992, **21**:311-319.

30. Dummer TJ, Dickinson HO, Parker L: **Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, north west England, 1956-93.** *J Epidemiol Community Health* 2003, **57**:456-461.

31. 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**:8-15.

32. Tango T, Fujita T, Tanihata T, Minowa M, Doi Y, Kato N, Kunikane S, Uchiyama I, Tanaka M, Uehata T: **Risk of adverse reproductive outcomes associated with proximity to municipal solid waste incinerators with high dioxin emission levels in Japan.** *J Epidemiol* 2004, **14**:83-93.

33. Hsiue TR, Lee SS, Chen HI: **Effects of air pollution resulting from wire reclamation incineration on pulmonary function in children.** *Chest* 1991, **100**:698-702.

34. Shy CM, Degnan D, Fox DL, Mukerjee S, Hazucha MJ, Boehlecke BA, Rothenbacher D, Briggs PM, Devlin RB, Wallace DD, et al: **Do waste incinerators induce adverse respiratory effects? An air quality and epidemiological study of six communities.** *Environ Health Perspect* 1995, **103**:714-724.

35. Lee JT, Shy CM: **Respiratory function as measured by peak expiratory flow rate and PM10: six communities study.** *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1999, **9**:293-299.

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

37. Rapiti E, Sperati A, Fano V, Dell'Orco V, Forastiere F: **Mortality among workers at municipal waste incinerators in Rome: a retrospective cohort study.** *Am J Ind Med* 1997, **31**:659-661.

38. Bresnitz EA, Roseman J, Becker D, Gracely E: **Morbidity among municipal waste incinerator workers.** *Am J Ind Med* 1992, **22**:363-378.

39. Hours M, Anzivino-Viricel L, Maitre A, Perdrix A, Perrodin Y, Charbotel B, Bergeret A: **Morbidity among municipal waste incinerator workers: a cross-sectional study.** *Int Arch Occup Environ Health* 2003, **76**:467-472.
40. Takata T: **Survey on the health effects of chronic exposure to dioxins and its accumulation on workers of a municipal solid waste incinerator, rural part of Osaka Prefecture, and the results of extended survey afterwards.** *Ind Health* 2003, **41**:189-196.
41. Ivens UI, Hansen J, Breum NO, Ebbehøj N, Nielsen BH, Poulsen OM, Wurtz H, Skov T: **Diarrhoea among waste collectors associated with bioaerosol exposure.** *Ann Agric Environ Med* 1997, **4**:63-68.
42. Yang CY, Chang WT, Chuang HY, Tsai SS, Wu TN, Sung FC: **Adverse health effects among household waste collectors in Taiwan.** *Environ Res* 2001, **85**:195-199.
43. Bunger J, Antlauf-Lammers M, Schulz TG, Westphal GA, Müller MM, Ruhnau P, Hallier E: **Health complaints and immunological markers of exposure to bioaerosols among biowaste collectors and compost workers.** *Occup Environ Med* 2000, **57**:458-464.
44. Bünger J, Schappler-Sheele B, Hilgers R, Hallier E: **A 5-year follow-up study on respiratory disorders and lung function in workers exposed to organic dust from composting plants.** *Int Arch Occup Environ Health* 2007, **80**:306-312.
45. Herr CE, Zur Nieden A, Jankofsky M, Stilianakis NI, Boedeker RH, Eikmann TF: **Effects of bioaerosol polluted outdoor air on airways of residents: a cross sectional study.** *Occup Environ Med* 2003, **60**:336-342.
46. Rix BA, Villadsen E, Engholm G, Lynge E: **Risk of cancer among paper recycling workers.** *Occup Environ Med* 1997, **54**:729-733.
47. Sigsgaard T, Abel A, Donbaek L, Malmros P: **Lung function changes among recycling workers exposed to organic dust.** *Am J Ind Med* 1994, **25**:69-72.
48. Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kanceljak B, Kern J, Macan J, Ebling Z: **Respiratory function and immunological status in paper-recycling workers.** *J Occup Environ Med* 1998, **40**:986-993.
49. Gladding T, Thorn J, Stott D: **Organic dust exposure and work-related effects among recycling workers.** *Am J Ind Med* 2003, **43**:584-591.
50. Sigsgaard T, Hansen J, Malmros P: **Biomonitoring and work related symptoms among garbage handling workers.** *Ann Agric Environ Med* 1997, **4**:107-112.
51. Ivens UI, Ebbehøj N, Poulsen OM, Skov T: **Gastrointestinal symptoms among waste recycling workers.** *Ann Agric Environ Med* 1997, **4**:153-157.