

Valutazione ex-ante dell'impatto sulla salute attribuibile all'inquinamento da inceneritore a Modugno (Bari)

Health impact assessment of pollution from incinerator in Modugno (Bari)

Ida Galise,¹ Maria Serinelli,² Lucia Bisceglia,^{1,2} Giorgio Assennato^{1,2}

¹Registro tumori Puglia

²Agenzia regionale per la protezione ambientale, Regione Puglia

Corrispondenza:
Ida Galise,
ida.galise@oncologico.bari.it

Epidemiol Prev 2012; 36 (1): 27-33

OBIETTIVO: gli studi epidemiologici relativi a impianti di produzione di energia alimentati da combustione di rifiuti di vecchia generazione segnalano eccessi significativi di sintomi respiratori e patologie tumorali tra i residenti in prossimità degli impianti.

Le poche osservazioni epidemiologiche relative a impianti di nuova generazione, basati sulle migliori tecnologie disponibili, non depongono per un incremento di rischio sanitario. L'obiettivo dello studio è valutare ex-ante l'impatto sanitario attribuibile all'insediamento di un impianto di incenerimento di rifiuti nel comune di Modugno (Bari), tenendo conto della presenza di una centrale turbogas.

DISEGNO: l'impatto sanitario è stato stimato calcolando dapprima il numero di casi di decesso/ricovero attribuibile all'eccesso di PM10 medio osservato rispetto al livello soglia di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; in seguito è stato calcolato in funzione della dimensione della popolazione residente in prossimità dell'impianto e della ricaduta al suolo delle emissioni dell'inceneritore ottenuta da simulazioni modellistiche. Il contributo medio di PM totale dovuto al potenziale funzio-

namento del nuovo impianto è risultato pari a 0,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'area di massima ricaduta, quello della centrale turbogas pari a 0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. È stato considerato come *worst case* quello in cui si ipotizza un incremento massimo giornaliero di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. È stata considerata esposta la popolazione residente entro un raggio di 2 km dalle centrali, pari a 15.000 soggetti.

OUTCOME PRINCIPALI: sono stati esaminati gli esiti mortalità e ricoveri ospedalieri per diverse cause. Come variabili di esposizione sono state considerate le concentrazioni medie annue di PM10.

RISULTATI: una riduzione del valore medio osservato di PM10 (45,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2008) al livello soglia eviterebbe lo 0,12% di decessi per cause naturali. Proporzionalmente, un aumento di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuto al funzionamento combinato delle due centrali è associato a un incremento percentuale di decessi pari a 0,02%.

CONCLUSIONI: le stime di impatto, per quanto misurabili, non modificano il quadro epidemiologico locale.

Cosa si sapeva già

- Diversi studi hanno valutato il ruolo dell'inquinamento da inceneritori e salute e l'evidenza scientifica attualmente non suggerisce una relazione causale tra esposizione alle emissioni di impianti di nuova generazione ed effetti sanitari avversi. In generale, tale evidenza è controversa per la scarsa disponibilità di dati su quantità e qualità delle sostanze emesse dagli impianti e sugli effetti sulla salute.

Cosa si aggiunge di nuovo

- Si descrive l'esperienza di Arpa Puglia nel fornire una stima ex-ante di impatto sanitario (in termini di mortalità e di ricovero ospedaliero) attribuibile all'esposizione a inceneritore, utilizzata a scopi decisionali.

Parole chiave: inquinamento atmosferico, inceneritore, ricoveri, mortalità.

ABSTRACT

Health impact assessment of pollution from incinerator in Modugno (Bari)

Epidemiol Prev 2012; 36 (1): 27-33

Objectives: the purpose of this study is to assess the potential health impact of the start-up of a new incinerator in general population living near the facility in Modugno, province of Bari (Puglia Region, Italy), in combination with the existent Combined-Cycle combustion Gas Turbine (CCGT) power generation facility.

Design: an algorithm was used to calculate the number of cases (deaths and hospital admissions) associated with a

given concentrations of PM10, the exposed population, the specific mortality/morbidity rate. For every health end-point, an estimate of RR was obtained from the literature. Using PM10 as tracer, simulations were made of incinerator emissions fallout. Residents within 2-km radius from the plants were considered.

Results: with the reduction of the average concentration of PM10 to 40 µg/m³,

0.12% of natural causes of death could be prevented. Proportionally, the increment in PM10 concentration of 1 µg/m³ could be associated to 0.02% of deaths.

Conclusions: the estimated health impact of the incinerator emissions doesn't modify the epidemiological profile for the population living nearby.

Key words: air pollution, incinerator, hospital admissions, mortality.

INTRODUZIONE

La letteratura scientifica sugli effetti sanitari associati agli impianti di produzione di energia alimentati dalla combustione di rifiuti è cresciuta considerevolmente negli ultimi decenni.^{1,2} Una valutazione dei principali risultati di letteratura è contenuta nel rapporto della Organizzazione mondiale della sanità (OMS).³

Le ricerche condotte includono studi epidemiologici, prevalentemente di tipo geografico, relativi a impianti di incenerimento di rifiuti di vecchia generazione, in cui si segnalano eccessi significativi di sintomi respiratori e patologie tumorali tra i residenti in prossimità degli impianti di questo tipo.^{1,4-13}

I principali effetti sulla salute indagati in relazione a tali impianti riguardano sintomi e disturbi respiratori; effetti riproduttivi e, in particolare, anomalie congenite; tumori.¹⁴ Tra le patologie tumorali, alcuni studi hanno individuato incrementi significativi per i sarcomi dei tessuti molli^{7,11,13,15,16} e per i linfomi non Hodgkin,^{8-10,16-18} incrementi dei tumori dell'apparato respiratorio^{4,6,19} (polmone e laringe) e del fegato.²⁰ Alcuni studi hanno riguardato gli effetti a breve e lungo termine relativi a salute riproduttiva^{5,21-24} (rapporto tra sessi, gemellarità, peso alla nascita) e infantile^{23,25-28} (anomalie congenite, sviluppo, alterazioni ormonali, allergie, tumori). I rischi per la salute associati alle emissioni dai camini riguardano sia macroinquinanti come CO₂, SO_x, NO_x, particolato di ogni dimensione, sia microinquinanti quali IPA, diossine, furani, metalli pesanti (cadmio, mercurio, tallio, zinco, mercurio, cromo, arsenico, piombo, cobalto, manganese, nichel, vanadio). Anche la cenere residua dai processi di combustione può rappresentare un problema se non correttamente trattata. Le vie di esposizione individuate sono quella inalatoria (gas, polveri, IPA), alimentare (policloroderivati) e per contatto dermico (metalli, IPA).

Gli studi che hanno osservato eccessi di rischio per sarcomi

dei tessuti molli e linfomi non Hodgkin sembrano supportare un ruolo eziologico dell'esposizione ambientale a 2,3,7,8 Tetraclorodibenzodiossina (TCDD).^{29,30}

Tuttavia, non vi è sufficiente evidenza per trarre delle conclusioni che orientino le scelte politiche, anche in considerazione del fatto che gli studi condotti prendono in esame le emissioni prodotte in passato da impianti che oggi possono essere considerati di vecchia generazione: l'OMS sottolinea come le emissioni dai camini dai moderni impianti sono notevolmente ridimensionate rispetto al passato e, in questo caso, il problema riguarda la misura della compromissione aggiuntiva del territorio che questi impianti determinano, sorgendo spesso in aree già industrializzate.

Altri impatti "indiretti" non sono generalmente considerati, anche se l'OMS conclude che il contributo dei processi di incenerimento dei rifiuti alla produzione di gas serra e di inquinanti persistenti su scala globale potrebbe non essere trascurabile.³

Un ulteriore aspetto che merita considerazione è rappresentato dalla tipologia di materiali che vengono utilizzati per la produzione di energia. In questo senso, un articolo del 2003³¹ presenta i risultati di un'indagine sugli effetti sanitari associati all'inalazione di particolato emesso dalla combustione di carbone e dalla co-combustione di combustibile derivato da rifiuti (CDR) e miscele di polveri di carbone. Lo studio conferma precedenti evidenze secondo cui l'aggiunta di CDR al carbone determina un aumento della tossicità del particolato sul tessuto polmonare. La revisione sistematica della letteratura operata dalla segreteria dell'AIE nell'ambito del *position paper Trattamento di rifiuti e Salute*³² conduce a ritenere che «la valutazione delle poche osservazioni epidemiologiche disponibili non depone per un incremento di rischio per la salute umana del trattamento dei rifiuti mediante incenerimento in impianti basati sulle

migliori tecnologie disponibili. Tale conclusione è sostenuta principalmente dalle concentrazioni estremamente basse di sostanze tossiche nelle emissioni dei nuovi impianti. Tuttavia, il dimensionamento effettivo dei volumi di sostanze tossiche immesse dai camini nell'ambiente è un fattore critico per giudicare della sicurezza anche dei nuovi impianti e richiede la conduzione di osservazioni accuratamente pianificate», come confermato da altri studi.^{33,34}

Nel 2007 Arpa Puglia è stata incaricata dalla Regione di realizzare entro 4 mesi uno studio per valutare l'eventuale impatto sulle matrici ambientali e sulla salute dell'insediamento di una centrale turbogas nell'area vasta rappresentata dai comuni compresi in un arco di 20 km dal sito delle installazioni, localizzato nel comune di Modugno, posto a Sud-Ovest rispetto alla città di Bari. L'anno successivo è stato richiesto di integrare la valutazione tenendo conto della proposta di installazione nella medesima area di una centrale elettrica a combustione di rifiuti.

L'obiettivo del presente studio è quello di mostrare i risultati della metodologia di valutazione ex-ante dell'impatto sulla salute del termovalorizzatore, tenendo conto della presenza della centrale turbogas.

L'area in studio per la valutazione dell'impatto di salute è rappresentata dal comune di Modugno, che si estende su una superficie di 31,90 km² e ha una popolazione residente di 38.231 abitanti (dato Istat al 1° gennaio 2009). Negli ultimi quarant'anni la sua evoluzione è stata fortemente condizionata dall'espansione dell'area industriale del comune di Bari, che occupa la parte Nord del territorio comunale. Si tratta di un'area industriale in cui convivono aziende piccole con grandi realtà produttive di rilevanza nazionale e internazionale, che superano anche le 1.000 unità lavorative. La centrale oggetto dello studio, situata a 3 Km dal centro urbano, utilizzerebbe combustibile derivato da rifiuti e biomassa, con filtri a manica come sistemi di abbattimento, in modo da limitare le emissioni in aria degli ossidi di azoto, di zolfo e delle polveri.

Nell'area in studio si sono osservati, nel periodo 1981-2001, 184 decessi in media all'anno. Tra le donne la mortalità per tutte le cause e per tutti i tumori risulta più elevata dei valori regionali di circa il 3%. Tra gli uomini, i tassi di mortalità per tutte le cause di morte selezionate sono sempre inferiori a quelli del resto della regione nell'intero periodo considerato. Generalmente il profilo di salute del comune è confrontabile con quello del resto della regione Puglia. I risultati dello studio di area vasta e il dettaglio dei dati relativi allo stato di salute del comune di Modugno sono disponibili on-line.³⁵

MATERIALI E METODI

I dati di mortalità per il più recente triennio disponibile (2003-2005) al momento della valutazione sono stati estratti dall'*Atlante delle cause di morte dei comuni della re-*

gione Puglia, elaborato dall'Osservatorio epidemiologico della Regione Puglia. Sono stati analizzati i decessi nel comune di Modugno per il totale delle cause di morte non accidentale (ICD 9: 1-799), cardiovascolare (ICD 9: 390-459) e respiratoria (ICD 9: 460-519). I dati dei ricoveri ospedalieri sono stati estratti dalla banca dati del Sistema informativo sanitario regionale e si riferiscono all'anno 2008. Sono stati analizzati i ricoveri per malattie cardiache (ICD 9: 390-429) e respiratorie (ICD 9: 460-519). Sono stati calcolati i tassi grezzi di mortalità e di ricovero ospedaliero (TG) come rapporto fra il numero dei decessi/ricoveri e la popolazione residente.

I dati relativi alle concentrazioni del PM10 si riferiscono alle misurazioni giornaliere effettuate nel 2008, anno in cui è stata condotta l'indagine. In via cautelativa, sono state selezionate due stazioni di monitoraggio di tipo suburbano industriale (EN01 e EN02 della rete Sorgenia Puglia) sulla base dei più elevati livelli di concentrazione misurati nel territorio del comune di Modugno. Presso tali stazioni la media annuale del monossido di carbonio, traccianti di traffico autoveicolare, risulta inferiore a 1,5 mg/m³, valore generalmente utilizzato per differenziare le strade molto trafficate dalle zone maggiormente residenziali caratterizzate da flussi di traffico meno intensi.³⁶⁻³⁸

In una prima fase, l'impatto dell'inquinamento da PM10 è stato stimato evidenziando quanti eventi sanitari in più sono determinati dalla concentrazione media osservata di PM10 rispetto al livello di soglia fissato dalla normativa, pari a una concentrazione media annuale di 40 µg/m³ e rispetto al livello protettivo proposto dall'OMS³⁹, pari a 20 µg/m³.

È stato utilizzato un semplice algoritmo con il quale è stato stimato il numero di eventi sanitari associati, in una popolazione esposta, a un dato livello di concentrazione del PM10, sulla base di tassi di mortalità/morbidità e di stime del rischio relativo (RR), queste ultime derivate da un lavoro scientifico da cui è stato anche desunto il metodo di

ESITI SANITARI	RR	IC 95%
Mortalità acuta escluso gli incidenti ^{a,b}	1,006	1,004-1,008
Mortalità acuta, cause cardiovascolari ^c	1,009	1,005-1,013
Mortalità acuta, cause respiratorie ^c	1,013	1,005-1,020
Ricoveri ospedalieri per malattie cardiache ^d	1,003	1,000-1,006
Ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie ^d	1,006	1,002-1,011

^ada stime sul PM2.5
^bPope et al. (2002)
^cAnderson et al. (2004)
^dBiggeri, Bellini & Terracini (2004)

Tabella 1. Sintesi dei RR applicati nello studio e relativi intervalli di confidenza al 95% (IC 95%)

Table 1. Summary of RRs and confidence interval 95% (95% Cis)

Tabella 2. Caratteristiche dell'inceneritore e della centrale turbogas

Table 2. Characteristics of the incinerator plant and of the turbogas plant

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	CAMINO INCENERITORE	CAMINO CENTRALE TURBOGAS
Coordinate UTM - WGS84 - Fuso 33N	[m]	X: 647.602 Y: 4.552.699	X: 647.268 Y: 4.551.817
Altezza	[m]	45	55
Diametro	[m]	1,65	6
Temperatura	[°C]	200	100
Velocità	[m/s]	18,1	24,48
Flusso di massa di NOx	[kg/h]	Long Term * 11,57 Short Term * 19,29	184,03
Flusso di massa di SO2	[kg/h]	Long Term * 4,82 Short Term * 19,29	-
Flusso di massa di PM10	[kg/h]	Long Term * 0,96 Short Term * 2,89	7,20
Flusso di massa di HCl	[kg/h]	Short Term * 5,79	-

* Per la stima dei valori di concentrazione medi annui (caso Long Term) sono stati utilizzati i valori limite di emissione del D. Lgs. 133/2005 riferiti alla concentrazione media giornaliera, eccetto che per l'NOx, per il quale è stato utilizzato un valore di 120 mg/Nm³ (rif. fumi secchi all'11% O₂). Per la stima dei percentili e dei valori massimi (caso Short Term) invece, sono stati utilizzati i valori limite di emissione del D. Lgs. 133/2005 riferiti alla colonna A del valore medio su 30 minuti, eccetto che per l'NOx, per il quale è stato utilizzato un valore di 200 mg/Nm³ (rif. fumi secchi all'11% O₂).

stima utilizzato³⁷ (tabella 1). Il RR rappresenta l'incremento di rischio del verificarsi dell'evento sanitario avverso associato a un determinato cambiamento nei livelli di esposizione (generalmente si considerano incrementi di 10 µg/m³ nelle concentrazioni sia di PM10).

Il numero (E) dei casi attribuibili a una concentrazione di inquinanti atmosferici oltre un determinato livello è dato dalla seguente equazione:

$$E = A * B_0 * (C/10)^* P$$

dove:

P = la popolazione esposta;

C = la differenza tra la concentrazione osservata di PM10 e un ipotetico "livello di concentrazione obiettivo" di confronto con la situazione reale;

A = la proporzione dell'effetto sanitario attribuibile all'inquinamento dell'aria, calcolata come segue: $A = (RR-1)/RR$.

B_0 = il tasso di mortalità/morbosità dell'esito sanitario considerato in corrispondenza del "livello di concentrazione obiettivo". Per dettagli si rimanda a Martuzzi et al. 2006.³⁷

Sono stati utilizzati i dati ottenuti da simulazioni modellistiche delle ricadute al suolo delle emissioni dei due impianti e delle altre sorgenti inquinanti (diffuse e puntiformi) già in esercizio nel dominio di studio messe a punto dall'ISAC-CNR, sezione di Lecce. Sono stati individuati due periodi significativi da simulare, un mese estivo e un mese invernale del 2005, per i quali erano disponibili i dati di monitoraggio. Le simulazioni meteorologiche orarie sono state effettuate attraverso il modello ECMWF/RAMS. L'impatto al suolo delle emissioni di polveri è stato valutato attraverso il sistema di modelli RAMS/CALMET/CALPUFF. Le caratteristiche delle sorgenti emissive sono riportate in tabella 2.

Non avendo la possibilità di georeferenziare i soggetti deceduti o ricoverati, si è considerata esposta la popolazione

residente nell'area di massima ricaduta dell'inquinante ricavata dal modello previsionale, ovvero entro un raggio di 2 km dall'impianto (15.056 abitanti). La definizione della proporzione degli esposti è stata stimata tenendo conto della densità abitativa espressa in km² della superficie ricoperta dal comune di Modugno e della popolazione residente.

La seconda fase si è basata sulla stima degli effetti sanitari attesi attribuibili al funzionamento dell'impianto, sotto l'ipotesi che operi congiuntamente a una centrale turbogas. Nelle analisi è stato utilizzato un approccio di tipo precauzionale, che appare fondato nel caso di interventi che anche solo potenzialmente siano in grado di determinare un peggioramento delle condizioni ambientali e sanitarie. Per questi motivi, le stime dei decessi e dei ricoveri attribuibili all'inquinamento atmosferico sono state ottenute sulla base di assunzioni esplicitamente conservative. Si è scelto di considerare come *worst case* quello in cui si ipotizza un incremento massimo del livello giornaliero di 1 µg/m³ di PM10.

	ANNO 2008	INVERNO 2008	ESTATE 2008
Media	45,3	39,7	50,1
Deviazione standard	21,9	13,0	26,4
Minimo	13,7	17,9	13,7
1° quartile	31,0	30,7	31,6
Mediana	40,1	38,5	43,4
3° quartile	51,0	45,3	60,3
95° percentile	88,8	64,5	107,6
99° percentile	140,2	86,8	144,6
Massimo	152,7	94,7	152,7

Tabella 3. Statistiche descrittive relative alle concentrazioni medie del PM10 - Modugno 2008.

Table 3. Descriptive statistics of mean daily for PM10 - Modugno 2008.

ESITI SANITARI	N.	TASSO ANNUALE (x 100.000 ab.)	N. CASI ATTRIB.	IC 95%	% CASI ATTRIB.	IC 95%
Mortalità naturale	218*	598	0,27	0,18 - 0,36	0,12	0,08 - 0,17
Mortalità per causa cardiovascolare	115*	314,6	0,21	0,12 - 0,31	0,19	0,10 - 0,27
Mortalità per causa respiratoria	19*	52,1	0,05	0,02 - 0,08	0,27	0,10 - 0,41
Ricoveri per causa cardiovascolare	1,19	3.110	0,74	0,00 - 1,48	0,06	0,00 - 0,12
Ricoveri per causa respiratoria	586	1.533	0,73	0,24 - 1,33	0,12	0,04 - 0,23

n. = numero casi * numero medio annuo decessi ab. = abitanti n.casi attrib. = numero casi attribuibili

Tabella 4. Stima dei decessi e dei ricoveri causa-specifici della popolazione esposta attribuibili in un anno al livello medio annuo di PM10 rispetto alla soglia di 40 µg/m³. Modugno, (mortalità 2003-05, ricoveri 2008)

Table 4. Cause-specific deaths attributable to mean levels of PM10 exceeding 40 µg/m³. Modugno, (mortality2003-05, hospital admissions 2008).

ESITI SANITARI	N. CASI ATTRIB.	IC 95%	% CASI ATTRIB.	IC 95%
Mortalità naturale	0,05	0,03 - 0,07	0,02	0,02 - 0,03
Mortalità per causa cardiovascolare	0,04	0,02 - 0,06	0,03	0,02 - 0,05
Mortalità per causa respiratoria	0,01	0,00 - 0,01	0,05	0,02 - 0,08
Ricoveri per causa cardiovascolare	0,14	0,00 - 0,28	0,01	0,00 - 0,02
Ricoveri per causa respiratoria	0,14	0,05 - 0,25	0,02	0,01 - 0,04

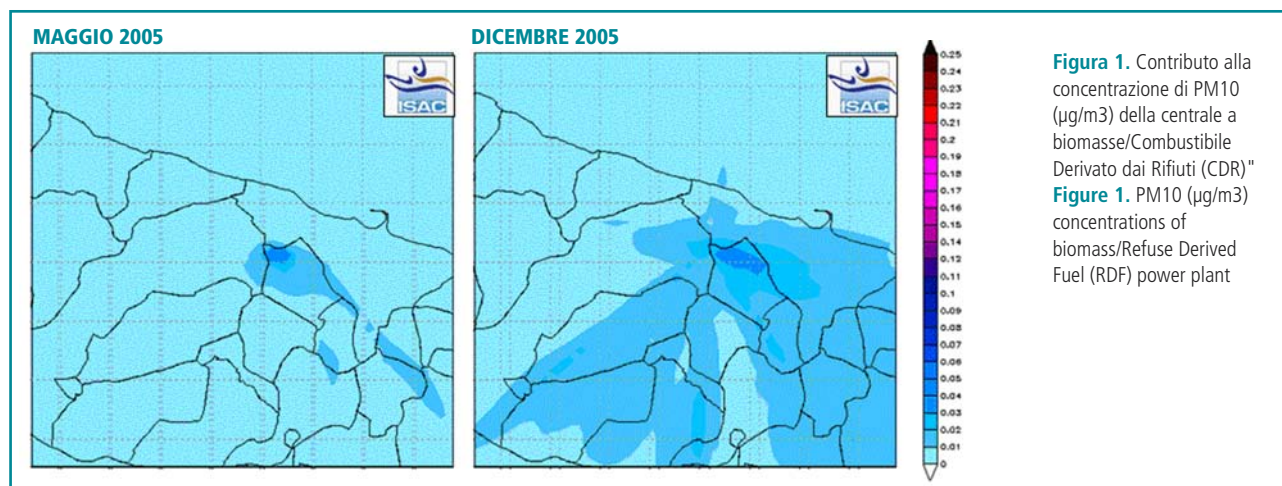
Tabella 5. Casi attribuibili a incrementi di 1 µg/m³ di PM10 rispetto alla soglia di 40 µg/m³ nella popolazione esposta. Modugno, 2008

Table 5. Cases attributable to increase of 1 µg/m³ of PM10 exceeding 40 µg/m³ in exposed population. Modugno, 2008.

RISULTATI

In figura 1 si riportano le mappe di potenziale ricaduta del particolato (sia primario sia secondario) emesso dalla centrale a biomasse nei mese di maggio e dicembre 2005: nell'area di massima ricaduta che copre un raggio di 2 km intorno alla centrale, il contributo medio mensile di PM totale è risultato di 0,03 µg/m³. Il contributo medio mensile di PM totale della centrale turbogas è pari a 0,15 µg/m³. Nella tabella 3 si riportano le principali statistiche descrittive dell'inquinante considerato. Nell'area in studio il valore medio del PM10 per il 2008 è stato pari a 45,3 µg/m³, con concentrazioni più elevate nella stagione estiva. Nella tabella 4 si riportano le stime puntuali dei casi di de-

cesso e ricovero che si riuscirebbero a prevenire se il PM10 fosse ridotto ai livelli corrispondenti al valore limite previsto dalla normativa (40 µg/m³). La riduzione della concentrazione del PM10 di 5,3 µg/m³ consentirebbe di evitare lo 0,12% di decessi per cause naturali (n. casi: 0,26), lo 0,19% di quelli cardiovascolari (n. casi: 0,15) e l'0,27% di quelli respiratori (n. casi: 0,01); mentre invece si avrebbero 0,74 ricoveri per patologie cardiovascolari e 0,73 ricoveri per malattie respiratorie in meno nella popolazione esposta. Inoltre, se si riconducessero le concentrazioni di PM10 al valore proposto dall'OMS di 20 µg/m³ si avrebbe, in un anno, una riduzione di 1 decesso per tutte le cause, 3 rico-



veri per patologie cardiovascolari e 3 ricoveri per malattie respiratorie (dati non riportati in tabella).

Si specifica che, per quanto i dati dei modelli di ricaduta restituiscano concentrazioni aggiuntive dovute alle centrali inferiori all'unità, gli elevati livelli di background impongono di prendere in considerazione anche minimi incrementi di questo inquinante.

Successivamente è stato stimato l'effetto associato all'aumento di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto al valore soglia di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In pratica, a partire dai dati di effetto stimati nella prima fase sono stati calcolati, in maniera proporzionale, gli eventi attribuibili a una variazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$: se una riduzione della attuale concentrazione media di PM10 al livello di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ consentirebbe di evitare lo 0,12% di decessi per cause naturali (n. decessi 0,26), proporzionalmente un aumento di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuto alla messa in funzione delle due centrali è associato a una percentuale di decessi pari a 0,02% (n. casi 0,05) (tabella 5).

DISCUSSIONE

Questo studio ha permesso di stimare il rischio in eccesso come funzione della popolazione circostante e della massima ricaduta al suolo delle concentrazioni dell'inquinante che sarebbero emesse a seguito dell'entrata in funzione dell'impianto.

Si è inoltre quantificato l'impatto degli attuali livelli di particolato rispetto a quello che si osserverebbe se questo inquinante avesse valori medi annui corrispondenti al limite normativo. In particolare si ribadisce che, per quanto i dati dei modelli di ricaduta restituiscano concentrazioni aggiuntive dovute al funzionamento dell'impianto inferiori all'unità, gli elevati livelli di background registrati nell'area impongono di prendere in considerazione anche minimi incrementi.

I valori guida di qualità dell'aria dell'OMS³⁹ propongono un limite, in termini di media annuale, non superiore a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10 e in questo senso hanno preso posizione molti scienziati europei⁴⁰ e la European Respiratory Society.⁴¹

CONCLUSIONI

Alla luce degli incrementi massimi attesi sulla base delle conoscenze attualmente disponibili e dei modelli previsionali utilizzati, le stime di impatto, per quanto misurabili, non modificano sostanzialmente il quadro epidemiologico complessivo locale.

Va nondimeno considerato che lo studio risente della bassa numerosità della popolazione in studio, della mancanza di informazioni circa la composizione chimica del particolato emesso dalla centrale e della sua tossicità, circa la caratterizzazione dell'esposizione residenziale, mediante un approccio geografico, e infine circa il ruolo di possibili fattori di confondimento.

Tuttavia, anche alla luce delle raccomandazioni delle comunità scientifica contenute nei diversi progetti attualmente in corso per valutare i potenziali effetti sanitari legati alle attività che prevedono combustione di rifiuti (INTARESE a livello internazionale; Progetto ENHance Health a livello europeo; Monitor a livello nazionale), Arpa Puglia ha evidenziato la necessità che l'attivazione di impianti di questa natura sia accompagnata da un sistema di sorveglianza ambientale ed epidemiologica nelle aree circostanti.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Ringraziamenti: si ringrazia il dottor Lorenzo Angiuli di ARPA-Puglia per aver fornito i dati ambientali, l'ISAC-CNR per aver fornito le mappe di ricaduta al suolo del PM10.

BIBLIOGRAFIA

- Franchini M, Rial M, Buiatti E, Bianchi F. Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies. *Ann Ist Super Sanità* 2004;40(1): 101-115.
- Porta D, Milani S, Lazzarino A, Perucci C, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environmental Health* 2009;8(1):60.
- Mitis F, Martuzzi M. Population Health and Waste management – scientific data and policy options. Report of a WHO workshop. Rome, Italy, 29-30 March 2007.
- Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, Bovenzi M, Stanta G. Air Pollution and Lung Cancer in Trieste (Italy). Spatial Analysis of Risk as function of Distance from Sources. *Environmental Health Perspective* 1996;104(7):750-754.
- 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.
- Chellini E, Cherubini M, Chetoni L, Costantini AS, Biggeri A, G V. Risk of respiratory cancer around a sewage plant in Prato, Italy. *Archives of environmental health* 2002;56(6):548-553.
- Comba P, Ascoli V, Belli S et al. Rischio di sarcoma dei tessuti molli in residenze nei pressi di un inceneritore. *Not Ist Super Sanità* 2003;16(5):11-13.
- Biggeri A, Catelan D. Mortalità per linfoma non Hodgkin e sarcomi dei tessuti molli nel territorio circostante un impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani. Campi Bisenzio (Toscana, Italia) 1981-2001. *Epidemiol Prev* 2009; 33(6) 2005;29(3-4) (3-4):156-159.
- Biggeri A, Catelan D. Mortalità per linfoma non Hodgkin nei comuni della Regione Toscana dove sono stati attivi inceneritori di rifiuti solidi urbani nel periodo 1970-1989. *Epidemiol Prev* 2006;30(1):14-15.
- Bianchi F, Minichilli F. Mortalità per linfomi non Hodgkin nel periodo 1981-2001 in 25 comuni italiani con inceneritori di rifiuti solidi urbani. *Epidemiol Prev* 2006;30(2):80-81.
- Tessari R, Canova C, Canal F 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 correnti. *Epidemiol Prev* 2006;30:191-198.
- Ranzi A, Cantarelli M, Erspamer L et al. Incinerator and Spatial Exposure Distribution: An Example of Small Area Study in Italy. *Epidemiology* 2006;17(6):S114-S115.
- Zambon P, Ricci P, Bovo E et al. Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case-control study (Italy). *Environmental Health* 2007;6(1):19.
- Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci CA, 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.
- Viel JF, Arveux P, Baverel J, 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.
- Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY, Viel JF. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Epidemiology* 2003; 14:392-398.
- Viel JF, Daniau C, Gorla S et al. Risk for non Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste incinerators. *Environ Health* 2008;7:51.
- Viel JF, Floret N, Deconinck E, Focant JF, De Pauw E, Cahn JY. Increased risk of non-Hodgkin lymphoma and serum organochlorine concentrations among neighbors of a municipal solid waste incinerator. *Environment International* 2011;37:449-453.
- Parodi S, Baldi R, Benco C et al. Lung cancer mortality in a district of La Spezia (Italy) exposed to air pollution from industrial plants. *Tumori* 2004;90(2):181-185.
- Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I et al. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 1996;73:702-710.
- 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(2): 311-319.
- 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(8):556-560.
- Dummer T, Dickinson H, Parker L. Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, north west England, 1956-93. *Epidemiol Community Health* 2003;57(6):456-461.
- 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. *Journal of Epidemiology* 2004;14(3):83-93.
- Knox EG. Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites. *Int J Epidemiol* 2000;29(3):391-397.
- 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(12): 1023-1029.
- Croes K, Baeyens W, Bruckers L et al. Hormone levels and sexual development in Flemish adolescents residing in areas differing in pollution pressure. *Int J Hyg Environ Health* 2009;212(6):612-625.
- Cordier S, Lehébel A, Amar E et al. Maternal residence near municipal waste incinerators and the risk of urinary tract birth defects. *Occupational and Environmental Medicine* 2010;67(7):493-499.
- Ohatake F, Baba A, Takada I et al. Dioxin receptor is a ligand-E3 ubiquitin ligase. *Nature* 2007;446:562-566.
- Gentilini P. Effetti sulla salute umana degli impianti di incenerimento di rifiuti: cosa emerge dallo studio su Forlì. Disponibile al link: <http://www.isde.it/Biblonline/relazioni/Effetti%20sulla%20salute%20umana%20degli%20impianti%20di%20incenerimento%20di%20rifiuti.pdf>
- Fernandez A, Wendt J, Wolski N, Hein K, Wang S, Witten M. Inhalation health effects of fine particles from the co-combustion of coal and refuse derived fuel. *Chemosphere* 2002;51:1129-1137.
- AIE. Waste processing and health. A position document of the Italian Association of Epidemiology (AIE). *Ann Ist Super Sanità* 2008;44(3):301-306.
- Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA and Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environmental Health* 2009;8:60.
- Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P. SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6 Suppl 3):1-2.
- http://www.arpa.puglia.it/c/document_library/get_file?uuid=2e8c5e0e-458d-4e53-814b-61a1b3704db1&groupId=13879
- Biggeri A, Bellini A, Terracini B. Meta-analysis of the Italian studies on short-term effects of air pollution. *Epidemiol Prev* 2004;25:1-102.
- Martuzzi M, Mitis F, Iavarone I, Serinelli M. Health impact assessment of PM₁₀ and Ozone in 13 Italian cities. World Health Organization - European Centre for Environment and Health 2006.
- Cadum E, Berti G, Biggeri A, Bisanti L, Faustini A, Forastiere F; Gruppo collaborativo EpiAir. The results of EpiAir and the national and international literature. *Epidemiol Prev*. 2009;33(6 Suppl 1):113-9; 123-143.
- World Health Organization. Air Quality Guidelines. Global Update 2005. Particulate matter ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, World Health Organization 2006.
- Annesi-Maesano I, Forastiere F, Kunzli N, Brunekref B, on behalf of the Environment and Health Committee of the European Respiratory Society. Particulate matter, science and EU policy. *Eur Respir J* 2007;29(3):428-431.
- European Respiratory Society. *Position Paper for the second reading of the proposed EU directive on air quality*. 2007.