



Sintesi dello studio pilota in area urbana sita nelle vicinanze di inceneritori , condotto a Coriano-Forlì (Italia)

Riunione Circoscrizione n.3 – 30 Luglio 2007

Studio Coriano di Forlì

Introduzione

Lo studio pilota è inserito nel contesto del progetto europeo Enhance Health, finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito del programma Interreg 3C Zona Est ed ha coinvolto diversi partners italiani (Comune Forlì, Arpa ed AUSL Fo) ed europei (Spagna,Austria, Grecia, Polonia, Ungheria). Lo studio, a durata triennale (2004-2006), si poneva l'obiettivo di sperimentare l'attivazione di un sistema di sorveglianza ambientale e sanitaria in aree urbane in prossimità di impianti di incenerimento e complessi industriali.

Lo studio pilota italiano è stato condotto nella zona di Coriano in cui oltre ai due impianti per trattamento di rifiuti solidi urbani ed ospedalieri ,insistono attività industriali ed arterie di grande traffico.

Metodi

L'area oggetto dello studio è compresa nel raggio di 3,5 chilometri dagli inceneritori e la popolazione studiata è costituita da circa 40.000 persone, fra quelli residenti nell'area al 1° gennaio 1990 o successivamente immigrate.

Per la valutazione dell'esposizione della popolazione agli agenti inquinanti, in assenza di misure di esposizione individuale, ci si è basati sull'impiego di "modelli matematici" che calcolano la dispersione geografica degli inquinanti nell'ambiente circostante sulla base delle emissioni in atmosfera degli inceneritori e dell'andamento meteo-climatico. Quindi, in realtà si è usato un indicatore delle concentrazioni di inquinanti e non una misura dell'effettiva esposizione all'inquinante.

In particolare nell'impiego di tali modelli si è inizialmente suddivisa l'area intorno agli inceneritori in cinque anelli concentrici; successivamente si è utilizzato un modello di isoesposizione dei residenti a indicatori di inquinamento mirati per l'inceneritore (Metalli pesanti) e per le altre fonti (Biossido di azoto), anzichè impiegare un descrittore proxi basato sulla distanza degli esposti dagli impianti, non considerando quindi i metalli pesanti provenienti da altre fonti.

Per la valutazione degli eccessi di rischio sono state comparate le popolazioni con livelli di esposizione più elevate a Metalli pesanti e a Biossido di azoto con quelle ad esposizione più bassa.

La valutazione degli effetti sanitari si è basata sullo studio dell'andamento nel tempo delle cause di morte e di malattia utilizzando le banche dati sanitarie (Registro di Mortalità,

Registro Tumori, Schede di dimissione ospedaliera) collegate con la banca dati anagrafica comunale (georeferenziazione) per un periodo esteso dal 1 gennaio 1990 fino al 31 dicembre 2003.

Tali dati hanno permesso la misurazione di effetti a breve (infezioni respiratorie acute e malattie cardiovascolari) e a lungo termine (patologie neoplastiche) su tutta la popolazione oggetto dello studio.

Inoltre essendo noto che lo stato di salute è strettamente correlato alle condizioni socio-economiche di una popolazione, lo studio ha tenuto conto, pur in modo non esaustivo, delle diverse caratteristiche socio-economiche della stessa, "aggiustando"/"correggendo" il livello di rischio in base a un indicatore socioeconomico (comprensivo di livello di istruzione, occupazione e condizioni abitative e familiari) ricavato dai dati del censimento del 1991.

Punti di forza e limiti dello studio

Il primo elemento dello studio italiano che va sottolineato è la particolare ricchezza di dati sanitari che sono stati raccolti, tabulati ed analizzati, dati che lo rendono innovativo e di particolare interesse in campo scientifico e che rappresentano un prezioso contributo alla impostazione futura di programmi di sorveglianza sanitaria in aree esposte ad inquinamento ambientale.

E' in effetti tale ricchezza che ha destato il convinto interesse di molti esperti in campo epidemiologico e di salute pubblica verso uno studio come quello di Coriano di Forlì, che tra i primi a livello nazionale ed internazionale ha impiegato metodologie di approccio, tali da superare vincoli di precedenti esperienze nello stesso campo.

Tuttavia è necessario sottolineare anche i principali limiti di questo lavoro, peraltro valutati in fase di progettazione e presenti negli analoghi studi di epidemiologia ambientale:

- L' insufficienza di evidenze scientifiche univoche sulle correlazioni fra fattori ambientali ed alcune patologie (vedi ad es. tumori del colon-retto, dello stomaco, della mammella, LH, patologie croniche non tumorali);
- La mancanza di informazioni individuali su condizioni occupazionali, socioeconomiche, residenziali e su esposizioni a fattori di rischio individuali (fumo, alcool, stili comportamentali, ecc.) che possono giocare un ruolo di confondimento nell'interpretazione dei dati;
- La carenza di misurazione di dati retrospettivi di esposizione ambientale (si sono attribuiti agli anni osservati dallo studio le sole misurazioni riferite al 2003-2004);
- L'ambito di piccola area, aspetto di particolare rilievo che per molti aspetti (salute riproduttiva ed infantile, ad esempio) richiede approfondimenti su aree di studio più ampie;

D'altro canto, è stata proprio la consapevolezza di elementi di incertezza relativi alla valutazione dei risultati che ha richiesto la costituzione di un Comitato Scientifico dello studio, composto da autorevoli esperti in ambito epidemiologico ambientale e clinico, che ha fatto da guida metodologica e valutativa allo studio stesso.

Risultati

Gli indicatori complessivi sullo stato di salute dei residenti a Coriano presentano dei valori di mortalità ed incidenza equiparabili a quelli della popolazione romagnola e dell'AUSI di Forlì, così come nell'analisi dell'intera popolazione per livelli di esposizione ambientale potenzialmente attribuibili agli impianti di incenerimento (indicatore metalli pesanti), con aggiustamento per livello socio economico, non si evidenziano eccessi di mortalità generale e di incidenza di tutti i tumori.

Analizzando poi in modo più sofisticato la popolazione in oggetto emergono delle differenze fra generi con indici di rischio inferiori per gli uomini e superiori per le donne.

In sintesi, per la **mortalità** generale si osserva un rischio ridotto del 12% per i maschi e un 14 % nelle donne. In pratica nell'area sono morti fra i maschi dal 1990 al 2003 1752 persone rispetto ai 1992 attesi. Mentre fra le donne ne sono morte 1654 contro 1924 attese. Per quanto riguarda i morti per tumore i valori atteso e osservato sono identici per maschi e femmine.

Anche per **l'incidenza** complessiva (nuovi casi di tumore) si osserva una riduzione del rischio dell'8% per i maschi e un aumento del 3% nelle donne (statisticamente non significativi).

Mortalità	Uomini			Donne		
	Casi Osservati	Casi Attesi	Variazione del Rischio	Casi Osservati	Casi Attesi	Variazione del Rischio
Tutte Le Cause	1753	1992	-12%*	1654	1924	-14%*
Tumori Totali	669	717	-7%	524	530	-1%

Incidenza Tumori	Uomini			Donne		
	Casi Osservati	Casi Attesi	Variazione del Rischio	Casi Osservati	Casi Attesi	Variazione del Rischio
Tumori Maligni	1110	1206	-8%*	1054	1021	+3%

Le informazioni sopradette riguardano l'area di Coriano nel suo complesso.

Successivamente lo studio ha suddiviso la popolazione, che complessivamente presenta gli indici soprariportati e residente da almeno 5 anni (pari a 31347) in quattro fasce sulla base dell'esposizione ambientale a metalli pesanti. Dal confronto fra la popolazione di aree a maggiori concentrazioni ambientale con quella a minore concentrazione emerge che:

- **nei maschi** anche nelle aree maggiormente esposte, la mortalità complessiva è diminuita., in particolare si riduce la mortalità per tumori, analogamente l'incidenza dei tumori presenta rischi ridotti (valori ai limiti della significatività statistica);

Mortalità e livelli di esposizione a Met. Pesanti

Corte ridotta uomini Tab31

Causa (ICD-9)	metalli (ng/m ³)	osservati	IC 95%		
			RR*	inf	sup
Tutte le cause (0-999)	<1.9	601	1,00	-	-
	2.0-3.8	487	1,10	0,98	1,24
	3.9-7.3	491	1,01	0,89	1,14
	7.4-52.0	174	0,96	0,81	1,14
Tumori totali (140-239)	<1.9	233	1,00	-	-
	2.0-3.8	195	1,16	0,96	1,40
	3.9-7.3	189	1,01	0,83	1,23
	7.4-52.0	52	0,74	0,55	1,00

34

Incidenza e livelli di esposizione a Met. Pesanti

Corte ridotta uomini Tab 32a

Causa (ICD-9)	metalli (ng/m ³)	osservati	IC 95%		
			RR*	inf	sup
Totale Tumori maligni (140-208, no 173)	<1.9	392	1,00	-	-
	2.0-3.8	291	0,95	0,81	1,11
	3.9-7.3	299	0,93	0,79	1,08
	7.4-52.0	101	0,80	0,64	1,00

35

- nelle **femmine** la mortalità per tutte le cause non evidenzia rischi superiori; solo nelle aree a maggior concentrazione emergono aumenti di rischio per i tumori totali ed alcuni del tratto gastroenterico e della mammella, mentre complessivamente l'incidenza di tumori è nella norma (eccetto il colon-retto): tale ultima popolazione è quantificabile nel 5,1% dell'intera popolazione.

Mortalità e livelli di esposizione a Met. Pesanti

Corte ridotta donne Tab 31b

Causa (ICD-9)	metalli (ng/m ³)	osservati	IC 95%		
			RR*	inf	sup
Tutte le cause (0-999)	<1.9	538	1,00	-	-
	2.0-3.8	502	1,17	1,08	1,28
	3.9-7.3	452	1,07	0,98	1,16
	7.4-52.0	162	1,09	0,96	1,23
Tumori totali (140-239)	<1.9	166	1,00	-	-
	2.0-3.8	143	1,17	0,93	1,47
	3.9-7.3	157	1,26	1,01	1,57
	7.4-52.0	58	1,54	1,15	2,08

37

Mortalità e livelli di esposizione a Met. Pesanti

Corte ridotta donne Tab 31b

Causa (ICD-9)	metalli (ng/m ³)	osservati	IC 95%		
			RR*	inf	sup
Stomaco (151)	<1.9	13	1,00	-	-
	2.0-3.8	14	1,75	0,83	3,69
	3.9-7.3	27	2,88	1,47	5,65
	7.4-52.0	7	2,56	1,04	6,28
Colon retto (153-154)	<1.9	14	1,00	-	-
	2.0-3.8	15	1,32	0,63	2,79
	3.9-7.3	20	2,03	1,00	4,13
	7.4-52.0	7	2,47	1,00	6,10

38

Mortalità e livelli di esposizione a Met. Pesanti

Corte ridotta donne Tab 31b

Causa (ICD-9)	metalli (ng/m ³)	osservati	IC 95%		
			RR*	inf	sup
Mammella (175)	<1.9	22	1,00	-	-
	2.0-3.8	20	1,21	0,67	2,21
	3.9-7.3	20	1,10	0,60	2,01
	7.4-52.0	12	2,16	1,10	4,27

39

Incidenza e livelli di esposizione a Met. Pesanti

Corte ridotta donne Tab 32b

Causa (ICD-9)	metalli (ng/m ³)	osservati	IC 95%		
			RR*	inf	sup
Totale Tumori maligni (140-208, no 173)	<1.9	382	1,00	-	-
	2.0-3.8	280	0,93	0,80	1,09
	3.9-7.3	279	0,99	0,85	1,17
	7.4-52.0	88	0,93	0,73	1,17
Colon retto (153-154)	<1.9	35	1,00	-	-
	2.0-3.8	32	1,15	0,70	1,87
	3.9-7.3	51	2,01	1,29	3,14
	7.4-52.0	13	1,51	0,78	2,90

40

La difformità di genere, associate alla non dimostrata plausibilità biologica della correlazione ambiente e patologie soprariportate, inducono ad approfondire lo studio .

Prospettive

A causa delle incertezze interpretative intrinseche allo studio, la metodologia e i risultati ottenuti verranno sottoposti ad una ulteriore verifica su un ambito spaziale più ampio.

Più precise informazioni sugli effetti degli inceneritori sulla salute, in particolare su malattie rare sono infatti raggiungibili solo con studi che coinvolgano una popolazione più numerosa, al fine di raggiungere una adeguata potenza statistica. Infatti è già definito uno studio multicentrico su tutto l'ambito regionale che sviluppa le potenzialità ottenute con questa esperienza e riduce i limiti incontrati . Il suddetto studio programmato dagli assessorati ambiente e politiche di salute della Regione Emilia- Romagna fa parte di un progetto complessivo sui rapporti tra impianti di Incenerimento di Rifiuti solidi urbani e salute delle comunità esposte , coinvolgerà 8 " province" ed è in fase di avvio operativo. .Inoltre ci si concentrerà per sviluppare un sistema valido per la misurazione delle esposizioni ambientali che consenta una migliore definizione dell'associazione fra esposizione alle emissioni e la salute della popolazione residente nelle aree circostanti agli inceneritori.

Inoltre nell'ultima seduta del Comitato Scientifico si è ritenuto opportuno proseguire con approfondimenti atti a migliorare la definizione diagnostica in termini di stadiazione e di disaggregazione per classi di età , dei dati di mortalità e di incidenza riscontrati e di migliorare nel contempo la conoscenza della storia residenziale della popolazione di Coriano prima degli anni 90 , periodo non osservato dallo studio , ma importante per le patologie a lunga latenza come le neoplasie.

Quanto detto richiede la attivazione di uno studio epidemiologico presumibilmente del tipo " caso – controllo " sulla coorte interessata , studio il cui disegno è attualmente in fase di progettazione.

.Al fine di tentare una stima retrospettiva della esposizione ambientale a traccianti per Inceneritori (con valutazione della esposizione cumulata per soggetto esposto) , si è ipotizzato infine di impiegare , in modo più sofisticato , il modello matematico di dispersione già usato nello studio pilota , proprio per migliorare la conoscenza della esposizione negli anni 70-80 .

SORVEGLIANZA AMBIENTALE

L'individuazione delle aree di massima ricaduta degli inquinanti provenienti dagli inceneritori

Le prime campagne di monitoraggio ambientale nell'area industriale di Coriano, svolte nel periodo 1999-2001, sono state realizzate con simulazioni modellistiche basate sull'inventario delle emissioni della zona industriale.

Attraverso l'utilizzazione di modelli matematici di diffusione sono state individuate due aree, rispettivamente di massima e minima ricaduta degli inquinanti emessi dagli inceneritori. Il confronto dei dati "misurati al suolo" e in atmosfera sull'area di massima e di minima ricaduta, attraverso appositi monitoraggi ambientali, hanno consentito di definire la "più probabile" contaminazione ambientale derivante "specificamente" dagli inceneritori. Si è quindi proceduto a condurre, nell'area di massima ricaduta, misure di concentrazione in aria di benzene, ossidi d'azoto, bi-ossido di zolfo, ossido di carbonio, ozono, particelle totali sospese ($\text{NO}_x\text{-NO}_2$, SO_2 , CO , O_3 , PTS), metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici (IPA); nella stessa area sono stati inoltre prelevati campioni di terreno e deposizioni atmosferiche (secche e umide), su cui sono state determinate diossine, dibenzofurani (PCDD, PCDF) e metalli pesanti. Anche su campioni di vegetali provenienti dall'area di studio, è stato misurato il contenuto di metalli pesanti. Le stesse determinazioni, sia su terreni che su vegetali, sono state effettuate nell'area di minima ricaduta, oltre che le misure di PTS, di benzene e di NO_2 in aria.

Contributo poco significativo degli inceneritori al carico inquinante dell'area di Coriano

Alla luce dei risultati ottenuti con la prima campagna di monitoraggio, è stata avviata una seconda fase, protrattasi dal 2003 al 2005, durante la quale è stata condotta una seconda serie di misure dei carichi inquinanti provenienti da inceneritori e più in generale dai processi di combustione. Non sono state proseguite le determinazioni di benzene $\text{NO}_x\text{-NO}_2$, SO_2 , CO , O_3 in aria, in quanto le concentrazioni rilevate durante la prima campagna di monitoraggio non si differenziavano e quindi, non fornivano dati significativi sulle emissioni da inceneritori rispetto ai valori registrati comunemente in altre zone dell'area urbana di Forlì. Inoltre, il campionamento delle PTS (polveri totali sospese) è stato sostituito dal campionamento delle frazioni di polveri "fini", PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$, più significative

dal punto di vista sanitario perché in grado di penetrare nelle profondità delle vie respiratorie. Sul materiale particolato (polveri fini), sono altresì state eseguite determinazioni di metalli pesanti, diossine, dibenzofurani, idrocarburi policiclici aromatici e policloro bifenili (PCDD, PCDF, IPA e PCB), notoriamente identificati in letteratura come potenti agenti mutageni e cancerogeni.

Nell'area di massima ricaduta sono proseguite, come nella prima fase, le analisi sulle deposizioni atmosferiche e sono stati prelevati ulteriori campioni di terreno con determinazione di metalli pesanti, IPA, PCDD e PCDF.

La quantità di materiale particolato aerodisperso è risultata mediamente superiore nel sito di massima ricaduta degli inceneritori, anche se nel sito di minima ricaduta sono stati evidenziati valori degni di nota dovuti soprattutto al traffico veicolare, proveniente dalla vicina autostrada ed identificato come rilevante fattore confondente di emissioni inquinanti provenienti da processi di combustione.

L'analisi delle polveri fini e delle diossine

L'analisi chimica delle polveri fini raccolte in modo quantitativamente significativo nel sito di massima ricaduta delle emissioni provenienti dai due inceneritori di Coriano, non sono risultate più ricche di metalli pesanti o di altri pericolosi inquinanti organici rispetto a quanto campionato nel sito di minima ricaduta; ciò lascia supporre un ruolo trascurabile degli inceneritori nell'inquinamento complessivo da polveri all'interno dell'area industriale esaminata. Inoltre i contenuti di diossine e dibenzofurani (PCDD e PCDF) sono risultati paragonabili a quelli riportati in letteratura per siti rurali o suburbani ovvero molto più bassi di quelli riportati per alcune aree industriali europee o USA.

La contaminazione da metalli pesanti e di PCDD/PCDF, rilevata nelle deposizioni e nei campioni di terreno, è analoga a quella attestata da diverse pubblicazioni riguardanti siti di varia natura. In particolare, confrontando i dati ottenuti su campioni di terreno prelevati a 10 cm e 50 cm di profondità, non si è riscontrato alcun arricchimento in metalli pesanti.

Conclusioni sulla qualità ambientale

In sintesi, dalle indagini ambientali è emerso come la qualità dell'aria nella zona industriale sia influenzata principalmente dal traffico identificato come fattore confondente. Invece, l'impatto degli inceneritori sull'inquinamento atmosferico, non presenta aspetti di significatività ambientale e risulta molto inferiore ai fattori confondenti derivanti dalle consistenti emissioni dei motori a scoppio provenienti dalla vicina autostrada A14. Inoltre, l'inquinamento delle sostanze più pericolose (diossine e metalli pesanti), sia nel particolato che nelle deposizioni, non è apparso maggiore di quello caratteristico di molti altri siti urbani o rurali.

L'esperienza maturata nello studio dell'area di Coriano ha posto su basi scientifiche sperimentali un approccio generale di indagine su inceneritori di rifiuti applicabile in contesti analoghi. In particolare è stata acquisita come fondamentale la sequenza:

- simulazione modellistica della diffusione degli inquinanti;
- individuazione degli inquinanti più critici e delle aree su cui hanno maggiore ricaduta;
- monitoraggio sistematico su aree e parametri di maggiore pericolosità;
- confronto dei risultati con dati relativi ad aree esterne alla zona in esame per la verifica dei fattori confondenti provenienti da altri processi di combustione e in particolare dal traffico veicolare.

I due diversi filoni di studio, ambientale e sanitario, che sono stati alla base del progetto “Enhance Health”, sono confluiti in quello che è uno dei principali “prodotti” del progetto stesso, e cioè la redazione di **linee guida** per la realizzazione di un sistema di sorveglianza che riunisce sia gli aspetti sanitari e quelli ambientali, identificando una serie di confondenti, di criticità e, anche, di linee di forza più aggiornati rispetto ai tradizionali sistemi d’indagine basati solo sullo studio di “cerchi concentrici” focalizzati sull’inceneritore.

Le linee guida elaborate come conclusione del progetto Interreg-EH costituiscono un tentativo quasi pionieristico di integrare ed impiegare al meglio le informazioni tratte dalle banche dati sulla salute e dai monitoraggi ambientali. Esse saranno destinate a subire ulteriori sviluppi alla luce delle nuove conoscenze ed opportunità che si presenteranno negli anni a venire. Un esempio di evoluzione nell’impostazione dei sistemi di sorveglianza potrebbe essere costituito, in un futuro molto prossimo, dall’affiancamento sistematico ai consueti monitoraggi ambientali, gli autocontrolli in continuo sulle emissioni degli impianti di incenerimento rifiuti con i dati provenienti dai sistemi di monitoraggio indicati dalla recente normativa comunitaria denominata AIA, i cui risultati dovranno quotidianamente essere acquisiti dall’autorità pubblica di controllo e costituire una moderna base informativa tecnico-scientifica e di comunicazione al pubblico

