

Allegato 1

PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO EPIDEMIOLOGICO DEGLI EFFETTI A BREVE E LUNGO TERMINE SULLA SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NELLE AREE CIRCOSTANTI IL COSTRUIENDO TERMOVALORIZZATORE DI CASA PASSERINI

A cura del:
Dipartimento di Prevenzione della Asl 10,
SOS di epidemiologia¹

INDICE	pagina
PREMESSA	3
INTRODUZIONE	5
EVIDENZE DI LETTERATURA	7
MATERIALI E METODI	11
1. Periodo in studio	11
2. Area e popolazione in studio	11
3. Definizione esposizione e variabili di confondimento	13
3.a. Definizione esposizione	13
3.b. Variabili di confondimento	14
a) Confondenti a livello individuale	14
b) Confondenti a livello di area di residenza	14
<i>b.1) Livello socio economico</i>	14
<i>b.2) Esposizione ad altre fonti di inquinamento ambientale.</i>	15
4. Esiti di salute studiati	16
4.a. Esiti riproduttivi (comprese le malformazioni congenite)	16
4.a.1. Popolazione in studio	16
4.a.2. Esiti in studio	16
4.a.3. Metodi statistici	17
4.a.4. Risultati attesi	17
4b. Incidenza dei tumori ed altre patologie potenzialmente correlate alle emissioni da inceneritori	18
4.b.1. Popolazione in studio	18
4.b.2. Esiti in studio	18
a) Tumori maligni	18
b) Patologie non tumorali	19
4.b.3. Metodi statistici	20
4.b.4. Risultati attesi	21
BIBLIOGRAFIA	22

¹ In collaborazione con ARPAT

Pagina bianca

PREMESSA

La Provincia di Firenze, con delibera n° 62 del 17/04/2014, ha espresso parere favorevole “in ordine alla Compatibilità Ambientale sul progetto definitivo presentato da Q.tHerma relativo all’impianto di incenerimento di rifiuti non pericolosi da realizzare in località Casa Passerini nel Comune di Sesto Fiorentino, inserendo al punto V delle prescrizioni, quanto sotto riportato:

“Relativamente al Piano di sorveglianza sanitaria, si precisa che i contenuti, le modalità ed i tempi di svolgimento di detto Piano di sorveglianza, dovranno essere oggetto di una convenzione specifica tra il proponente, ARPAT, ASL e Provincia i cui costi complessivi saranno sostenuti in toto dal proponente. La convenzione dovrà essere sottoscritta prima dell’inizio dei lavori.”

I contenuti del Piano di sorveglianza sanitaria sono meglio dettagliati nel Verbale della seconda riunione della Conferenza dei servizi del 28/02/2014, che riportava il parere del Dipartimento di Prevenzione della Asl 10, che indicava:

“...Dall’esame delle integrazioni inviate dal proponente Q.tHerma Srl, in risposta alle ns. richieste in sede di Conferenza di Servizi del 03.09.2013 presso codesta Direzione, si ritiene necessario che nella procedura di VLA sia inserita la seguente prescrizione:

Ai fini di tutela della salute pubblica dovrà essere definito un piano di monitoraggio degli impatti del Termovalorizzatore “Casa Passerini”, con messa a disposizione di finanziamenti specifici, comprensivo di:

- 1. un progetto di sorveglianza degli effetti sugli esiti riproduttivi (aborti spontanei, nati pre-termine e/o di basso peso, malformazioni congenite ecc.) e sull’incidenza dei tumori potenzialmente correlabili alle emissioni del termovalorizzatore nella popolazione residente nell’area di potenziale ricaduta delle emissioni dell’impianto, come indicano i risultati del progetto CCM del Min. della Salute “Sorveglianza epidemiologica sullo stato di salute della popolazione residente intorno ad impianti di trattamento rifiuti”;*
- 2. un progetto di controllo della contaminazione della catena alimentare da IPA, diossine e PCB, metalli pesanti, attraverso indagini presso le attività di coltivazione e di allevamento presenti nell’area di potenziale ricaduta delle emissioni dell’impianto e monitoraggio delle popolazioni animali; il piano dovrà valutare la presenza di produzione di alimenti per autoconsumo e, se rilevanti, inserirli nel piano di monitoraggio.*
- 3. uno studio epidemiologico prospettico, comprensivo di monitoraggio biologico, sui lavoratori addetti all’impianto con sorveglianza dello stato di salute (tenendo conto anche degli obblighi di cui al Dlgs 81/08 e dell’andamento dei rischi occupazionali, in particolare quelli relativi all’esposizione a metalli pesanti, IPA, diossine, PCB ecc.) da estendere eventualmente alla popolazione residente/presente nell’area di potenziale ricaduta.*

Il piano dovrà, sia essere riferito alla fase precedente la costruzione dell’impianto, che monitorare adeguatamente la fase di esercizio dello stesso.

Tale piano dovrà essere concordato con i servizi competenti della ASL 10 e di ARPAT.

Nel verbale della terza seduta della Conferenza dei servizi tenuta in data 8/4/2014, si riporta inoltre quanto segue:

Si condivide quanto specificato nel parere ASL del 31/03/2014, in cui si specifica che il Piano di sorveglianza sanitaria “... è finalizzato a valutare non la situazione ambientale dell’intera area della Piana Fiorentina nella quale come giustamente evidenziato nelle osservazioni di Q.tHerma Srl esistono numerose fonti di emissione di inquinanti, bensì a valutare se l’attivazione del Termovalorizzatore “Casa Passerini” determini un carico aggiuntivo in termini di eventuali conseguenze sui livelli di inquinamento atmosferico, e sull’impatto sulla salute della popolazione, che risiede e lavora nell’area di ricaduta delle emissioni dell’impianto, e sulla contaminazione della catena alimentare. [...] essendo finalizzato a valutare gli eventuali effetti sanitari ed ambientali indotti dal nuovo impianto, debba essere sostenuto in toto da un finanziamento del proponente...”.

Si ritiene che i contenuti, le modalità ed i tempi di svolgimento di detto Piano di sorveglianza, dovranno essere condivisi con ARPAT, ASL e Provincia. Si conferma che i costi complessivi debbano essere sostenuti in toto dal proponente.

Il presente progetto rappresenta la sezione del progetto di monitoraggio, richiesto dall’atto di autorizzazione della Provincia di Firenze, che si occupa della sorveglianza epidemiologia delle popolazioni residenti nelle aree circostanti il nuovo impianto.

Pagina bianca

INTRODUZIONE

Lo smaltimento dei rifiuti rappresenta una problematico di crescente importanza in ogni contesto socio-economico, sia per il volume dei rifiuti da smaltire che per la preoccupazioni per eventuali conseguenze sulla salute e sull'ecosistema e la protesta sociale che la presenza di impianti di smaltimento genera nelle popolazioni che vivono nelle aree circostanti, oltre che per gli aspetti economici legati a tali attività.

Tutto ciò rende conto della numerosità degli studi condotti sull'argomento e della ampia letteratura scientifica che ne riporta i risultati.

Gli effetti sulla salute degli impianti di smaltimento dei rifiuti possono essere classificati in due categorie:

a) Gli studi osservazionali di tipo epidemiologico, che con una varietà di metodologie statistiche valutano la relazione tra lo stato di salute *osservato* nella popolazione ed i livelli di esposizione all'inquinamento prodotto dall'impianto.

b) Gli studi di simulazione (*health risk assessment*) che valutano l'impatto "atteso" in termini di rischio sanitario e/o di casi di malattia (o eventi di interesse sanitario) di una esposizione misurata o simulata a contaminanti ambientali. In particolare la *Agenzia di Protezione Ambientale degli Stati Uniti* ha predisposto un articolato protocollo per gli studi di *health risk assessment*, volti a valutare gli effetti degli impianti di combustione dei rifiuti, che tiene conto degli effetti cancerogeni e non cancerogeni valutando una lunga lista di contaminanti di potenziale interesse, definendone le caratteristiche di dispersione ed i percorsi di esposizione per diversi tipologie di esposti (recettori).²

In linea generale le indicazioni che emergono dalle valutazioni effettuate suggeriscono conclusioni più rassicuranti per gli impianti di nuova generazione. Ad esempio sono stati recentemente pubblicati i risultati di un ampio studio effettuato prima della installazione di un moderno sistema di combustione dei rifiuti con recupero di energia in una regione del Canada con la metodologia US EPA 2005. Lo studio ha concluso che è improbabile che le emissioni causate dalla nuova attività causino effetti avversi su residenti, coltivatori ed altri utilizzatori dell'area (con accesso per uso ricreativo) nello scenario potenziale di una capacità operativa di 140.000 tonnellate/anno, mentre lo scenario di una capacità operativa di 400.000 tonnellate/anno ha evidenziato lievi eccessi di rischi inalatori (cloruro di idrogeno) e di consumo di latte materno (presenza di diossine e furani) nel caso non frequente o transitorio di perturbazione delle condizioni di gestione dell'impianto.³ Analogamente le conclusioni di una recente raccomandazione del Centro per le radiazioni ed il rischio chimico ed ambientale della *Agenzia per la Protezione della Salute Inglese*⁴ indicano che "I moderni e ben condotti inceneritori causino solo un piccolo incremento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici locali. E' possibile che questo piccolo aumento possa avere un impatto sulla salute ma è presumibile che questo effetto, se realmente esiste, sia molto piccolo e non rilevabile". La raccomandazione ribadisce però l'importanza di controlli che assicurino che l'inceneritore non abbia un effetto negativo sulla salute.

E' utile infine richiamare la Posizione dell'*Associazione Italiana di Epidemiologia* espressa nel 2008 in merito a *Trattamento dei Rifiuti e Salute*, che mantiene tuttora la sua attualità.⁵ Secondo tale posizione "I dati di letteratura mostrano che i maggiori rischi per la salute sono associati alle emissioni da discariche illegalmente utilizzate e siti di abbandono illegali, da impianti d'incenerimento con tecnologie obsolete, da siti di abbandono e dalle combustioni incontrollate di rifiuti." "Viceversa, 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." In particolare per le "...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 Negli impianti di grandi dimensioni le basse concentrazioni di sostanze tossiche nelle emissioni possono essere vanificate, almeno in via teorica, dalle elevate quantità in volume delle emissioni nell'unità di tempo". La

² US EPA (United States Environmental Protection Agency). Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities (HHRAP). Washington, DC: US EPA Office of Solid Waste; 2005.

³ Ollson CA, Knopper LD, Whitfield Aslund ML, Jayasinghe R. Site specific risk assessment of an energy-from-waste thermal treatment facility in Durham Region, Ontario, Canada. Part A: Human health risk assessment. *Sci Total Environ* 2014;466-467:345-56.

⁴ Health Protection Agency. The impact on health of emission to air of municipal waste incinerators, Advice from the Health Protection Agency. London, UK, 2010. (www.hpa.org.uk)

⁵ Associazione Italiana di Epidemiologia. *Trattamento dei Rifiuti e Salute*. Posizione dell'Associazione Italiana di Epidemiologia. 2008. Accessibile al sito: <http://www.epidemiologia.it/?q=node/273>

posizione ribadisce quindi l'importanza dell'avvio di "piani di monitoraggio delle emissioni e di sorveglianza sanitaria delle popolazioni residenti in prossimità di discariche controllate e di inceneritori con le migliori tecnologie disponibili già operativi o dei quali è prevista l'attivazione." Inoltre la posizione dell'AIE indica che gli aspetti di trasparenza e di partecipazione rappresentano un elemento di fondamentale importanza, raccomandando "...la costituzione di comitati di esperti di provata competenza e in assenza di conflitto d'interesse cui demandare la progettazione delle osservazioni, le verifiche in corso d'opera, la divulgazione dei risultati." E' inoltre "...da ricercare la partecipazione e il coinvolgimento della popolazione in tutte le fasi, sia decisionali sia operative, connesse allo smaltimento dei rifiuti,

Sono quindi da considerare aspetti ancora da definire e da affiancare alla redazione della proposta tecnica di sorveglianza, di cui il presente protocollo ne rappresenta una prima stesura:

- la costituzione del **Gruppo di lavoro** responsabile della progettazione e conduzione dello studio, che insieme ad Asl ed ARPAT coinvolga gli altri Enti con competenze in epidemiologia ambientale presenti nell'area ed interessati alla collaborazione (in particolare ISPO, ARS);
- la costituzione di un **Comitato tecnico-scientifico** composto da studiosi di fama nazionale che affianchi il gruppo di lavoro nelle fasi di progettazione delle attività e di quelle operative, anche al fine della valutazione e validazione di lavoro svolto e dei risultati ottenuti;
- iniziative volte a favorire la **partecipazione delle comunità locali**, ed in primo luogo dei Comuni compresi nell'area circostanti, alle fasi di progettazione, realizzazione e gestione del programma di controllo;
- la definizione delle modalità di inserimento nella sorveglianza epidemiologica degli **addetti delle attività lavorative presenti nelle aree circostanti** il nuovo termovalorizzatore. Questo rappresenta un punto di rilevante importanza per la completezza della indagine, anche per la vicinanza di alcuni luoghi di lavoro al nuovo impianto e dovrà prevedere vari step, quali: il censimento delle unità produttive presenti, la valutazione dei rischi lavorativi presenti e la loro georeferenziazione, la valutazione del numero di addetti presenti e la acquisizione dei nominativi degli addetti da inserire, almeno per i residenti nei comuni della Asl 10, in protocolli di sorveglianza epidemiologica analoghi a quelli dei residenti.
- un adeguato piano di **comunicazione e divulgazione** delle attività svolte.

EVIDENZE DI LETTERATURA

Riportiamo una valutazione sintetica di quanto presente in letteratura sul rapporto tra trattamento dei rifiuti ed effetti sulla salute, riprendendo quando possibile, quanto già sinterizzato nelle revisioni sistematiche pubblicate, ponendo l'attenzione su 3 pubblicazioni:

- 1) la revisione di Porta del 2009;¹
- 2) la revisione di Mattiello del 2013;²
- 3) la revisione di Ashworth del 2014;³
- 4) altri studi.

Anche se il progetto di monitoraggio riguarda il nuovo impianto di termovalorizzazione di Casa Passerini, riteniamo utile riportare anche le informazioni relative agli effetti sulla salute delle discariche, in quanto nella stessa area è presente la discarica per RSU di Casa Passerini utilizzata fin a tempi recenti.

1. Porta e coll.,¹ nell'ambito del progetto INTERASE (Integrated Assessment of Health Risks on Environmental Stressors in Europe), finanziato dalla Comunità Europea nel quadro del 6° *Framework Programme – Priority 6.3 Global Change and Ecosystems*, hanno pubblicato nel 2009 una revisione sistematica della letteratura riguardanti gli effetti sulla salute del trattamento dei rifiuti.

Table 1: Summary of the overall epidemiologic evidence on municipal solid waste disposal: landfills and incinerators.

HEALTH EFFECT	LEVEL OF EVIDENCE	
	LANDFILLS	INCINERATORS
All cancer	Inadequate	Limited
Stomach cancer	Inadequate	Limited
Colorectal cancer	Inadequate	Limited
Liver cancer	Inadequate	Limited
Larynx cancer	Inadequate	Inadequate
Lung cancer	Inadequate	Limited
Soft tissue sarcoma	Inadequate	Limited
Kidney cancer	Inadequate	Inadequate
Bladder cancer	Inadequate	Inadequate
Non Hodgkin's lymphoma	Inadequate	Limited
Childhood cancer	Inadequate	Inadequate
Total birth defects	Limited	Inadequate
Neural tube defects	Limited	Inadequate
Orofacial birth defects	Inadequate	Limited
Genitourinary birth defects	Limited*	Limited**
Abdominal wall defects	Inadequate	Inadequate
Gastrointestinal birth defects§	Inadequate	Inadequate
Low birth weight	Limited	Inadequate
Respiratory diseases or symptoms	Inadequate	Inadequate

Inadequate: available studies are of insufficient quality, consistency, or statistical power to decide the presence or absence of a causal association.

**Limited*: a positive association has been observed between exposure and disease for which a causal interpretation is considered to be credible, but chance, bias, or confounding could not be ruled out with reasonable confidence.

* Hypospadias and epispadias

** Renal dysplasia

§ The original estimates were given for "surgical corrections of gastroschisis and exomphalos"

Page 10 of 14

Sono stati inclusi nella revisione 49 articoli, di cui 32 riguardanti gli effetti sanitari nelle comunità che vivevano in prossimità degli impianti di trattamento dei rifiuti (di cui 21 rappresentati da inceneritori di rifiuti solidi) e 17 riguardanti gli addetti a tali impianti. Nella **tabella 1** sono sintetizzate le evidenze disponibili emerse dalla revisione. Spesso l'evidenza complessiva raccolta è stata inadeguata a stabilire una relazione tra una specifica modalità di trattamento dei rifiuti ed effetti avversi sulla salute. Infatti molti studi

erano affetti da limitazioni causate da una scarsa definizione della esposizione, da un livello aggregato di analisi, dalla mancanza di informazioni su importanti confondenti. Tuttavia, almeno per alcune associazioni è stata trovata una associazione con un *limitato* livello di evidenza. Per queste sono stati selezionati gli studi utili per una definizione quantitativa degli effetti sulla salute, espressa in termini di rischio relativo (**tabella 2**), accompagnata da una valutazione del livello di affidabilità complessiva della stima di effetto basata su una scala arbitraria (molto alto, alto, moderato, basso, molto basso). In estrema sintesi per le popolazioni che vivono entro 3 Km da un inceneritore di vecchia generazione è stata trovata una *limitata evidenza* di un eccesso di rischio (3,5%) per tumori, e in particolare per alcune forme quali linfomi non Hodgking e sarcomi dei tessuti molli e fegato.

Table 2: Relative risk estimates for community exposure to landfills and incinerators

Health effect	Distance from the source	Relative Risk (Confidence Interval)	Level of confidence**
Landfills			
Congenital malformations [24]			
All congenital malformations	Within 2 km	1.02 (99% CI = 1.01-1.03)	Moderate
Neural tube defects	Within 2 km	1.06 (99% CI = 1.01-1.12)	Moderate
Hypospadias and epispadias	Within 2 km	1.07 (99% CI = 1.04-1.11)	Moderate
Abdominal wall defects	Within 2 km	1.05 (99% CI = 0.94-1.16)	Moderate
Gastroschisis and exomphalos*	Within 2 km	1.18 (99% CI = 1.03-1.34)	Moderate
Low birth weight [24]			
Low birth weight	Within 2 km	1.06 (99% CI = 1.052-1.062)	High
Very low birth weight	Within 2 km	1.04 (99% CI = 1.03-1.06)	High
Incinerators			
Congenital malformations [45]			
Facial cleft	Within 10 km	1.30 (95% CI = 1.06-1.59)	Moderate
Renal dysplasia	Within 10 km	1.55 (95% CI = 1.10-2.20)	Moderate
Cancer [30]			
All cancer	Within 3 km	1.035 (95% CI = 1.03-1.04)	Moderate
Stomach cancer	Within 3 km	1.07 (95% CI = 1.02-1.13)	Moderate
Colorectal cancer	Within 3 km	1.11 (95% CI = 1.07-1.15)	Moderate
Liver cancer	Within 3 km	1.29 (95% CI = 1.10-1.51)	High
Lung cancer	Within 3 km	1.14 (95% CI = 1.11-1.17)	Moderate
Soft-tissue sarcoma	Within 3 km	1.16 (95% CI = 0.96-1.41)	High
Non-Hodgkin's lymphoma	Within 3 km	1.11 (95% CI = 1.04-1.19)	High

*The original estimates were given for "surgical corrections of...". **The following scale for the level of confidence has been adopted: very high, high, moderate, low, very low.

2. Mattiello e coll.² hanno pubblicato nel 2013 una nuova revisione sistematica sugli effetti sanitari nelle popolazioni che vivono nei dintorni di impianti di trattamento dei rifiuti, confermando che gli inceneritori di vecchia generazione erano importanti fonti di inquinamento e di danno per la salute della popolazione che vive nei dintorni degli impianti, ma che i cambiamenti nella tecnologia producano risultati più rassicuranti. Infatti, come dimostrano i dati delle emissioni dell'impianto di Forlì, nel tempo si è assistito ad una drastica diminuzione delle emissioni dell'impianto (**tabella 3**).⁴

Table 3 MSW plant emissions of Total Suspended Particulates (TSP), Mercury (Hg), Cadmium (Cd), and Dioxins (PCDD+PCDF) in 1994/1996 and in 2008

Period	Unit of measurement	1994-1996	2008	ratio
TSP	mg/Nm ³	4.6	0.991	0.214
Hg	µg/Nm ³	23.2	0.476	0.020
Cd*	µg/Nm ³	21.0	0.422	0.020
PCDD+PCDF**	ng/Nm ³	128.7	0.018	0.0001

*Cd only in 1994-96, Cd+TI in 2008.
**Total dioxins in 1994-96, TEQ dioxins in 2008.

MSW: Municipal Solid Waste Incinerator

I risultati della revisione ([tabella 4](#)) confermano una evidenza *limitata* per il totale dei tumori e per i sarcomi dei tessuti molli e segnalano una evidenza *limitata* per i difetti alla nascita ed i disturbi riproduttivi (in particolare difetti oro-facciali e del tratto genitourinario).

Table 4 Evaluation of the evidence according to IARC criteria for evaluated diseases

Health effect	Level of evidence	
	Landfills	Incinerators
All cancers	Inadequate	Limited
Stomach	Inadequate	Inadequate
Colorectal	Inadequate	Inadequate
Liver	Inadequate	Inadequate
Larynx	Inadequate	Inadequate
Lung	Inadequate	Inadequate
Soft tissues sarcoma	Inadequate	Limited
Kidney	Inadequate	Inadequate
Bladder	Inadequate	Inadequate
Lymphomas	Inadequate	Inadequate
Leukemia	Inadequate	Inadequate
Brain	Inadequate	Inadequate
Children's cancers	Inadequate	Inadequate
Other cancers	Inadequate	Inadequate
All birth defects and reproductive disorders	Limited	Limited
Neural tube defects	Limited	Inadequate
Orofacial defects	Inadequate	Limited
Genitourinary tract defects	Limited	Limited
Abdominal wall defects	Inadequate	Inadequate
Gastrointestinal defects	Inadequate	Inadequate
Cardiac defects	Inadequate	Inadequate
Low birth weight	Limited	Inadequate
Respiratory diseases or symptoms	Limited*	Inadequate
Cardiovascular diseases	Inadequate	Inadequate
Skin diseases	Inadequate	Inadequate

* Data confined to industrial waste

3. Ashworth e coll.³ hanno pubblicato nel 2014 una revisione sistematica focalizzata sugli effetti avversi alla nascita e neonatali. In totale hanno analizzato 14 articoli che affrontano una serie di eventi avversi che includono anomalie congenite, peso alla nascita, gemellarità, sex ratio, natimortalità e mortalità infantile. Per quanto riguarda le malformazioni congenite segnalano una debole associazione con i difetti del tubo neurale ed una più forte con malformazioni facciali e difetti del tratto urinario. Inoltre riportano una limitata evidenza di una associazione con la gemellarità. La mancanza di associazioni con gli altri esiti indagati può riflettere la sporadicità degli studi su tali outcome.

4. Altri studi. Altri studi hanno evidenziato che i livelli dell' inquinamento atmosferico sono in grado di influenzare lo sviluppo fetale attraverso l'esposizione materna, causando nascite pretermine, basso peso alla nascita, e effetti potenzialmente avversi riguardo esiti cardiovascolari e respiratori.⁵ Lo studio MONITER, che ha coinvolto le donne residenti in un raggio di 4 Km dagli 8 inceneritori attivi nelle Regione Emilia-Romagna ha evidenziato una relazione tra nascite pretermine (ed anche fortemente pretermine) ed esposizione materna alle emissioni degli inceneritori anche a livelli molto bassi.⁶

In sintesi, i dati di letteratura mostrano che l'attenzione agli eventi avversi per la salute umana negli popolazioni che vivono nei dintorni degli inceneritori si deve focalizzare su:

- tumori totali ed alcuni specifici tumori (in particolare linfomi non Hodgkin e sarcomi dei tessuti molli);
- alcuni effetti avversi per la salute riproduttiva (in particolare alcune malformazioni congenite, gemellarità, basso peso alla nascita).

MATERIALI E METODI

1. Periodo in studio

Lo studio analizza un adeguato intervallo di tempo prima e dopo la attivazione del nuovo impianto. Il periodo in studio è pertanto diviso in 2 sottoperiodi:

- 01/01/2005 – 31/12/2014 (prima dell'entrata in funzione dell'inceneritore, fase "pre-avvio")
- 01/01/2018 – 31/12/2021 (dopo l'entrata in funzione dell'inceneritore, ipotizzando il termine dei lavori di costruzione nel 2017; fase "post-avvio")

Per ottenere una stima più stabile della situazione precedente all'attivazione dell'inceneritore l'osservazione sarà estesa a 10 anni (2003-2012). L'osservazione post-avvio avrà in una prima fase una durata di 5 anni, con rapporto intermedio a 2 anni. Al termine di questa prima fase sarà valutata l'opportunità di proseguire ulteriormente la osservazione epidemiologica.

Riguardo la durata del follow-up post avvio, è da tenere presente che il tempo di follow-up post avvio considerato è presumibilmente troppo breve per evidenziare eventuali effetti nocivi per la salute che almeno per gli effetti sanitari con una lunga latenza (patologie croniche, tumori), per cui è ipotizzabile la opportunità di proseguire la sorveglianza epidemiologica a scadenze temporali più lunghe (es. almeno 10-15 anni).

2. Area e popolazione in studio

La popolazione in studio è costituita dai soggetti che hanno risieduto nei 3 comuni di Firenze (quartiere 5), Sesto F.no e Campi Bisenzio nei 10 anni precedenti e nei 5 successivi l'attivazione presunta del nuovo impianto, focalizzando l'attenzione su chi ha vissuto nelle aree circostanti il nuovo impianto e potenzialmente esposte alle ricadute delle relative emissioni.

Per la esecuzione del progetto di sorveglianza epidemiologica è indispensabile che le anagrafi dei comuni interessati forniscano l'elenco di residenti/deceduti/emigrati nel periodo dello studio necessari per la identificazione delle *coorti dei residenti* che sono alla base dello studio, completo di:

- codice fiscale;
- data di nascita;
- sesso;
- indirizzo completo, se disponibili con le coordinate geografiche da utilizzare per la georeferenziazione;
- data inizio residenza;
- data variazione residenza, emigrazione o morte;
- nazionalità.⁶

Dovranno essere incluse anche le variazioni di residenza all'interno dello stesso comune.

In base alle mappe di ricaduta potenziale delle emissioni dell'impianto, sarà focalizzata l'attenzione sulla popolazione residente in tale area, e comunque entro un raggio di 3 Km dalla localizzazione dell'impianto (camino).

⁶ Data la presenza di una numerosa comunità cinese nell'area in studio sarà necessario avere anche la informazione sulla nazionalità dei cittadini non italiani per tenere conto di tale aspetto in fase di analisi.

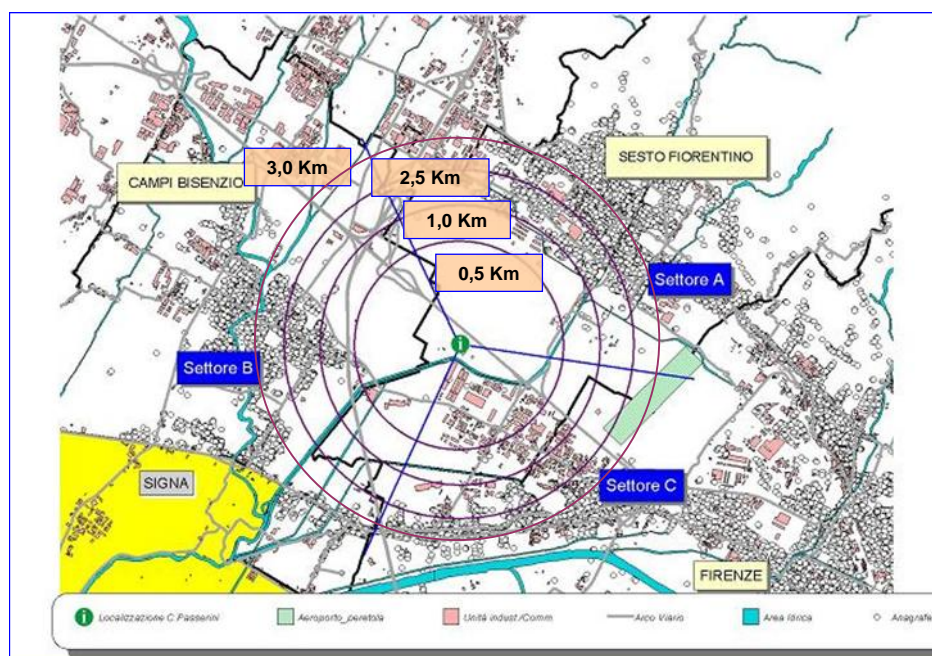
Tabella 5. Residenti nei comuni/quartieri in studio al 1/1/2013 e stima della popolazione residente nell'area di potenziale ricaduta al 2001 (da VIS 2003)

Comune	anno	Maschi	Femmine	Totale
Campi Bisenzio	2013	21.197	22.383	43.580
Firenze – Q5		51.004	57.698	108.702
Sesto F.no		22.867	25.328	48.195
Totale		95.068	105.409	200.477
"Area Ricaduta"*	2001	-	-	17.379

* 2,5 Km da camino

Nella **tabella 5** è riportata la popolazione residente nei 3 comuni/quartieri al 1/1/2013 e la popolazione residente nell'area di potenziale ricaduta dell'impianto (2,5 Km dal camino) effettuata nel corso della VIS del 2003. Tenuto conto che il quoziente di incremento della popolazione residente nella Asl 10, ritenuti indicativo della dinamica demografica dell'area in studio, è stato pari a circa il 7% tra il 2002 ed il 2013, si può stimare che la popolazione residente nell'area entro i 2,5 Km dall'impianto sia cresciuta di circa 1.200 persone, e che nel 2013 fossero residenti circa 18.600 persone. Inoltre l'allargamento al raggio di 3 Km comporterà una ulteriore estensione della popolazione residente nell'area in osservazione, in quanto coinvolge un territorio più intensamente urbanizzato. Ipotizzando che nella fascia 2,5-3,0 Km risieda un numero di abitanti simile a quelli residenti nel raggio 1,5-2,5 si può ritenere che la popolazione interessata al progetto di sorveglianza epidemiologica cresca di circa 18.000 e raggiunga i 36.000-37.000 soggetti (**figure 1**).

Figura 1. Valutazione Impatto Sanitario Termovalorizzatore area fiorentina, anno 2003, georeferenziazione della popolazione residente nell'area circostante la localizzazione di Casapasserini



Per valutare più correttamente l'entità della popolazione coinvolta nello studio va tenuto presente che, a causa della capacità dispersiva dell'atmosfera e del regime dei venti tipico della zona, solo una parte dell'area avente raggio 3 km è interessata dalle potenziali ricadute degli inquinanti emessi dall'impianto. Per meglio stimare l'esposizione attesa della popolazione ci si avvarrà delle simulazioni e delle stime effettuate e valutate nell'ambito del procedimento VIA relativo all'impianto in questione (vedi successivo paragrafo 3.a).

3. Definizione esposizione e variabili di confondimento

3.a. Definizione esposizione

Come indicato nella letteratura più aggiornata, verrà utilizzata una modalità di definizione della esposizione basata su modelli di dispersione degli inquinanti emessi dall'impianto combinato con l'attribuzione dell'indirizzo di residenza georeferenziato della popolazione in studio, che tenga conto delle variazioni di residenza delle persone nel periodo, e di potenziali confondenti socio-economici ed ambientali.

Sarà quindi costruita la coorte dei soggetti che sono stati residenti nell'area di interesse nei periodi dello studio. Si terrà conto sia del primo indirizzo del soggetto nel periodo in studio che dei successivi eventuali cambi di residenza. Questo consentirà di inserire nella analisi sia la durata della residenza, che il periodo di calendario durante il quale un soggetto è stato residente nell'area di interesse. La residenza di ogni soggetto che è o è stato residente nei comuni di Campi Bisenzio, Sesto Fiorentino e nel quartiere 5 di Firenze sarà georeferenziato in base all'indirizzo fornito dall'anagrafe comunale.

A ciascuna residenza dei soggetti in studio saranno attribuite le coordinate geografiche, se possibile utilizzando le informazioni che già molti comuni hanno registrato, o, in caso di assenza, con specifico software di georeferenziazione; sarà quindi possibile geocodificare tutte le informazioni residenziali della popolazione e trasferirle in un sistema geografico. Ad ogni residente arruolato nella coorte sarà attribuito il valore stimato di esposizione cumulato nel tempo caratteristico della residenza anagrafica, assumendo pertanto che tale residenza abbia effettivamente costituito l'abitazione durante il periodo in studio. Per i neonati sarà utilizzato il valore stimato di esposizione caratteristico della residenza della madre durante la gravidanza, assumendo pertanto che tale residenza abbia effettivamente costituito l'abitazione materna durante tutta la gravidanza.

Come traccianti dell'esposizione alle emissioni dell'inceneritore sono state scelte in via iniziale concentrazioni medie annue in atmosfera di inquinanti di tipo particolato (metalli o di PM₁₀). L'esposizione alle emissioni dell'inceneritore sarà stimata a partire dalle concentrazioni medie annue in aria ambiente di un inquinante emesso dall'impianto, usato come tracciante, ottenute con le simulazioni effettuate da QtHerma nella documentazione, già valutata dagli Enti di controllo, facente parte del procedimento di VIA concluso positivamente con la Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 62/2014. In particolare ci si avvarrà - in un'ampia area centrata sull'impianto, orientativamente di 5 km x 5 km, con risoluzione pari a 200 m - della stima della concentrazione media annua in ciascun recettore e della concentrazione media annua più elevata in tutto il dominio di calcolo, al fine di ricavare indicazioni circa le aree maggiormente interessate dai potenziali effetti degli inquinanti emessi. I dati e le elaborazioni effettuate dal proponente saranno acquisite (eventualmente fatte oggetto di approfondimento a cura di ARPAT) e georeferenziate per definire l'esposizione dovuta alle emissioni dell'impianto, nell'ipotesi del suo funzionamento a regime secondo le condizioni previste dalla VIA.

In relazione ai potenziali effetti sulla gravidanza, sarà valutato se elaborare stime delle concentrazioni in aria ambiente anche in sotto-periodi (3 o 6 mesi), così da attribuire valori di esposizione per periodi temporali differenti e ricostruire così una più accurata esposizione di 9 mesi per i periodi di gravidanza.

Sarà comunque valutato se nella aree identificate in base alle simulazioni sopra citate risieda una popolazione di numerosità sufficiente per le analisi statistiche. Altrimenti, o in aggiunta, saranno utilizzati metodi alternativi di definizione delle aree di esposizione basate sulla distanza dalla sorgente di emissione (cerchi, quadranti, ecc.).

3.b. Variabili di confondimento

Saranno utilizzate variabili relative alle caratteristiche individuali dei soggetti inseriti nelle coorti residenziali e variabili relative alle caratteristiche dell'area di residenza.

a) Confondenti misurati a livello individuale.

Nel modello di studio di coorte saranno utilizzati i confondenti disponibili a livello individuale di origine anagrafica:

- età in fasce decennali
- sesso

Sarà inoltre valutata la possibilità di recuperare le esposizioni occupazionali tramite record linkage con gli archivi INPS e con la relativa ricostruzione della vita lavorativa.

Non sarà invece possibile valutare l'esposizione individuale ad alcuni importanti confondenti legati a stili di vita individuali, quali fumo di tabacco (eccetto che durante la gravidanza), abitudini alimentari, consumo alcolici.

Per gli esiti della gravidanza saranno utilizzate le informazioni sulle caratteristiche dei genitori, decorso gravidanza ecc., presenti nel CAP meglio dettagliate in seguito.

b) Confondenti misurati a livello di area di residenza.

b.1) Livello socio economico.

Lo stato socio-economico è una caratteristica di particolare interesse negli studi epidemiologici perché sono state documentate importanti differenze di salute a seconda del livello sociale, con una generale tendenza al peggioramento degli indici di mortalità e morbosità per le popolazioni più deprivate. Pertanto ad ogni residente geocodificato sarà attribuita la sezione di censimento di residenza nel periodo in studio per attribuire l'indice di livello socio-economico della relativa sezione di censimento. Sulla base della esperienza italiana della classificazione dello stato socio-economico per sezione di censimento, sarà adottato l'*Indice di Deprivazione* (o indice di posizione socio-economica) messo a punto nel quadro di un progetto sostenuto dal Ministero della Salute, con i dati del censimento ISTAT 2001,⁸ con le eventuali variazioni che saranno introdotte con l'applicazione ai dati del censimento 2011, e basato su:

- percentuale di popolazione con istruzione pari o inferiore alla licenza elementare (mancato raggiungimento obbligo scolastico);
- percentuale di popolazione attiva disoccupata o in cerca di prima occupazione,
- percentuale di abitazioni occupate in affitto,
- percentuale di famiglie monogenitoriali con figli dipendenti conviventi,
- densità abitativa (numero di occupanti per 100 m²).

Gli indicatori selezionati per comporre l'indice sintetico sono quelli rilevati al censimento 2011. L'indice è una variabile continua e rappresenta lo scarto rispetto alla media nazionale (o altri aggregati geografici) di caratteristiche di deprivazione. L'indice sarà classificato in 5 categorie, basato sui quintili di popolazione: alto, medio-alto, medio,

mediobasso, basso. La classificazione sarà standardizzata con media e deviazione standard provinciale/regionale (Firenze/Toscana).⁷

Ad ogni soggetto della coorte sarà dunque attribuito un valore dell'indicatore di posizione socio-economica (SES) sulla base della propria sezione di censimento di residenza all'ingresso nella coorte.

b.2) Esposizione ad altre fonti di inquinamento ambientale.

Al fine di tenere conto dell'esposizione ad altre fonti di inquinamento atmosferico presenti nell'area, sarà valutata anche la distanza delle residenze dagli assi stradali più importanti (Autostrada, strade statali e regionali), dalla pista dell'aeroporto "Vespucci", dai principali stabilimenti industriali presenti (orientativamente: quelli autorizzati per mezzo di AIA).

Poiché il contributo di queste sorgenti può variare nel periodo in studio, anche a seguito di modifiche urbanistiche ed infrastrutturali, alcune in parte già pianificate, ne sarà stimato l'andamento attraverso un appropriato monitoraggio opportunamente previsto nel PMC dell'impianto, con il coinvolgimento di ARPAT.

Nel piano di comunicazione si terrà conto altresì della percezione della popolazione circa la qualità dell'aria locale rispetto alle molteplici sorgenti e all'avvio dell'inceneritore, generalmente identificato da chi vive nelle aree circostanti l'impianto come un potente modificatore della qualità dell'aria locale.

⁷ E' preferibile lo standard provinciale, ma se non disponibile, sarà utilizzato quello regionale.

4. Esiti di salute studiati

Saranno presi in considerazione esiti di salute rappresentati da:

1. patologie con breve latenza nella relazione esposizione/ danno legate ad esposizioni di breve durata e/o concentrate nel tempo o in particolari fasi della vita (tipico esempio: patologie gravidanza);
2. patologie con lunga latenza nella relazione esposizione/ danno (esempio tipico: tumori, malattie respiratorie croniche) legate ad esposizioni di lunga durata, i cui effetti potranno però essere opportunamente indagati dopo un adeguato periodo di latenza;
3. patologie influenzate sia dai picchi di livelli espositivi concentrati nel tempo sia ai livelli di esposizione di lunga durata (esempio tipico: malattie coronariche acute).

In particolare, saranno selezionate le patologie potenzialmente correlate alle emissioni dei termovalorizzatori, quali:

- a) Esiti riproduttivi,
- b) Tumori e patologie non tumorali acute e croniche.

4.a. Esiti riproduttivi (comprese le malformazioni congenite)

4.a.1. Popolazione in studio

Saranno considerati tutti i nati nel periodo 2005-2014 e 2018-22 (quest'ultimo da valutare in relazione alla data di effettiva entrata in funzione del nuovo impianto) da madri residenti nell'area in studio da almeno 12 mesi.

4.a.2. Esiti in studio

Quali esiti avversi della gravidanza saranno analizzati (**tabella 6**):

- numero di parti gemellari;
- rapporto tra il numero di nati maschi e il numero totale di nati (Sex Ratio)
- numero di nati con età gestazionale inferiore a 37 settimane (Nati pretermine)
- numero nati a termine con peso inferiore a 2500 gr (Nati di basso peso)
- numero di neonati 'piccoli per l'età gestazionale', ossia di peso in grammi inferiore o uguale al 10° percentile previsto per la settimana di gravidanza alla nascita ed il sesso del neonato (Piccoli per l'età gestazionale)
- aborti spontanei
- malformazioni congenite

Tabella 6. Eventi avversi della gravidanza: esiti in studio, fonti informative e fornitori dei dati.

Variabile	Fonte informativa primaria	Fornitore dati	Eventuali fonti integrative
Parto gemellare	Certificato di Assistenza al Parto (CAP)	Sistema Informativo Asl 10/ESTAV	SDO
Sesso			
Età gestazionale			
Peso alla nascita			
Aborto spontaneo	Schede dimissione Ospedaliera (SDO)		
Malformazioni congenite	Registro Toscano Difetti Congeniti (RTDC)	Fondazione Toscana "Gabriele Monasterio", CNR-Regione Toscana di Pisa	Dati di mortalità, ricovero ospedaliero e IVG

Tutte le fonti informative utilizzate sono disponibili a partire generalmente almeno dall'inizio degli anni 2000, e comunque dal 2005, con aggiornamento periodico annuale che rende disponibili i dati aggiornati dell'anno di accadimento nell'arco dell'anno successivo. Unica eccezione il RTDC che nel 2013 ha pubblicato i dati del 2011.

La numerosità media annuale della popolazione dell'area in studio (raggio 3 Km dal camino dell'impianto) è stimata in circa 35.000 persone. Utilizzando il tasso di natalità della Asl 10 del 2012 (8,5 nati per 1.000 residenti) si può stimare che si abbiano circa 300 nati/anno, per un totale di circa 3.000 nati nel periodo pre-avvio e 1.500 in quello post-avvio. Nella **tabella 7** sono riportate le stime degli eventi attesi nell'area in studio.

Tabella 7: Salute riproduttiva, numero eventi attesi nell'area in studio

Eventi	Tasso Asl 10	Attesi area in studio		
		Anno	Pre-impianto	Post-impianto
Parto gemellare (*)	3,7%	11,1	111	55,5
Nati pretermine (*)	7,4%	22,2	222	111
Nati di basso peso (*)	6,6%	19,8	198	99
Aborti spontanei (*)	6,65/1.000	1,995	19,95	9,975
Malformazioni congenite (**)	172,9/100.000	0,5187	5,187	2,594

(*) Elaborazione Agenzia Regionale di Sanità della Toscana su dati CAP/SDO

(**) Registro Toscano Difetti Congeniti (RTDC), anno 2011

Nell'archivio CAP sono disponibili informazioni riguardanti importanti confondenti, quali l'abitudine al fumo in gravidanza della madre, titolo studio, occupazione e ramo attività economica di entrambi i genitori, precedenti ostetrici e visite/controlli durante la gravidanza.

Per quanto riguarda le malformazioni congenite l'attenzione sarà posta, in particolare, su:

- Tutte le malformazioni
- Difetti del tubo neurale
- Difetti orofacciali
- Difetti del tratto urinario
- Difetti della parete addominale
- Difetti gastrointestinali
- Difetti cardiovascolari

4.a.3. Metodi statistici

Per gli esiti riproduttivi in studio saranno calcolati i Rapporti standardizzati di prevalenza alla nascita ed i relativi IC 95%, utilizzando come riferimento per il calcolo dei valori attesi i tassi annuali degli eventi occorsi nella popolazione della Asl 10 (o della provincia di Firenze) e della regione Toscana.

L'associazione tra l'esposizione alle emissioni dell'inceneritore e gli eventi avversi della gravidanza sarà stimata attraverso il calcolo degli Odds Ratio ed i relativi IC 95%, applicando modelli di regressione logistica multivariata correggendo per le covariate materne.

4.a.4. Risultati attesi

Alla fine di ogni periodo di studio è previsto un Rapporto di studio riportante l'andamento dei Rapporti standardizzati di prevalenza alla nascita e gli OR multivariati.

Le analisi saranno cumulative per il decennio pre-avvio e per i 2 ed i 5 anni dall'inizio della attività dell'impianto.

4b. Incidenza dei tumori ed altre patologie potenzialmente correlate alle emissioni da inceneritori

4.b.1. Popolazione in studio

Saranno considerati tutti i soggetti appartenenti alle coorti dei residenti, ovvero residenti nell'area in studio nel periodo 2005-2014 e 2018-22 (quest'ultimo da valutare in relazione alla data di effettiva entrata in funzione del nuovo impianto).

4.b.2. Esiti in studio

Quali esiti avversi per la salute saranno analizzati (**tabella 8**):

- incidenza dei tumori maligni;
- ospedalizzazione e mortalità per patologie non tumorali.

Tabella 8. Eventi avversi per la salute: esiti in studio, fonti informative e fornitori dei dati.

Patologia	Fonte informativa primaria	Fornitore dati	Eventuali fonti integrative
Tumori maligni	Registro Tumori Toscano (RTT)	Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologica (ISPO)	Dati di mortalità, ricovero ospedaliero per tumori
Malattie non tumorali	- Schede dimissione Ospedaliera (SDO) - Registro Mortalità Regionale (RMR)	Sistema Informativo Asl 10/ESTAV ISPO	

Le fonti informative utilizzate per identificare gli esiti di salute indicati ai punti a) e b) sono disponibili almeno dall'inizio degli anni 2000. Al momento esistono invece problemi nei tempi di aggiornamento dei dati più recenti; infatti:

- il flusso SDO viene aggiornato con cadenza periodica definita (nei primi mesi di un nuovo anno sono disponibili i dati dell'intero anno precedente per i ricoveri avvenuti in regione e nell'autunno sono disponibili anche quelli relativi alla mobilità extraregionale);
- il flusso del RMR (gestito da ISPO) ha al momento i dati disponibili fino al 2010 per problemi di completezza della rilevazione legati a modifiche organizzative del flusso; questo ritardo però dovrebbe essere risolto nei prossimi mesi;
- il Registro Tumori Toscano (gestito da ISPO) ha avuto un arresto nella registrazione dei casi incidenti per problemi legati alla normativa sulla tutela dei dati personali, ed attualmente la rilevazione è ferma al 2006.

Gli archivi SDO, RMR e RTT includono gli eventi occorsi nella popolazione residente nei comuni selezionati ovunque verificatisi sul territorio nazionale, includendo quindi anche quanto avvenuto in altre Regioni italiane.

a) Tumori maligni

I tumori maligni saranno analizzati utilizzando i dati di incidenza forniti dal Registro Tumori Toscano. Qualora, al momento della conduzione dello studio, l'archivio del RTT non sia sufficientemente aggiornato a causa dei ritardi di registrazione indotti dalla legge per la tutela dei dati personali, per gli anni non ancora coperti da registrazione saranno ricostruiti i dati di incidenza a partire da SDO, mortalità ed archivi informatizzati dei referti di anatomia-patologica utilizzando una procedura analoga a quella utilizzata dal RTT, con il supporto del RTT stesso o, eventualmente, la consulenza di esperti nella registrazione

dei tumori. Le sedi oggetto dello studio sono riportate nella **tabella 9**. E' da segnalare che la lista è più ampia di quella delle sedi per le quali esistono evidenze limitate/inadeguate sul rapporto con le emissioni da inceneritori (vedi tabelle 1, 2 e 4).

Per i tumori maligni la scelta di centrare l'attenzione sui dati di incidenza e di non esaminare quelli di mortalità è giustificata dal fatto che la mortalità, in particolare per le sedi a miglior prognosi, è fortemente influenzata dalla sopravvivenza. Anche se è improbabile che in una area ristretta come la provincia di Firenze esistano importanti differenze nella prognosi dei tumori, focalizzare l'attenzione sulla incidenza, piuttosto che sulla mortalità, elimina una possibile fonte di confondimento. Inoltre i dati di incidenza prodotti da un registro tumori hanno un maggior grado di affidabilità diagnostica rispetto ai dati di mortalità.

Tabella 9. Tumori in studio, sede e codici ICD-9 (incidenza)

Sede tumorale	ICD-9
Tumori maligni	140-208
Esofago	150
Stomaco	151
Colon retto	153-154
Fegato e dotti biliari	155-156
Pancreas	157
Laringe	161
Trachea, bronchi e polmoni	162
Pleura	163
Connettivo e tessuti molli	171
Mammella	174
Corpo dell'utero	182
Ovaio e degli altri annessi uterini	183
Prostata	185
Vescica	188
Rene	189
Encefalo ed altri tumori del SNC	191-192; 225
Tiroide	193
Tessuto linfatico ed ematopoietico	200-208
Linfomi non-Hodgkin	200,202
Linfomi di Hodgkin	201
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	203
Leucemie	204-208

b) Patologie non tumorali

Per le patologie non tumorali saranno analizzati separatamente i dati di ricovero, in regime di degenza ordinaria e di day hospital, e di mortalità. Le patologie oggetto dello studio sono riportate nella **tabella 10**. Per quanto riguarda i ricoveri ospedalieri questi saranno analizzati come soggetti ricoverati nell'anno, identificati utilizzando solo la diagnosi di dimissione principale. Ovvero in caso di ricoveri multipli di uno stesso paziente per la patologia (identificata dal/dai codici ICD-9 considerati) si prenderà in considerazione

solo il primo evento. In caso di cambio di residenza nell'anno, per identificare gli eventi in studio si terrà conto anche della residenza al momento del ricovero.

Per infarto acuto del miocardio ed eventi cerebrovascolari acuti sarà valutata anche la possibilità di utilizzare i dati di incidenza derivati dagli specifici registri implementati dalla Agenzia Regionale Sanitaria della Toscana (problema passaggio da *iduni* a *codice fiscale* per il linkage con la coorte residenziale in esame).

Tabella 10. Patologie non tumorali in studio, sede e codici ICD-9 (ricoveri e mortalità)

Patologia	ICD-9
Tutte le cause naturali	001-799
Mortalità prematura	001-799
Diabete mellito	250
Malattie neurologiche	330-349
Morbo di Parkinson	332
Malattie cardiovascolari	390-459
Malattie cardiache	390-429
Infarto acuto del miocardio	410
Eventi coronarici acuti	410-411
Malattie ischemiche del cuore	410-414
Malattie cerebro-vascolari	430-438
Insufficienza cardiaca cronica	428.0, 428.2, 428.9
Malattie apparato respiratorio	460-519
Infezioni delle vie respiratorie	460-466,480-487
BPCO	490-492, 494, 496
Asma	493
Malattie apparato digerente	520-579
Malattie renali	580-599
Cause maldefinite	780-799
Endometriosi	617

4.b.3. Metodi statistici

I metodi di analisi prevedono il calcolo di indicatori epidemiologici di occorrenza (tassi) e di rischio (SMR, BMR, RR aggiustati), correlazioni geografiche e test di clustering spaziali in relazione o meno al punto sorgente di esposizione. In particolare la relazione esistente tra esiti di salute in studio ed aree interessate alle potenziali ricadute dell'impianto/livelli di esposizione alle emissioni dell'inceneritore, sarà valutata calcolando, a seconda dell'esito in studio, i seguenti indicatori stratificati per genere:

- i *Rapporti Standardizzati di Mortalità e Morbosità* (RSM) per età e periodo di calendario, al fine di confrontare la frequenza relativa degli esiti nell'area in studio rispetto alla frequenza media della Asl 10 (o provinciale) e regionale;
- gli *stimatori bayesiani di mortalità o morbosità* (BMR - Bayesian Mortality/Morbidity Ratios);
- i Tassi Standardizzati di Mortalità e Morbosità con il metodo della standardizzazione diretta, utilizzando come standard la struttura per età e sesso della popolazione toscana al Censimento Istat 2011, da confrontare con analoghi tassi standardizzati di Asl (o provincia) e regionali (quando disponibili);

- i *Rischi Relativi* (RR) ed i relativi IC 95%, ottenuti mediante l'analisi multivariata, condotta applicando modelli di regressione di Poisson e/o Cox, aggiustati per età e variabili socioeconomiche e esposizione ad altri fonti di inquinamento ambientale.

Gli indicatori in oggetto, quando appropriati, saranno calcolati per ogni patologia in precedenza specificata e per ogni area esaminata, in particolare per:

- Aree ricaduta potenziale emissioni inceneritore, come definite dalla modellistica di dispersione;
- Aree definite in base alla distanza dall'impianto (circonferenza, quadranti, ecc.);
- Aree della superficie di 1 Km per 1 Km, definite secondo una griglia regolare predefinita per una distanza di 5 Km dall'impianto, fino al limite del fiume Arno, per identificare la presenza di eventuali addensamenti spaziali di malattia ed aree di particolare criticità, non emerse dalle precedenti analisi. Data la ridotta dimensione della popolazione presente in queste aree le analisi saranno condotte esclusivamente mediante l'uso degli *stimatori bayesiani di mortalità o morbosità*.

Per ogni patologia esaminata saranno riportati nelle tabelle dei risultati:

- a) la definizione della patologia ed i relativi codici della IX Classificazione internazionale delle malattie (ICD-9);
 - b) la popolazione media annuale residente;
 - c) il numero di eventi osservati nel periodo in studio;
 - d) il tasso grezzo di morbosità o mortalità (x 100.000 abitanti);
 - e) il tasso standardizzato di morbosità o mortalità (x 100.000 abitanti);
 - f) il rapporto standardizzato di mortalità o morbosità (SMR);
 - g) lo *stimatore bayesiano empirico di mortalità o morbosità* (EBMR);
 - h) Il rischio relativo (RR) aggiustato, risultante dall'analisi multivariata.
- Gli indicatori saranno accompagnati dai relativi indici di variabilità statistica.

4.b.4. Risultati attesi

I risultati saranno raccolti e discussi nei rapporti di studio periodici (decennio pre-avvio; biennio e quinquennio post-avvio), confrontando anche le analisi pre/post-avvio.

I risultati attesi sono:

Misura del Rischio relativo di incidenza tumorale, decesso o ricovero per patologia non tumorale, in relazione ai valori di esposizione dell'area di residenza.

L'eventuale maggiore rischio statisticamente significativo di malattia nei residenti nelle aree di maggiore ricaduta prossime all'inceneritore (rispetto alle aree di controllo e/o nella analisi pre-post avvio) deporrà per un effetto significativo delle emissioni dell'inceneritore sulla salute della popolazione residente nelle aree circostanti l'impianto. L'assenza di differenze significative tra i rischi per aree di residenza deporrà invece per l'assenza di effetti misurabili epidemiologicamente.

Bibliografia

1. Porta D, Milani S, Lazzarino A, Perucci CA, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environmental Health* 2009, 8:60.
2. Mattiello A, Chiodini P, Bianco E, Forgione N, Flammia I, Gallo C, Pizzuti R, Panico S. Health effects associated with the disposal of solid waste in landfills and incinerators in populations living in surrounding areas: a systematic review. *Int J Public Health* 2013; 58:725–735
3. Ashworth DC, Elliott P, Toledano MB. Waste incineration and adverse birth and neonatal outcomes: a systematic review. *Environment International* 2014; 6: 120–132.
4. 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
5. Backes CH, Nelin T, Gorr MW, Wold LE. Early life exposure to air pollution: how bad is it? *Toxicol Lett.* 2013; 216: 47-53.
6. Candela S, Ranzi A, Bonvicini L, Baldacchini F, Marzaroli P, Evangelista A, Luberto F, Carretta E, Angelini P, Sterrantino AF, Broccoli S, Cordioli M, Ancona C, Forastiere F. Air pollution from incinerators and reproductive outcomes: a multisite study. *Epidemiology* 2013; 24: 863-70.
7. Cordioli M, Ranzi A, De Leo GA, Lauriola P. A review of exposure assessment methods in epidemiological studies on incinerators. *J Environ Public Health.* 2013;2013:129470.
8. Caranci N, Biggeri A, Grisotto A, et al. L'indice di deprivazione italiano a livello di sezione di censimento: definizione, descrizione e associazione con la mortalità. *Epidemiol Prev* 2010; 34:167-176.