



Sorveglianza sulla salute della  
Popolazione nei pressi del  
Termovalorizzatore di  
Torino



Programma SPoTT  
Report n° 14

**MONITORAGGIO EPIDEMIOLOGICO DEGLI EFFETTI SULLA SALUTE  
DELL'INCENERITORE DI TORINO**

**EFFETTI A LUNGO TERMINE  
PARTE 1**

Aprile 2022

Rapporto a cura di

Laura Crosetto  
Martina Gandini  
Cristiana Ivaldi  
Manuela Oreggia

SS Epidemiologia Ambientale – ARPA Piemonte

Il rapporto è condiviso nella metodologia, nei risultati e nei commenti dal Comitato Tecnico Scientifico del programma SPoTT, a cui vanno i nostri ringraziamenti:

Francesco Forastiere  
Fabrizio Minichilli  
Roberto Pasetto

Un gruppo di autori si è fatto carico della redazione del report, ma un ben più cospicuo numero di persone ha contribuito alla realizzazione delle diverse attività, persone cui va il riconoscimento generale per l'impegno e la professionalità mostrata.

Data la delicatezza dei temi affrontati e la complessità delle azioni messe in campo, il programma SPoTT si è dotato di uno specifico piano di comunicazione nel cui ambito si colloca questo rapporto. È possibile porre ulteriori domande di chiarimento attraverso l'apposito indirizzo e-mail [coordinamento.spott@arpa.piemonte.it](mailto:coordinamento.spott@arpa.piemonte.it).

# Indice

<i>Sintesi del quattordicesimo rapporto di studio</i> .....	4
<b>1. IL CONTESTO</b> .....	<b>9</b>
1.1. L'impianto.....	9
1.2. Il programma SPoTT .....	9
1.3. Razionale ed obiettivi dello studio.....	10
<b>2. MATERIALI E METODI</b> .....	<b>12</b>
2.1. Disegno dello studio.....	12
2.2. Area in studio .....	12
2.3. Popolazione: selezione dei soggetti ed assegnazione dell'esposizione .....	14
2.4. Esiti sanitari.....	18
2.4.1 SDO ( <i>Schede di Dimissione Ospedaliera</i> ) .....	19
2.4.2 CEDAP ( <i>Certificati di Assistenza al parto</i> ) .....	19
2.4.3 Variabili incluse nelle analisi .....	21
2.5. Metodi statistici.....	22
2.5.1. <i>Analisi sui ricoveri</i> .....	22
2.5.2. <i>Analisi sugli esiti del concepimento</i> .....	23
2.5.3. <i>Analisi di sensibilità</i> .....	24
<b>3. RISULTATI</b> .....	<b>25</b>
3.1. <i>Analisi sui ricoveri</i> .....	25
3.2. <i>Analisi sugli esiti del concepimento</i> .....	34
<b>4. CONCLUSIONE</b> .....	<b>41</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>43</b>

## Sintesi del quattordicesimo rapporto di studio

Obiettivo dello studio è ottenere una stima del rischio di incorrere in eventi sanitari avversi (ricoveri ed esiti relativi alla gravidanza), a medio/lungo termine per i soggetti potenzialmente più interessati alle emissioni dell'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di Torino.

In analogia con le altre linee del progetto SPoTT, sono stati considerati alcuni comuni limitrofi (residenti assistiti dall'ASL TO3) interessati dalle ricadute delle emissioni e i residenti in alcune aree della parte sud della città di Torino, come popolazione di confronto non esposta alle emissioni del termovalorizzatore ma con livelli di inquinamento ambientale simili. Lo studio comprende, in analogia con quanto fatto per il biomonitoraggio, soggetti con 35 o più anni che risultano residenti nei comuni interessati alla sorveglianza (Beinasco, Grugliasco, Orbassano, Rivalta di Torino, Rivoli e Torino) nel periodo di osservazione dal 01/01/2014 al 31/12/2019.

Ogni residenza di un soggetto è stata geo-riferita: per ogni indirizzo sono state attribuite le coordinate geografiche, successivamente mappate nelle aree di ricaduta delle emissioni dell'impianto. Sono state definite due aree di esposizione il cui valore è stato attribuito a ogni periodo di residenza. Ogni singolo periodo e indirizzo di residenza del soggetto è stato classificato come esposto o non esposto oppure compreso in un'area cuscinetto di interposizione di 300 metri (area buffer). È stata anche identificata una zona che risulta essere di massima ricaduta degli inquinanti (quindi a massima esposizione), coincidente con l'area del biomonitoraggio (report 1,2,3,5,8,10,11).

Per quanto riguarda l'analisi dei ricoveri sono stati presi in esame le diagnosi di diabete e i grandi gruppi di malattie cardiovascolari e malattie dell'apparato respiratorio. Per queste ultime due macro-categorie è stato effettuato anche un focus sulle cause più dettagliate: per le malattie cardiovascolari sono state analizzate nello specifico le malattie cardiache, le malattie ischemiche del cuore, l'insufficienza cardiaca cronica e le malattie cerebro-vascolari. Per le malattie dell'apparato respiratorio sono state studiate le malattie respiratorie acute e la BPCO (broncopneumopatia cronica ostruttiva).

L'associazione tra esposizione ad inceneritore e ricovero è stata studiata attraverso l'applicazione del modello di Cox che restituisce risultati espressi in termini di hazard ratio (HR) o tasso di rischio. L'associazione di ciascun esito sanitario di interesse con l'esposizione è stata valutata tenendo conto del ruolo di potenziali confondenti rispetto all'associazione tra

inceneritore e ricovero.

Sono stati considerati a questo scopo l'età, il sesso, il comune di residenza, il vivere solo o in coabitazione, l'indice di deprivazione e le concentrazioni di PM2.5 e NO<sub>2</sub>. Nelle analisi effettuate non sembrano evidenziarsi rischi che possano essere attribuiti all'impianto.

Per quanto riguarda gli eventi avversi al parto sono stati analizzati i casi di aborto spontaneo e diversi esiti della gravidanza (es numero di parti gemellari, numero di nati con età gestazionale inferiore a 37 settimane etc.,). In letteratura sono anche valutate le malformazioni alla nascita e nel primo anno di vita; tuttavia, in questo contesto non è stato possibile effettuare analisi relative alle malformazioni per la mancanza di un Registro Regionale in Piemonte da cui acquisire informazioni complete ed esaustive.

Le informazioni relative agli esiti alla nascita sono state dapprima analizzate a livello descrittivo, valutando la differenza tra le varie zone di esposizione. In seguito per gli esiti alla nascita con sufficiente numerosità sono state fatte analisi più approfondite usando un modello di tipo log-binomiale. Nei modelli, come potenziali confondenti, sono state incluse le variabili riferite alla madre: età, indice di deprivazione, titolo di studio, condizione professionale e variabili ambientali (PM2.5, NO<sub>2</sub>).

Dai risultati l'unico esito che risulta associato all'esposizione è il numero di nati con età gestazionale inferiore a 37 settimane.

Al fine di rafforzare l'attendibilità dei risultati ottenuti e verificare la robustezza delle conclusioni del lavoro, sono state effettuate diverse analisi di sensibilità che permettono di valutare se i risultati siano ancora validi in base a ipotesi, metodi o scenari diversi.

In particolare, sono state considerate altre due zone intermedie di esposizione oltre all'area di massima ricaduta e come secondo approccio sono stati inclusi tra gli esposti anche i residenti nella fascia di interposizione di 300 m (area buffer), precedentemente esclusa dalle analisi. È stata anche effettuata un'ulteriore analisi di sensibilità rispetto alle variabili ambientali utilizzate come confondenti, inserendo una variabile relativa al traffico veicolare, e una variabile relativa alla presenza a meno di 1 km da altre fonti emmissive. Tali analisi di sensibilità hanno fornito risultati coerenti con quelli principali confermando la robustezza dello studio.

## **GLOSSARIO**

BPCO: broncopneumopatia cronica ostruttiva

95% CI: intervallo di confidenza al 95%

CEDAP: certificati di assistenza al parto

HR: Hazard Ratio (rapporto di rischio)

ICD -IX: classificazione internazionale delle malattie (versione 9)

PR: Rapporti di prevalenza

SDO: schede di dimissione ospedaliera

# Introduzione

Il presente rapporto è il quattordicesimo del programma SPoTT e il primo del nuovo corso, che copre il periodo 2020-2023, con l'introduzione di nuove linee di attività e l'integrazione di quelle precedenti. Il Programma SPoTT è stato avviato nel 2013 con l'obiettivo di sorvegliare la salute dei residenti e dei lavoratori impegnati nell'impianto di incenerimento dei rifiuti di Torino. Lo scopo è quello di monitorare l'esposizione a fattori tossici ambientali, individuare eventuali effetti sulla salute e fornire indicazioni per la prevenzione. In questo rapporto sono illustrate le stime dell'andamento del rischio a lungo termine sulla salute dei soggetti potenzialmente più interessati dall'esposizione ad una sorgente puntiforme individuata nell'impianto di termovalorizzazione di rifiuti di Torino.

Lo studio sugli effetti a lungo termine è stato diviso in 2 parti così articolate:

- Parte 1: analisi dei residenti nei Comuni limitrofi a Torino partecipanti al Programma SPoTT (Beinasco, Grugliasco, Orbassano, Rivalta e Rivoli), di competenza ASL TO3 e dei residenti di Torino, di competenza territoriale ASL Città di Torino, per gli anni 2014-2019. Nel report vengono indagate possibili associazioni con esiti sanitari rilevabili a medio termine (a 6 anni dall'entrata in funzione dell'impianto)
- Parte 2: analisi dati 2014 fino al 2022 (tenendo conto per il 2020-2021 delle problematiche sanitarie legate alla Pandemia da Cov- Sars2). In questo secondo report, dato il maggior numero di anni di follow-up, saranno analizzate anche le patologie oncologiche che richiedono un tempo di esposizione/latenza prolungato prima di manifestarsi .

Le attività epidemiologiche sono state svolte ai sensi della seguente normativa vigente:

1. Autorizzazione generale del Garante n. 2/2014, dell'11.12.2014 (Autorizzazione al trattamento dei dati idonei a rivelare lo stato di salute e la vita sessuale) (14A09912), pubblicata in GU n.301 del 30.12.2014).
2. Autorizzazione generale del Garante n. 9/2014, dell'11.12.2014 (Autorizzazione generale al trattamento dei dati personali effettuato per scopi di ricerca scientifica). (14A09919), pubblicata in GU n.301 del 30.12.2014.

Tutti i materiali, condivisi nella metodologia, nelle procedure e negli esiti dal Comitato Tecnico Scientifico e sono disponibili sul sito web creato per il programma (<https://www.spott.dors.it/>). Sullo stesso sito sono disponibili i risultati di tutti i report precedenti.

# **1. IL CONTESTO**

## **1.1. L'impianto**

Costruito tra il 2010 e il 2013 in località Gerbido, il termovalorizzatore di Torino è un impianto che incenerisce rifiuti urbani residui della raccolta differenziata e rifiuti speciali assimilabili agli urbani, trasformando il calore prodotto dalla combustione, in energia elettrica e termica. Con il rinnovo dell'ultima Autorizzazione Integrata Ambientale, il termovalorizzatore del Gerbido ha ottenuto dalla Città Metropolitana la possibilità di aumentare la sua capacità portando le iniziali 421 mila tonnellate all'anno di rifiuti bruciati, fino a saturazione del carico termico e per una capacità di trattamento pari a 560.000 t/anno, come indicato nel D.P.C.M. del 10 agosto 2016.

L'impianto si compone di un forno a griglia mobile a valle di tre linee, gemelle ed indipendenti, di conferimento rifiuti, con le uniche sezioni comuni relative allo stoccaggio/alimentazione ed alla conversione energetica (turbina e generatore). Esso dispone, inoltre, di un sistema di monitoraggio indipendente delle emissioni a camino, costantemente sorvegliato da ARPA in remoto.

## **1.2. Il programma SPoTT**

SPoTT (acronimo per Sorveglianza sulla salute della Popolazione nei pressi del Termovalorizzatore di Torino) è un sistema di sorveglianza con l'obiettivo generale di valutare potenziali effetti avversi dell'inquinamento ambientale sulla salute dei residenti nelle aree circostanti il termovalorizzatore di Torino. È attuato da ARPA Piemonte, ASL Città di Torino, ASL TO3, Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità su mandato specifico della Città Metropolitana di Torino.

L'organo tecnico che regola le attività di SPoTT è il Gruppo di Lavoro il cui coordinamento, a partire dal 2019, è in capo alla dott.ssa Cristiana Ivaldi della S.S. Epidemiologia Ambientale di ARPA Piemonte.

Il progetto si avvale di un Comitato Tecnico Scientifico che ha funzione di garante delle metodologie, della pianificazione delle varie linee progettuali e di validazione dei risultati.

Il Programma SPoTT è organizzato in diverse linee progettuali che riguardano la popolazione residente e i lavoratori dell'impianto di incenerimento. Ognuna di esse è affidata, per competenza, a gruppi di specialisti appartenenti ai diversi Enti che compongono il Gruppo di Lavoro. Le linee di attività sono:

- monitoraggio epidemiologico degli effetti a breve termine sulla salute della popolazione residente nell'area di ricaduta delle emissioni dell'impianto;
- sorveglianza epidemiologica degli effetti a lungo termine sulla salute della popolazione residente nell'area di ricaduta delle emissioni dell'impianto (tema del presente rapporto);
- monitoraggio biologico mediante misura di biomarcatori di esposizione;
- monitoraggio della salute dei lavoratori addetti all'impianto di termovalorizzazione del Gerbido;
- monitoraggio di matrici alimentari;
- studio modellistico di dispersione degli inquinanti in atmosfera;
- ampliamento del monitoraggio sulle deposizioni mercurio.

Accanto a queste attività, esistono poi funzioni trasversali che permettono la corretta gestione di un progetto così complesso e articolato:

- il coordinamento, con funzioni più amministrative e di accordo tra i diversi enti
- la gestione del data base e del deposito dei campioni biologici prelevati a fine futuri di ricerca
- una linea specificamente dedicata alla comunicazione

Conformemente a quanto richiesto dalla Legge, al fine di tutelare i diritti, la sicurezza e il benessere delle persone coinvolte e di fornire pubblica garanzia di tale tutela, SPoTT è stato valutato e approvato dal Comitato Etico dell'AOU San Luigi Gonzaga di Orbassano.

### **1.3. Razionale ed obiettivi dello studio**

A causa di diversi fattori ed eventi non prevedibili, è stato necessario apportare alcune modifiche rispetto al protocollo iniziale:

- differentemente da quanto previsto inizialmente dal protocollo, non è stato possibile avere accesso alla mortalità nominativa ISTAT per i vincoli più stringenti introdotti dalla nuova normativa della privacy;

- per quanto riguarda gli esiti alla nascita sono stati considerati solo gli anni validati da controllo di qualità, ovvero il periodo 2017-2019;
- per quanto riguarda il modello di dispersione delle emissioni, in questo report verranno usate mappe previsionali, mentre nel report finale si utilizzeranno le nuove mappe di ricaduta ottenute da Arpa sulla base delle emissioni effettive dell'impianto e che saranno calcolati dalla linea 6 di attività.

Obiettivo del presente report è quello di valutare se, dopo alcuni anni di funzionamento dell'impianto, vi siano stati eccessi in termini di ricoveri o di esiti avversi alla nascita attribuibili ad un'esposizione alle emissioni dell'impianto. In questo report sono considerate solo alcune cause di ricovero per malattie non oncologiche, quest'ultime saranno invece incluse nella Parte 2 dello studio.

Per gli esiti alla nascita la qualità dei dati ha permesso l'utilizzo esclusivamente del triennio 2017-2019. Per quanto riguarda i ricoveri e gli aborti spontanei è stato possibile includere gli anni dal 2014 al 2019, disponendo quindi di un periodo di osservazione più ampio.

Il modello di studio utilizzato, per quanto riguarda gli esiti di morbosità, è quello di coorte, mentre per gli esiti riproduttivi è si tratta di uno studio di prevalenza.

Per ogni soggetto sono state recuperate le informazioni presenti nei flussi sanitari correnti. Lo stato in vita e altre variabili utili allo studio sono state fornite dalle anagrafi comunali.

## **2. MATERIALI E METODI**

### **2.1. Disegno dello studio**

Questo report contribuisce ad aumentare le conoscenze ottenute con il biomonitoraggio della popolazione residente (Report SpoTT 1, 2, 3, 5, 8, 10, 11) e con lo studio degli effetti a breve termine (Report SpoTT 6). Tuttavia, mentre gli effetti a breve termine riguardano eventi che si verificano in tempi brevi dall'avvenuta esposizione alle emissioni, questo studio vuole invece valutare se ci sia un eccesso di ricoveri nell'area in studio per patologie che hanno un tempo di latenza di alcuni anni e che risultano potenzialmente associate a tali emissioni, come alcune patologie cardiovascolari e respiratorie (Porta et al 2009, Golini et al 2014, Ranzi et al 2011, Minichilli et al 2016).

In aggiunta, si vuole valutare se si siano verificati eventi avversi legati alle nascite (es. basso peso alla nascita o aborti spontanei) il cui eccesso è noto dalla letteratura essere in correlazione con esposizioni come quelle in studio (Candela et al 2013, Ashworth et al 2014, Candela et al 2015, Ghosh et al 2019, Tait et al, 2018).

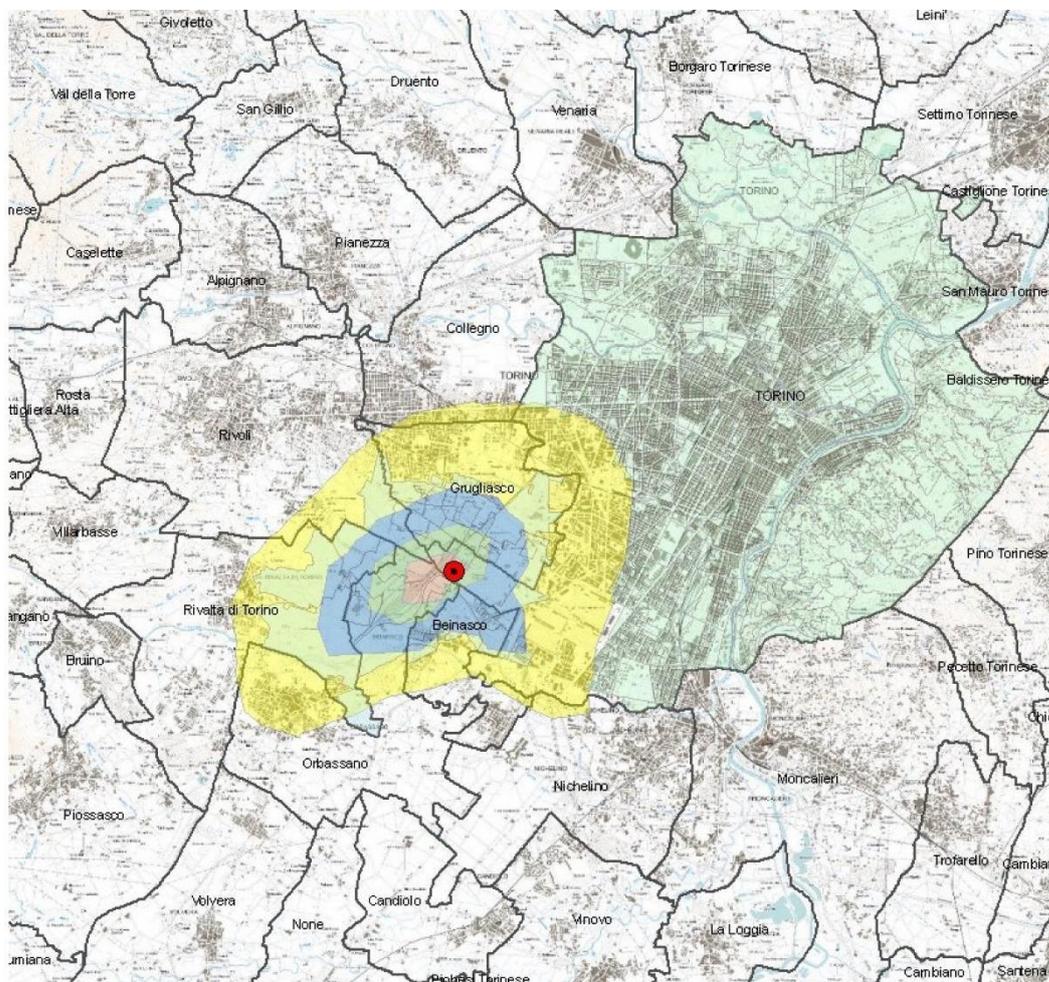
### **2.2. Area in studio**

Lo studio riguarda le popolazioni residenti nei comuni di Torino, Beinasco, Grugliasco, Orbassano, Rivalta di Torino e Rivoli.

L'area è stata selezionata in fase di disegno di studio, sulla base dei modelli di diffusione dei metalli pesanti (Fig. 2.1) sviluppati nel periodo precedente la costruzione dell'impianto (2005, o modello previsionale ex ante). L'area di ricaduta dei metalli pesanti è sovrapponibile a quello di altri inquinanti, quali diossine e IPA.

Questi modelli stimano le emissioni e la loro ricaduta teorica a seguito dell'attività di un impianto che rilasci inquinanti alle massime concentrazioni autorizzate dall'AIA, indipendentemente dalle emissioni reali prodotte invece nel ciclo di funzionamento. La modellistica utilizzata è stata prodotta con un modello lagrangiano a particelle, che tiene conto anche delle reazioni chimiche che intercorrono nello spazio considerato, oltre che delle variabili emissive autorizzate e della meteorologia media degli ultimi anni e rappresenta la modellistica più avanzata tra quelle disponibili a oggi in questo campo.

In riferimento alla mappa riportata in figura 2.1, l'area di esposizione utilizzata in questo report, in analogia con i report precedenti, è la superficie corrispondente ai colori giallo, blu, verde scuro e rosa che presenta una ricaduta potenzialmente superiore a 0,007 mg/m<sup>2</sup>/anno di metalli pesanti (deposizioni secche), valore che è stato scelto come discrimine per definire la popolazione esposta e non esposta.



Legenda (totale annuo previsionale delle deposizioni di metalli pesanti totali in mg/m<sup>2</sup>/anno):

Area di colore bianco	( )	0,000-0,007 mg/m <sup>2</sup> /anno
Area di colore verde chiaro	( )	0,000-0,007 mg/m <sup>2</sup> /anno
Area di colore giallo:	( )	0,007-0,014 mg/m <sup>2</sup> /anno
Area di colore blu:	( )	0,014-0,028 mg/m <sup>2</sup> /anno
Area di colore verde scuro:	( )	0,028-0,055 mg/m <sup>2</sup> /anno
Area di colore rosa :	( )	0,055-0,110 mg/m <sup>2</sup> /anno

**Fig. 2.1 Area previsionale di ricaduta delle emissioni utilizzata per la definizione dell'esposizione. Indicatore: Metalli pesanti totali, deposizioni secche. I pallini indicano le residenze della popolazione in studio**

Pertanto, considerando il contributo medio annuo dell'impianto, sono state definite le seguenti aree di esposizione, indipendentemente dai confini amministrativi:

- area esposti 1 (basso livello): area con concentrazione di metalli pesanti superiore a 0,007 mg/m<sup>2</sup>/anno;
- area esposti 2 (maggiore esposizione): area con deposizione di metalli pesanti superiore a 0,014 mg/m<sup>2</sup>/anno. Questa è la stessa area da cui sono stati campionati i soggetti considerati "esposti" nello studio del biomonitoraggio;
- area non esposti: area con concentrazione di metalli inferiore a 0,007 mg/m<sup>2</sup>/anno.

In analogia con quanto fatto per lo studio sugli effetti a breve termine, è stata selezionata inoltre una fascia di interposizione neutra di circa 300 m al di fuori dell'area di esposizione (buffer): la popolazione residente in quest'area non è stata considerata in analisi.

Sono, infine, state effettuate analisi di sensibilità, per testare la robustezza dei risultati (vedi Appendice).

### **2.3. Popolazione: selezione dei soggetti ed assegnazione dell'esposizione**

La popolazione oggetto delle analisi è costituita dai soggetti che risultano residenti nei comuni interessati alla sorveglianza (Beinasco, Grugliasco, Orbassano, Rivalta di Torino, Rivoli e Torino) nel periodo di osservazione in studio dal 01/01/2014 al 31/12/2019.

Sono state effettuate le seguenti selezioni per includere i soggetti nel periodo di follow up di interesse:

- eliminati i deceduti prima del 01/01/2014
- eliminati gli emigrati prima del 01/01/2014
- eliminati gli immigrati o nati dal 01/01/2020
- soggetti viventi al 31/12/2019

La residenza di ciascun soggetto è stata geo-riferita: per ogni indirizzo sono state attribuite le coordinate geografiche e successivamente mappate nelle aree di ricaduta delle emissioni dell'impianto (fig. 2.1). Sono state definite due aree di esposizione il cui valore è stato attribuito a ogni periodo di residenza. Ogni singolo periodo e indirizzo di residenza del soggetto è stato classificato come esposto o non esposto oppure compreso in un'area cuscinetto di

interposizione di 300 metri (area buffer). È stata anche identificata una zona che risulta essere di massima ricaduta degli inquinanti (quindi a massima esposizione), coincidente con l'area del biomonitoraggio (report 1,2,3,5,8,10,11).

Sono stati quindi analizzati i soggetti e i relativi cambi di residenza tra i comuni coinvolti. Sono stati inclusi nella coorte esclusivamente i casi in cui tale passaggio di residenza non abbia portato anche ad una variazione dello stato di esposizione nel periodo di osservazione. Si specifica che non è stato possibile seguire le variazioni di indirizzo entro lo stesso comune, in quanto lo storico di tali cambi di residenza non è disponibile per tutte le anagrafi comunali. Per i comuni di cui si dispone di tale dato è emersa una percentuale minima di cambi di residenza entro comune corrispondenti a cambio di esposizione. Si tratta quindi di un fenomeno poco rilevante che può comportare una minima misclassificazione dell'esposizione e che non dà origine a risultati distorti.

Infine, sono stati selezionati esclusivamente i residenti per almeno un anno nell'area in studio. È stata così ottenuta una coorte aperta in cui i soggetti entrano nello studio all'inizio del follow up 01/01/2014 o in un periodo successivo e vengono seguiti fino al 31/12/2019 se viventi e ancora registrati nelle anagrafi comunali. La popolazione inclusa nella coorte è composta da 722.632 soggetti, il cui follow up termina con la data di morte in caso di decesso (1,35%) o con la data di fine residenza nell'area in studio in caso di emigrazione (17,18%) o con la data di fine follow up (81,47%). Per i soggetti emigrati al di fuori dell'area in studio il periodo di inclusione termina con l'ultima data di emigrazione fornita dalle anagrafi dei comuni interessati, non essendo possibile avere informazioni né in merito ai successivi esiti di salute né riferite all'esposizione ambientale della nuova residenza.

La distribuzione della coorte suddivisa per comune e secondo l'attribuzione dell'esposizione è riportata nella Tabella 2.1

**Tabella 2.1:** Coorte aperta per comune e per zona di esposizione

Comuni	Coorte	Attribuzione esposizione*	Non esposti	Esposti area 1	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)	Fascia di 300 m (area buffer)
BEINASCO	19841	19700 (99.3%)	7958 (40.4%)	11742 (59.6%)	5467 (46.6%)	6 (0.03%)
GRUGLIASCO	41933	40247 (96.0%)	719 (1.8%)	39528 (98.2%)	4067 (10.3%)	1191 (2.8%)
ORBASSANO	25391	21676 (85.4%)	1119 (5.2%)	20557 (94.8%)	73 (0.4%)	2456 (9.7%)

RIVALTA	21736	16581 (76.3%)	8760 (52.8%)	7821 (47.2%)	343 (4.4%)	2506 (11.5%)
RIVOLI	55187	54515 (98.8%)	53378 (97.9%)	1137 (2.1%)	0 (0.0%)	672 (1.2%)
TORINO	558544	479940 (85.9%)	439010 (91.5%)	40930 (8.5%)	133 (0.3%)	42930 (7.9%)
Totale	722632	632659 (87.5%)	510944 (80.8%)	121715 (19.2%)	10083 (8.3%)	49761 (6,9%)

\*esclusi i soggetti residenti nella fascia di interposizione di 300 m (area buffer) o con indirizzo non georiferibile

È stato quindi possibile assegnare un valore di esposizione (esposto/non esposto) all'87.5% della coorte. La maggior parte dei non georeferenziati sono del comune di Torino, quindi non esposti. Non si può completamente escludere una distorsione delle stime, ma la percentuale di non georeferenziati è accettabile intorno al 5,6%. Questo ci permette di fornire risultati attendibili. Si evidenzia come la percentuale di soggetti esposti che risiedono nell'area 2 (corrispondente alla zona del biomonitoraggio) sia pari all'8.3%.

Questa coorte aperta è stata utilizzata per le analisi riferite agli esiti del concepimento e agli aborti spontanei per selezionare le donne tra i 15 e i 49 anni, residenti nell'area in studio con almeno un anno di esposizione. Invece per gli aborti spontanei, calcolati dal flusso SDO, sono stati inclusi gli eventi nell'intero periodo di osservazione 2014-2019.

La popolazione così analizzata è presentata in tabella 2.2

**Tabella 2.2.** Coorte aperta della popolazione femminile con età compresa tra i 15 e i 49 anni (periodo 2014-2019)

Comuni	Popolazione*	Non esposti	Esposti area 1	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
BEINASCO	4064 (3.0%)	1558 (38.3%)	2506 (61.7%)	1144 (45.7%)
GRUGLIASCO	8456 (6.1%)	174 (2.1%)	8282 (97.9%)	799 (9.6%)
ORBASSANO	4659 (3.4%)	235 (5.0%)	4424 (95.0%)	15 (0.3%)
RIVALTA	3614 (2.6%)	1892 (52.4%)	1722 (47.6%)	77 (4.5%)
RIVOLI	11398 (8.3%)	11125 (97.6%)	273 (2.4%)	0 (0.0%)
TORINO	105567 (76.6%)	97187 (92.1%)	8380 (7.9%)	34 (0.4%)
Totale	137758 (100.0%)	112171 (81.4%)	25587 (18.6%)	2069 (8.1%)

\*escluse le donne residenti nella fascia di interposizione di 300m e con indirizzo non georiferibile

Per gli esiti relativi al concepimento, problemi di completezza del flusso CEDAP hanno permesso l'inclusione dei soli parti avvenuti nel periodo 2017-2019. Le analisi sono state quindi effettuate per le donne che hanno partorito nel periodo 2017-2019, rivolgendosi ad una struttura sanitaria pubblica o privata convenzionata all'interno della regione Piemonte (tabella 2.3). Inoltre, sono stati eliminati i parti da procreazione assistita, come da indicazioni di letteratura riguardanti studi su altri inceneritori (Candela et al. 2013). Il numero totale di parti nel periodo in studio è pari a 8392, corrispondenti a 8494 nati.

**Tabella 2.3.** Coorte aperta della popolazione femminile tra i 15 e i 49 anni - parti avvenuti negli anni 2017-2019

Comuni	Popolazione	Non esposti	Esposti area 1	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
BEINASCO	263 (3.1%)	92 (35.0%)	171 (65.0%)	65 (38.0%)
GRUGLIASCO	524 (6.2%)	10 (1.9%)	514 (98.1%)	39 (7.6%)
ORBASSANO	329 (3.9%)	17 (5.2%)	312 (94.8%)	1 (0.3%)
RIVALTA	234 (2.8%)	127 (54.3%)	107 (45.7%)	7 (6.5%)
RIVOLI	704 (8.4%)	681 (96.7%)	23 (3.3%)	0 (0.0%)
TORINO	6338 (75.5%)	5806 (91.6%)	532 (8.4%)	3 (0.6%)
Totale	8392 (100.0%)	6733 (80.2%)	1659 (19.8%)	115 (6.9%)

Per quanto riguarda invece le analisi sulle SDO, al fine di poter seguire correttamente il soggetto nel periodo di follow up ed attribuirne in maniera più precisa l'esposizione, si è scelto di considerare la coorte fissa ottenuta selezionando esclusivamente i soggetti già presenti all'inizio del follow up, il 01/01/2014. La selezione dei soli soggetti classificabili in esposti e non esposti della coorte fissa è disponibile nella tabella 2.3.

**Tabella 2.4** Coorte fissa dei residenti nell'area di studio al 01/01/2014 per comune e zona di esposizione

Comuni	Popolazione	Attribuzione esposizione*	Non esposti	Esposti area 1	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
BEINASCO	16910 (2.8%)	16822 (99.5%)	6870 (40.8%)	9952 (59.2%)	4659 (46.8%)
GRUGLIASCO	35007 (5.8%)	33628 (96.1%)	585 (1.7%)	33043 (98.3%)	3569 (10.8%)
ORBASSANO	21321 (3.6%)	18203 (85.4%)	954 (5.2%)	17249 (94.8%)	39 (0.2%)
RIVALTA	18274 (3.0%)	13978 (76.5%)	7500 (53.7%)	6478 (46.3%)	286 (4.4%)
RIVOLI	48386 (8.1%)	47798 (98.8%)	46817 (97.9%)	981 (2.1%)	0 (0.0%)
TORINO	460399 (76.7%)	399122 (86.7%)	363979 (91.2%)	35143 (8.8%)	107 (0.3%)
Totale	600297 (100.0%)	529551 (88.2%)	426705 (80.6%)	102846 (19.4%)	8660 (8.4%)

\*esclusi i soggetti residenti nella fascia di interposizione di 300 m e con indirizzo non georiferibile.

I soggetti ai quali è stato assegnato il dato di esposizione nei sei comuni sono 529.551 su 600.297(88.2%). Si consideri che dal computo sono stati esclusi sia la fascia di interposizione di 300 metri, sia i soggetti per i quali non è stato possibile georiferire l'indirizzo fornito nei dati anagrafici comunali.

Considerata la tipologia degli esiti sanitari analizzati e per analogia con il report relativo al biomonitoraggio si è scelto, infine, di includere nelle analisi esclusivamente i soggetti con età uguale o superiore a 35 anni. Le analisi descrittive sono riportate in tabella 2.5.

**Tabella 2.5** Coorte fissa 35+ dei residenti nell'area di studio al 01/01/2014 per comune e zona di esposizione

Comuni	Popolazione	Non esposti	Esposti area 1	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
BEINASCO	11747 (3.2%)	4833 (41.1%)	6914 (58.9%)	3328 (48.1%)
GRUGLIASCO	23348 (6.3%)	397 (1.7%)	22951 (98.3%)	2480 (10.8%)
ORBASSANO	12397 (3.4%)	633 (5.1%)	11764 (94.9%)	29 (0.2%)
RIVALTA	9297 (2.5%)	4952 (53.3%)	4345 (46.7%)	189 (4.3%)
RIVOLI	32981 (8.9%)	32340 (98.1%)	641 (1.9%)	0 (0.0%)
TORINO	279466 (75.7%)	254854 (91.2%)	24612 (8.8%)	74 (0.3%)
Totale	369236 (100.0%)	298009 (80.7%)	71227 (19.3%)	6100 (8.6%)

La popolazione analizzata per i ricoveri è quindi composta da 369.236 soggetti, di cui 89.770 (24.3%) residenti nei comuni di Beinasco, Grugliasco, Orbassano, Rivalta, Rivoli e 279.466 (75.7%) nel comune di Torino.

Si noti che sul totale della popolazione in studio l'80,7% dei soggetti risulta non esposto, mentre il 19,3% esposto, di cui l'8.6% vive nella zona di massima ricaduta, con percentuali eterogenee tra i comuni.

## 2.4. Esiti sanitari

In seguito alla costruzione della base dati anagrafica sono state associate le informazioni dei flussi sanitari SDO (Schede di Dimissione Ospedaliera) e CEDAP (Certificati di assistenza al parto). Disponendo delle anagrafi nominative sono stati richiesti alle ASL coinvolte nel progetto sia le annualità SDO che gli archivi CEDAP indicanti il codice fiscale del paziente.

### 2.4.1 SDO (Schede di Dimissione Ospedaliera)

Per la coorte fissa dei soggetti con 35 o più anni, contenente l'informazione riferita all'esposizione, sono stati recuperati i dati sanitari contenuti nelle Schede di Dimissione Ospedaliera delle strutture sanitarie pubbliche o private convenzionate della regione Piemonte, riferite alle dimissioni avvenute nel periodo 2011-2019. Considerato il periodo limitato di follow-up (2014-2019), si è valutato non opportuno analizzare ricoveri per cause tumorali (che sono patologie a lunga latenza) e si è scelto di includere nello studio i seguenti esiti:

<b>Esiti sanitari analizzati</b>
<b>Diabete</b> (ICD IX 250 nei sei campi diagnosi)
<b>Malattie cardiovascolari</b> (ICD IX 390-459 in diagnosi principale)
Malattie cardiache (ICD IX: 390-429 in diagnosi principale)
Malattie ischemiche del cuore (ICD IX 410-414 nei sei campi diagnosi)
Insufficienza cardiaca cronica (ICD IX 428.0, 428.2, 428.9 nei sei campi diagnosi)
Malattie cerebro-vascolari (ICD IX 430-438 in diagnosi principale)
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b> (ICD IX 460-519 in diagnosi principale)
Malattie respiratorie acute (ICD IX: 460-466, 480-487 in diagnosi principale)
BPCO escluso asma (ICD IX: 490-492, 494, 496)

Per l'analisi di questi ricoveri sono stati considerati unicamente i soggetti che rispettano i criteri di inclusione nello studio, ovvero essere stati residenti per almeno un anno nell'area di interesse a partire dalla data del 01/01/2014. Considerando un periodo di latenza pari ad un anno, i ricoveri presi in esame di cui si testa una possibile relazione con l'esposizione all'inceneritore, riguardano quindi il periodo 2015-2019.

Per ogni causa, inoltre, sono stati selezionati i soli casi incidenti nel periodo di interesse 2014-2019, eliminando i soggetti con un ricovero nei tre anni precedenti rispetto all'inizio dello studio, in modo da tendere ad includere solo nuovi casi di patologie che potrebbero essere potenzialmente attribuiti all'impianto.

### 2.4.2. CEDAP (Certificati di Assistenza al parto)

Diversi studi italiani e internazionali (Santoro et al. 2016, Ghosh et al. 2019, Ashwoth et al. 2014, Candela et al. 2013), si sono occupati di un possibile effetto dell'esposizione da impianti di incenerimento rifiuti, sugli aborti spontanei e sui seguenti esiti della gravidanza:

- numero di parti gemellari (*Multiple Birth*)
- 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 (*Preterm Birth*)
- numero nati a termine con peso inferiore a 2500 g (*Low Birth Weight*)
- 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 (*Small for Gestational Age*)

Per la variabile "Small for Gestational Age", il dato è stato ricavato utilizzando direttamente l'informazione presente nei CEDAP, seguendo l'algoritmo riportato nello studio di Bertino et al, 2010. Inoltre, in linea con l'articolo di Candela et al 2013, nell'ambito del progetto MONITER (relativo alla sorveglianza degli effetti sulla salute degli inceneritori in Emilia-Romagna), sono state escluse dalle analisi le gravidanze derivanti da procreazione assistita.

Relativamente al calcolo del numero di aborti spontanei, considerato nel presente report tra gli outcome relativi al concepimento, si sottolinea che l'informazione non è presente nel flusso CEDAP ma risulta esclusivamente individuabile dal flusso SDO. Prendendo come riferimento l'articolo di Candela (Candela et al 2015), l'occorrenza di aborti spontanei è stata studiata come proporzione tra il numero degli aborti spontanei e le gravidanze a rischio in un dato periodo, stimate aggiungendo i nati vivi, i nati morti, gli aborti spontanei e quelli volontari. Tale proporzione viene calcolata con un indice STAR (Simplified True Abortion Risk):

$$STAR = \frac{SAB}{(SAB + LB + SB + rIAB)} * 100$$

dove:

SAB: aborti spontanei (ICD IX: 632 e 634 in diagnosi principale)

LB: nati vivi (ICD IX: 650 e V27 in ogni diagnosi se non si tratta di nato morto)

SB: nati morti (ICD IX: V27.1, V27.3, V27.4, V27.6, V23.5, 779.9, 768.0, 768.1, 656.4 in ogni diagnosi)

IAB: aborti indotti (ICD IX: 635)

R: proporzione di aborti indotti che dovrebbero essere aggiunti in quanto a rischio di diventare aborti spontanei (il valore di r considerato è pari a ½ in analogia con l'articolo).

Per quanto riguarda le malformazioni, in Regione Piemonte la mancanza di un registro regionale non permette di disporre di informazioni complete ed esaustive. Inoltre, i valori registrati nel flusso CEDAP non risultano uniformi tra i diversi anni, facendo supporre una mancata standardizzazione nell'inserimento dei dati da parte di differenti operatori.

### 2.4.3 Variabili incluse nelle analisi

Nei modelli statistici si deve tenere conto di variabili individuali e di contesto che possono influenzare l'associazione tra l'esito sanitario in studio e l'esposizione. Si pensi al caso in cui è noto che una certa malattia si presenta in percentuale maggiore nei maschi nella popolazione generale e vi sia, tra gli esposti, una percentuale maggiore di maschi. In tal caso l'aumento di rischio di malattia che si osserverà potrebbe essere causato più dallo sbilanciamento geografico tra i sessi che non dall'esposizione al determinante in studio. Pertanto, si includono nel modello variabili, denominate "confondenti" che potrebbero influenzare/confondere i risultati.

Nel presente studio come potenziali confondenti, relativi agli esiti SDO, sono state considerate alcune variabili ricavabili dalle anagrafi comunali. Come informazioni demografiche sono state incluse la classe di età, il sesso ed il comune di residenza. Come determinanti comunemente utilizzati per indicare le condizioni socioeconomiche vengono impiegate variabili quali l'area di nascita, lo stato civile, il vivere solo o in coabitazione, il titolo di studio e la posizione professionale. Le variabili "area di nascita" (nord-ovest, nord-est, centro, sud e isole, estero) e lo "stato civile" (sposato/a – convivente – unione civile, vedovo/a, celibe/nubile, divorziato/a) non sono risultate disponibili per tutte le anagrafi comunali coinvolte nello studio. La variabile "titolo di studio" (licenza elementare, diploma di scuola media inferiore, diploma di scuola media superiore, laurea o titoli successivi alla laurea) e la "posizione professionale" non sono certificate dalle anagrafi per loro natura e presentano lacune nella compilazione.

Pertanto, in fase di analisi sugli esiti SDO, come variabili individuali, sono state utilizzate la classe di età, il sesso, il comune di residenza ed il vivere solo o in coabitazione (variabile dicotomica ricavata dal "numero famiglia" proveniente dalle anagrafi, che vale 0 se il soggetto vive solo e 1 altrimenti).

A queste informazioni è stato aggiunto l'indice di deprivazione come variabile di contesto, calcolato sulla sezione di censimento (Caranci et al 2010). Tale indice tiene conto di cinque condizioni che concorrono operativamente a descrivere il concetto multidimensionale della

deprivazione sociale e materiale: basso livello di istruzione, disoccupazione, mancato possesso dell'abitazione, famiglia monogenitoriale ed alta densità abitativa. Nelle analisi viene utilizzata come variabile categoriale a 5 livelli, dove il livello 1 corrisponde ad una sezione di censimento molto ricca, e, il livello 5 corrisponde ad una sezione molto povera.

Le concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> ed NO<sub>2</sub> normalmente disponibili ([GeoPortale ARPA Piemonte - Home](#)) sono ricavate dal modello che ARPA Piemonte produce annualmente su griglia 4 km x 4 km per tutto il Piemonte. Tale informazione, per gli obiettivi dello studio, risultava con un dettaglio limitato stante la ridotta superficie dei comuni considerati. Per migliorare la stima di questa misura, è stata pertanto utilizzata la media ricavata dai modelli previsionali dell'anno 2015 su griglia 1 km x 1 km, sempre prodotto da ARPA Piemonte (N.B. Non sono quindi stati usati i dati provenienti dalle centraline). Ad ogni soggetto, in base all'indirizzo di residenza, è stato quindi attribuito il livello di PM<sub>2.5</sub> ed NO<sub>2</sub> corrispondente. L'inserimento di tali variabili cerca di tenere in considerazione l'inquinamento presente nella zona in studio e di scorporare i soli effetti dovuti all'impianto.

Visti i valori delle medie annue dei due inquinanti in studio nella zona considerata, il PM<sub>2.5</sub> è stato incluso nei modelli categorizzato su due livelli, "basso" e "alto" corrispondenti rispettivamente alle classi "18.5-30.5" e "30.5-42.2". Sempre sulla base dei dati in studio, l'NO<sub>2</sub> è stato suddiviso nei seguenti quattro livelli "25.0-39.0", "39.0-60.5", "60.5-70.0", "70.0-80.9". Queste variabili ambientali servono per provare ad escludere che l'eventuale associazione con l'esito sia in realtà dovuta alla costruzione dell'inceneritore in una zona inquinata che, come da letteratura, ha effetti sugli outcome sanitari analizzati.

Per quanto riguarda gli esiti alla nascita (CEDAP) come variabili confondenti sono state utilizzate la classe di età, l'indice di deprivazione, il titolo di studio, la condizione professionale e le variabili ambientali (PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>). In tal caso è stato possibile utilizzare le variabili titolo di studio e condizione professione della madre, informazioni di buona qualità recuperate direttamente dalla fonte informativa dei certificati di assistenza al parto.

## **2.5. Metodi statistici**

### *2.5.1. Analisi sui ricoveri*

Comunemente per effettuare analisi di sopravvivenza ed indagare l'associazione tra il tempo di sopravvivenza dei soggetti e una o più variabili predittive viene utilizzato il modello di Cox. I risultati sono espressi in termini di hazard ratio (HR) o tasso di rischio: un HR maggiore di 1 e con l'intervallo di confidenza interamente sopra 1 implica un rischio maggiore (di un numero di volte pari al valore puntuale dell'HR) negli esposti rispetto ai non esposti di avere un ricovero per la causa analizzata.

Nel presente studio la "sopravvivenza" ha il significato di tempo che intercorre dall'inserimento nello studio di coorte fissato al 01/01/2014, fino al verificarsi del primo ricovero per ognuna delle patologie in studio. L'esposizione all'inceneritore è stata studiata considerando sia una classificazione a due livelli (esposto vs non esposto) che una a tre livelli (non esposti, esposti area1 ed esposti area2 ovvero area del biomonitoraggio cioè di massima ricaduta). Gli intervalli di confidenza sono stati calcolati al 95%.

In una prima fase è stata effettuata un'analisi (*modello base*) studiando l'associazione di ciascun esito sanitario di interesse con l'esposizione, inserendo come potenziali confondenti l'età, il sesso, il comune di residenza, il vivere solo o in coabitazione e l'indice di deprivazione.

In un secondo momento è stata considerata una seconda analisi (*modello completo*) che alla precedente aggiunge come potenziali confondenti le *variabili ambientali PM2.5 e NO2*. In questo modo si cerca di correggere l'eventuale associazione dovuta in realtà non all'inceneritore, ma alle condizioni di inquinamento industriale ed ambientale dovute alla zona nella quale è ubicato l'inceneritore (altri impianti industriali, traffico veicolare, ecc...).

È stato utilizzato il software SAS (v.9.4) sia per la creazione di archivi che per le analisi. Per l'attribuzione del livello di esposizione ad ogni soggetto georiferito è stato usato il software QGIS (v3.16.1). Per la costruzione della variabile traffico è stato usato il software R (v 4.0.3). Le concentrazioni di PM2.5 ed NO2 su griglia sono state attribuite agli indirizzi di residenza in studio con il software QGIS (v 3.16.1).

### **2.5.2. Analisi sugli esiti del concepimento**

Gli eventi avversi al parto sono stati dapprima analizzati a livello descrittivo, valutandone la differenza tra le varie zone di esposizione. Nel caso in cui l'area di massima ricaduta ("area 2") non presenti un numero di esiti avversi sufficientemente grande, tale area non è stata presa in considerazione per le analisi. Per gli esiti alla nascita che presentano numerosità sufficienti,

sono stati analizzati i dati attraverso modelli lineari generalizzati, usando un modello di tipo log-binomiale, secondo quanto riportato nell'articolo (Deddens & Petersen, 2008).

Per l'esito "aborto spontaneo", non trattandosi di rapporto di prevalenza, è stato applicato un modello binomiale standard.

Nei modelli, come potenziali confondenti, sono state incluse le variabili riferite alla madre: *età, indice di deprivazione, titolo di studio, condizione professionale* e variabili ambientali (*PM2.5, NO<sub>2</sub>*).

### 2.5.3. *Analisi di sensibilità*

Negli studi epidemiologici è importante effettuare analisi di sensibilità per verificare la robustezza delle conclusioni del lavoro presentato. Se i risultati sono ancora validi in base a ipotesi, metodi o scenari diversi, viene rafforzata l'attendibilità dei risultati ottenuti.

Nel presente lavoro sono state effettuate diverse analisi di sensibilità, per i ricoveri della coorte fissa dei soggetti con 35 o più anni sono state effettuate analisi variando le aree di esposizione. In particolare, sono state considerate altre due zone intermedie di esposizione (area 3 e area4), oltre all'area2 di massima ricaduta. Come secondo approccio sono stati inoltre inclusi tra gli esposti non solo i soggetti dell'area1, ma anche i residenti nella fascia di interposizione di 300 m (area buffer).

Infine, è stata effettuata un'ulteriore analisi di sensibilità relativa alle variabili ambientali cercando di inserire un'informazione su una scala spaziale con un maggiore livello di dettaglio rispetto alla griglia 1km x 1km. In luogo del PM2.5 e NO<sub>2</sub> sono state inserite una variabile relativa al traffico, misurata con il numero di veicoli su archi di strada intorno alla residenza e una variabile che indica la distanza della residenza inferiore ad 1 km da fonti emissive (si veda l'appendice per una descrizione dettagliata di queste variabili).

Per gli esiti del concepimento sono stati calcolati i rapporti di prevalenza anche per le aree di esposizioni intermedie (area3 e area4). I risultati di tali analisi di sensibilità ed i relativi confronti con le analisi principali sono disponibili in Appendice.

## 3. RISULTATI

### 3.1. Analisi sui ricoveri

#### 3.1.1 Descrittive

La selezione dei ricoveri riferiti alle patologie di interesse è stata considerata unicamente per i soggetti che rispettano i criteri di inclusione nello studio, ovvero l'essere residenti per almeno un anno nell'area in studio a partire dalla data del 01/01/2014.

Il numero totale dei ricoveri così selezionati e la relativa suddivisione per anno per singola causa analizzata sono riportati in tabella 3.1

**Tabella 3.1:** Ricoveri ospedalieri coorte aperta di soggetti con 35 o più anni

<b>Causa in studio</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Totale</b>
<b>Diabete</b>	1619	1297	1213	1187	1052	6368
<b>Malattie cardiovascolari</b>	5997	5477	4764	4642	4434	25314
Malattie cardiache	3676	3404	3030	3059	3002	16171
Malattie ischemiche del cuore	2305	2112	1905	1772	1723	9817
Insufficienza cardiaca cronica	1110	1020	943	1006	995	5074
Malattie cerebro-vascolari	1542	1419	1371	1286	1293	6911
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	2886	2525	2581	2559	2458	13009
Malattie respiratorie acute	1029	902	993	996	1024	4944
BPCO escluso asma	1070	1031	931	822	793	4647

Di seguito vengono presentate le distribuzioni della coorte fissa dei soggetti con 35 o più anni, suddivise per Asl e per zona di esposizione, secondo le variabili confondenti impiegate nei modelli.

Dalla tabella 3.2 si evidenzia come il 54.5% dei soggetti in studio sia di sesso femminile, mentre il 45.5% di sesso maschile. La percentuale di maschi tra gli esposti è pari al 46.6% e risulta significativamente diversa dall'analogha proporzione del 53.4% delle femmine (p value <.0001). Tali percentuali si mantengono costanti anche nel caso vengano analizzate a livello delle singole Asl considerate nello studio.

**Tabella 3.2:** Distribuzione per genere

Genere	Totale	Non esposti	Esposti	Non esposti ASLTO	Esposti ASLTO	Non esposti ASLTO3	Esposti ASLTO3
Maschio	167878 (45.5%)	134678 (45.2%)	33200 (46.6%)	114494 (44.9%)	11326 (46.0%)	20184 (46.8%)	21874 (46.9%)
Femmina	201358 (54.5%)	163331 (54.8%)	38027 (53.4%)	140360 (55.1%)	13286 (54.0%)	22971 (53.2%)	24741 (53.1%)
Totale	369236 (100.0%)	298009 (100.0%)	71227 (100.0%)	254854 (100.0%)	24612 (100.0%)	43155 (100.0%)	46615 (100.0%)

In tabella 3.3 è riportata la distribuzione della coorte per classi di età. Tra i residenti nella zona di esposizione si ha il 33.0% di soggetti con 35-49 anni, il 30,5% con 50-64 anni, il 19.3% con 65-74 anni, il 13.5% con 75-84 anni ed il 3.6% con 85 o più anni (p value <.0001).

**Tabella 3.3:** Distribuzione per classi di età

Età	Totale	Non esposti	Esposti	Non esposti ASLTO	Esposti ASLTO	Non esposti ASLTO3	Esposti ASLTO3
35-49	122324 (33.1%)	98787 (33.1%)	23537 (33.0%)	84920 (33.3%)	8035 (32.6%)	13867 (32.1%)	15502 (33.3%)
50-64	108729 (29.4%)	87033 (29.2%)	21696 (30.5%)	73525 (28.8%)	7106 (28.9%)	13508 (31.3%)	14590 (31.3%)
65-74	69112 (18.7%)	55345 (18.6%)	13767 (19.3%)	46775 (18.4%)	4467 (18.1%)	8570 (19.9%)	9300 (20.0%)
75-84	52002 (14.1%)	42358 (14.2%)	9644 (13.5%)	36720 (14.4%)	3856 (15.7%)	5638 (13.1%)	5788 (12.4%)
85+	17069 (4.6%)	14486 (4.9%)	2583 (3.6%)	12914 (5.1%)	1148 (4.7%)	1572 (3.6%)	1435 (3.1%)
Totale	369236 (100.0%)	298009 (100.0%)	71227 (100.0%)	254854 (100.0%)	24612 (100.0%)	43155 (100.0%)	46615 (100.0%)

Dalla tabella 3.4 si evince che il 16.6% dei soggetti inclusi nella coorte vive solo e si osserva che la percentuale di chi vive solo è maggiore tra i non esposti rispetto agli esposti (p value <.0001).

**Tabella 3.4:** Distribuzione della popolazione in studio secondo la variabile vivere solo o in coabitazione

<b>Vivere solo</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Non esposti ASLTO</b>	<b>Esposti ASLTO</b>	<b>Non esposti ASLTO3</b>	<b>Esposti ASLTO3</b>
Non vive solo	307951 (83.4%)	246671 (82.8%)	61280 (86.0%)	210630 (82.6%)	22003 (89.4%)	36041 (83.5%)	39277 (84.3%)
Vive solo	61285 (16.6%)	51338 (17.2%)	9947 (14.0%)	44224 (17.4%)	2609 (10.6%)	7114 (16.5%)	7338 (15.7%)
Totale	369236 (100.0%)	298009 (100.0%)	71227 (100.0%)	254854 (100.0%)	24612 (100.0%)	43155 (100.0%)	46615 (100.0%)

In tabella 3.5 sono riportate le descrittive suddivise in base ai valori dell'indice di deprivazione. Per questa variabile sono state incluse nelle analisi i dati mancanti come categoria a parte, trattandosi spesso di nuove abitazioni non ancora identificate con una sezione di censimento nel 2011. Tra gli esposti la distribuzione percentuale indica per la categoria molto ricco il 15.1%, per ricco il 19.3%, per medio il 18.8%, per povero il 14.5%, per molto povero il 20.8%, per mancante l'11.4% (p value <.0001).

**Tabella 3.5:** Distribuzione della popolazione per indice di deprivazione

<b>Indice di deprivazione</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Non esposti ASLTO</b>	<b>Esposti ASLTO</b>	<b>Non esposti ASLTO3</b>	<b>Esposti ASLTO3</b>
Molto ricco	75461 (20.4%)	64673 (21.7%)	10788 (15.1%)	59895 (23.5%)	4814 (19.6%)	4778 (11.1%)	5974 (12.8%)
Ricco	69725 (18.9%)	55987 (18.8%)	13738 (19.3%)	47518 (18.6%)	5684 (23.1%)	8469 (19.6%)	8054 (17.3%)
Medio	72568 (19.7%)	59209 (19.9%)	13359 (18.8%)	52860 (20.7%)	7091 (28.8%)	6349 (14.7%)	6268 (13.4%)
Povero	51462 (13.9%)	41106 (13.8%)	10356 (14.5%)	33548 (13.2%)	2558 (10.4%)	7558 (17.5%)	7798 (16.7%)
Molto povero	52844 (14.3%)	38004 (12.8%)	14840 (20.8%)	29427 (11.5%)	4112 (16.7%)	8577 (19.9%)	10728 (23.0%)
Sez. censimento recente/mancante	47176 (12.8%)	39030 (13.1%)	8146 (11.4%)	31606 (12.4%)	353 (1.4%)	7424 (17.2%)	7793 (16.7%)
Totale	369236 (100.0%)	298009 (100.0%)	71227 (100.0%)	254854 (100.0%)	24612 (100.0%)	43155 (100.0%)	46615 (100.0%)

Per quanto riguarda le variabili ambientali PM2.5 e NO<sub>2</sub> si presentano, nelle tabelle 3.6 e 3.7, i risultati delle frequenze in analogia ai precedenti risultati relativi alle altre variabili confondenti.

**Tabella 3.6:** Distribuzione dei soggetti per PM2.5 relativo all'indirizzo di residenza

<b>PM2.5 (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Non esposti ASLTO</b>	<b>Esposti ASLTO</b>	<b>Non esposti ASLTO3</b>	<b>Esposti ASLTO3</b>
18.5-30.5	229301 (62.1%)	188977 (63.4%)	40324 (56.6%)	145822 (57.2%)	2774 (11.3%)	43155 (100.0%)	37550 (80.6%)
30.5-42.2	139935 (37.9%)	109032 (36.6%)	30903 (43.4%)	109032 (42.8%)	21838 (88.7%)	0 (0.0%)	9065 (19.4%)
Totale	369236 (100.0%)	298009 (100.0%)	71227 (100.0%)	254854 (100.0%)	24612 (100.0%)	43155 (100.0%)	46615 (100.0%)

Tra gli esposti il 43.4% % risiede in zone con valori di PM2.5 nell'intervallo 30.5-42.2 ug/m<sup>3</sup>, contro il 56.6% in zone con valori nella classe 18.5-30.5 ug/m<sup>3</sup> (p value <.0001). Gli esposti di Torino per l'88.7% risiedono in zone maggiormente inquinate con valori più alti di PM2.5. Se vengono invece considerati i soli comuni afferenti al territorio dell'ASLTO3, non ci sono casi non esposti ad inceneritore che rientrano nella categoria più alta di PM2.5. Si evidenzia quindi come esposizione ad inceneritore e ad inquinamento siano sovrapponibili in tale zona.

**Tabella 3.7:** Distribuzione dei soggetti per NO<sub>2</sub> relativo all'indirizzo di residenza

<b>NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Non esposti ASLTO</b>	<b>Esposti ASLTO</b>	<b>Non esposti ASLTO3</b>	<b>Esposti ASLTO3</b>
25.0-39.0	33270 (9.0%)	17881 (6.0%)	15389 (21.6%)	1876 (0.7%)	0 (0.0%)	16005 (37.1%)	15389 (33.0%)
39.0-60.5	185706 (50.3%)	156724 (52.6%)	28982 (40.7%)	129574 (50.8%)	3174 (12.9%)	27150 (62.9%)	25808 (55.4%)
60.5-70.0	147084 (39.8%)	122448 (41.1%)	24636 (34.6%)	122448 (48.0%)	20339 (82.6%)	0 (0.0%)	4297 (9.2%)
70.0-80.9	3176 (0.9%)	956 (0.3%)	2220 (3.1%)	956 (0.4%)	1099 (4.5%)	0 (0.0%)	1121 (2.4%)
Totale	369236 (100.0%)	298009 (100.0%)	71227 (100.0%)	254854 (100.0%)	24612 (100.0%)	43155 (100.0%)	46615 (100.0%)

Anche in questo caso si ha un p value <.0001 e si può notare per i comuni dell'ASLTO3 come non ci siano casi non esposti ad inceneritore che rientrino nelle categorie più alte di NO<sub>2</sub>.

Per tali inquinanti sono stati inoltre calcolati valore medio ed intervallo minimo e massimo, presentati rispettivamente nelle tabelle 3.8 e 3.9.

**Tabella 3.8:** Valore medio ed intervallo minimo e massimo per PM2.5

Comuni	Totale	Non esposti	Esposti area 1	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
BEINASCO	29.36 (25.44 - 42.13)	27.58 (26.79 - 29.52)	30.60 (25.44 - 42.13)	32.34 (26.18 - 42.13)
GRUGLIASCO	28.90 (23.49 - 37.54)	24.97 (23.49 - 28.77)	28.97 (24.03 - 37.54)	30.26 (27.63 - 37.54)
ORBASSANO	22.29 (20.66 - 34.54)	23.01 (20.66 - 28.13)	22.25 (21.10 - 34.54)	27.41 (25.15 - 34.54)
RIVALTA	21.34 (19.51 - 25.58)	20.97 (19.51 - 21.77)	21.75 (20.82 - 25.58)	21.96 (20.82 - 25.58)
RIVOLI	22.39 (18.57 - 24.46)	22.38 (18.57 - 24.46)	23.24 (21.74 - 24.13)	
TORINO	30.36 (21.43 - 42.13)	30.07 (21.43 - 37.35)	33.31 (28.48 - 42.13)	33.81 (33.58 - 42.13)

**Tabella 3.9:** Valore medio ed intervallo minimo e massimo per NO<sub>2</sub>

Comuni	Totale	Non esposti	Esposti area 1	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
BEINASCO	53.50 (46.88 - 80.87)	50.38 (47.71 - 54.54)	55.68 (46.88 - 80.87)	58.45 (49.83 - 80.87)
GRUGLIASCO	50.65 (42.35 - 72.07)	44.73 (42.48 - 50.50)	50.75 (42.35 - 72.07)	51.22 (44.80 - 68.39)
ORBASSANO	37.48 (29.26 - 62.16)	38.26 (29.26 - 55.01)	37.44 (33.16 - 62.16)	49.67 (44.22 - 62.16)
RIVALTA	33.89 (25.09 - 44.22)	32.42 (25.09 - 37.59)	35.57 (32.51 - 44.22)	35.13 (32.51 - 44.22)
RIVOLI	39.99 (26.11 - 47.30)	40.03 (26.11 - 47.30)	38.16 (35.99 - 42.16)	
TORINO	60.18 (32.08 - 80.87)	59.70 (32.08 - 72.07)	65.09 (52.33 - 80.87)	65.94 (65.52 - 80.87)

Dalle tabelle 3.8 e 3.9 si conferma che per la maggior parte dei comuni l'esposizione ad inceneritore corrisponde anche ad una maggiore esposizione all'inquinamento da PM2.5 e NO<sub>2</sub> secondo il modello previsionale utilizzato nello studio. Per entrambi gli inquinanti, sul totale della popolazione, il test di confronto dei valori medi tra esposti area 1 e non esposti fornisce valori di p value < 0.001.

Per quanto riguarda invece il dettaglio delle singole cause di ricovero analizzate, sono disponibili in tabella 3.10 le numerosità dei soggetti suddivisi per zona di esposizione.

**Tabella 3.10:** Distribuzione dei soggetti ricoverati per patologia e per zona di esposizione

Causa in studio	Totale	Non esposti	Esposti area 1	p	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
Diabete	6368	5051 (79.3%)	1317 (20.7%)	0.0029	120 (9.1%)
Malattie cardiovascolari	25314	20337 (80.3%)	4977 (19.7%)	0.1407	421 (8.5%)
Malattie cardiache	16171	12932 (80.0%)	3239 (20.0%)	0.0155	281 (8.7%)

<b>Causa in studio</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti area 1</b>	<b>p</b>	<b>Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)</b>
Malattie ischemiche del cuore	9817	7827 (79.7%)	1990 (20.3%)	0.0089	182 (9.1%)
Insufficienza cardiaca cronica	5074	4061 (80.0%)	1013 (20.0%)	0.2106	100 (9.9%)
Malattie cerebro-vascolari	6911	5671 (82.1%)	1240 (17.9%)	0.0036	99 (8.0%)
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	13009	10392 (79.9%)	2617 (20.1%)	0.0139	229 (8.8%)
Malattie respiratorie acute	4944	4003 (81.0%)	941 (19.0%)	0.6343	90 (9.6%)
BPCO escluso asma	4647	3782 (81.4%)	865 (18.6%)	0.2427	72 (8.3%)

Nelle tabelle successive si riporta invece la distribuzione dei soggetti ricoverati per ogni singola patologia suddivisi secondo le modalità di alcune variabili utilizzate come potenziali confondenti.

**Tabella 3.11:** Distribuzione del numero di soggetti ricoverati per comune di residenza

<b>Causa in studio</b>	<b>Totale</b>	<b>Beinasco</b>	<b>Grugliasco</b>	<b>Orbassano</b>	<b>Rivalta</b>	<b>Rivoli</b>	<b>Torino</b>	<b>p</b>
<b>Diabete</b>	6368	254 (4.0%)	394 (6.2%)	250 (3.9%)	173 (2.7%)	519 (8.2%)	4778 (75.0%)	<0.0001
<b>Malattie cardiovascolari</b>	25314	822 (3.2%)	1637 (6.5%)	876 (3.5%)	656 (2.6%)	2193 (8.7%)	19130 (75.6%)	0.3836
Malattie cardiache	16171	540 (3.3%)	1042 (6.4%)	582 (3.6%)	433 (2.7%)	1403 (8.7%)	12171 (75.3%)	0.1697
Malattie ischemiche del cuore	9817	354 (3.6%)	691 (7.0%)	359 (3.7%)	271 (2.8%)	973 (9.9%)	7169 (73.0%)	<0.0001
Insufficienza cardiaca cronica	5074	205 (4.0%)	289 (5.7%)	205 (4.0%)	135 (2.7%)	445 (8.8%)	3795 (74.8%)	0.0002
Malattie cerebro-vascolari	6911	226 (3.3%)	402 (5.8%)	229 (3.3%)	141 (2.0%)	539 (7.8%)	5374 (77.8%)	0.0001
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	13009	460 (3.5%)	846 (6.5%)	473 (3.6%)	329 (2.5%)	1183 (9.1%)	9718 (74.7%)	0.0475
Malattie respiratorie acute	4944	184 (3.7%)	260 (5.3%)	170 (3.4%)	141 (2.9%)	260 (5.3%)	3929 (79.5%)	<0.0001
BPCO escluso asma	4647	160 (3.4%)	272 (5.9%)	123 (2.6%)	126 (2.7%)	400 (8.6%)	3566 (76.7%)	0.0390

Si nota come per tutte le cause in studio la distribuzione degli eventi rispecchi la percentuale di popolazione nelle aree considerate.

**Tabella 3.12:** Distribuzione del numero di soggetti ricoverati per classi di età

Causa in studio	Totale	35-49	50-64	65-74	75-84	85+	<i>p</i>
<b>Diabete</b>	6368	272 (4.3%)	1217 (19.1%)	1970 (30.9%)	2270 (35.6%)	639 (10.0%)	<0.0001
<b>Malattie cardiovascolari</b>	25314	2713 (10.7%)	5788 (22.9%)	7015 (27.7%)	7248 (28.6%)	2550 (10.1%)	<0.0001
Malattie cardiache	16171	1180 (7.3%)	3580 (22.1%)	4811 (29.8%)	4981 (30.8%)	1619 (10.0%)	<0.0001
Malattie ischemiche del cuore	9817	642 (6.5%)	2430 (24.8%)	3062 (31.2%)	2875 (29.3%)	808 (8.2%)	<0.0001
Insufficienza cardiaca cronica	5074	106 (2.1%)	499 (9.8%)	1038 (20.5%)	2266 (44.7%)	1165 (23.0%)	<0.0001
Malattie cerebro-vascolari	6911	268 (3.9%)	1032 (14.9%)	1887 (27.3%)	2612 (37.8%)	1112 (16.1%)	<0.0001
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	13009	1473 (11.3%)	2104 (16.2%)	2820 (21.7%)	4435 (34.1%)	2177 (16.7%)	<0.0001
Malattie respiratorie acute	4944	271 (5.5%)	656 (13.3%)	1156 (23.4%)	1957 (39.6%)	904 (18.3%)	<0.0001
BPCO escluso asma	4647	130 (2.8%)	622 (13.4%)	1289 (27.7%)	1917 (41.3%)	689 (14.8%)	<0.0001

Come atteso si nota un aumento dei ricoveri all'aumentare della classe di età (tabella 3.12).

**Tabella 3.13:** Distribuzione del numero di soggetti ricoverati per sesso

Causa in studio	Totale	Maschio	Femmina	<i>p</i>
<b>Diabete</b>	6368	3438 (54.0%)	2930 (46.0%)	<0.0001
<b>Malattie cardiovascolari</b>	25314	13649 (53.9%)	11665 (46.1%)	<0.0001
Malattie cardiache	16171	9251 (57.2%)	6920 (42.8%)	<0.0001
Malattie ischemiche del cuore	9817	6391 (65.1%)	3426 (34.9%)	<0.0001
Insufficienza cardiaca cronica	5074	2553 (50.3%)	2521 (49.7%)	<0.0001
Malattie cerebro-vascolari	6911	3442 (49.8%)	3469 (50.2%)	<0.0001
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	13009	6597 (50.7%)	6412 (49.3%)	<0.0001
Malattie respiratorie acute	4944	2590 (52.4%)	2354 (47.6%)	<0.0001
BPCO escluso asma	4647	2525 (54.3%)	2122 (45.7%)	<0.0001

Dalla tabella 3.13 si può osservare come la maggior parte dei ricoveri riguardi gli individui di sesso maschile per tutte le cause considerate, nonostante la maggior parte della popolazione inclusa nello studio sia di sesso femminile (54.5%).

### 3.1.2 Modello di Cox

Le analisi effettuate con modello di Cox considerando l'esposizione a due livelli (esposti vs non esposti) sono riportate in tabella 3.14 ed indicano i risultati del modello base (*età, sesso, comune di residenza, vivere solo o in coabitazione ed indice di deprivazione*) e del modello

completo (ovvero modello base più le variabili ambientali *PM2.5* e *NO2*).

**Tabella 3.14:** Risultati delle analisi considerando l'esposizione a due livelli (esposti vs non esposti)

<b>Causa in studio</b>	<b>HR Modello Base</b>	<b>HR Modello PM2.5 e NO2</b>
<b>Diabete</b>	1.03 (0.95 - 1.12)	1.04 (0.95 - 1.14)
<b>Malattie cardiovascolari</b>	0.99 (0.95 - 1.03)	1.01 (0.96 - 1.05)
Malattie cardiache	1.01 (0.96 - 1.07)	1.02 (0.97 - 1.08)
Malattie ischemiche del cuore	0.96 (0.89 - 1.03)	0.96 (0.89 - 1.04)
Insufficienza cardiaca cronica	1.00 (0.91 - 1.10)	1.02 (0.93 - 1.13)
Malattie cerebro-vascolari	0.88 (0.80 - 0.96)	0.91 (0.83 - 0.99)
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	1.01 (0.95 - 1.07)	1.03 (0.97 - 1.10)
Malattie respiratorie acute	0.98 (0.89 - 1.08)	1.05 (0.95 - 1.16)
BPCO escluso asma	0.98 (0.89 - 1.09)	1.03 (0.93 - 1.15)

Dalle analisi effettuate sull'intera coorte comprendente ASL Città di Torino e ASL TO3 non sono emersi rischi statisticamente significativi.

La precedente analisi, suddivisa per genere, restituisce i risultati presentati in tabella 3.15

**Tabella 3.15:** Risultati delle analisi considerando l'esposizione a due livelli (esposti vs non esposti), suddivisa per genere.

<b>Causa in studio</b>	<b>HR Modello Base (M)</b>	<b>HR Modello PM2.5 e NO2 (M)</b>	<b>HR Modello Base (F)</b>	<b>HR Modello PM2.5 e NO2 (F)</b>
Diabete	1.03 (0.92 - 1.15)	1.04 (0.93 - 1.17)	1.04 (0.91 - 1.18)	1.04 (0.91 - 1.19)
Malattie cardiovascolari	0.97 (0.92 - 1.03)	0.99 (0.93 - 1.05)	1.01 (0.94 - 1.07)	1.03 (0.96 - 1.10)
Malattie cardiache	0.99 (0.92 - 1.06)	1.00 (0.93 - 1.07)	1.04 (0.96 - 1.13)	1.06 (0.97 - 1.16)
Malattie ischemiche del cuore	0.96 (0.88 - 1.04)	0.96 (0.87 - 1.05)	0.96 (0.85 - 1.08)	0.97 (0.86 - 1.10)
Insufficienza cardiaca cronica	0.97 (0.85 - 1.11)	0.99 (0.86 - 1.13)	1.04 (0.90 - 1.19)	1.07 (0.93 - 1.24)
Malattie cerebro-vascolari	0.88 (0.78 - 1.00)	0.92 (0.81 - 1.04)	0.87 (0.77 - 0.99)	0.90 (0.79 - 1.02)
Malattie dell'apparato respiratorio	0.98 (0.90 - 1.07)	1.01 (0.92 - 1.10)	1.03 (0.95 - 1.13)	1.06 (0.97 - 1.16)

Causa in studio	HR Modello Base (M)	HR Modello PM2.5 e NO2 (M)	HR Modello Base (F)	HR Modello PM2.5 e NO2 (F)
Malattie respiratorie acute	1.04 (0.91 - 1.18)	1.11 (0.97 - 1.28)	0.91 (0.79 - 1.05)	0.97 (0.84 - 1.13)
BPCO escluso asma	0.92 (0.80 - 1.05)	0.96 (0.83 - 1.10)	1.07 (0.92 - 1.24)	1.13 (0.97 - 1.32)

In tabella 3.16 sono riportati i risultati delle analisi effettuate analizzando tre livelli di esposizione, confrontando la zona dell'area2 ovvero quella del biomonitoraggio (area di massima ricaduta) rispetto ai non esposti.

**Tabella 3.16:** Risultati delle analisi confrontando l'area2 con l'area di non esposizione

Causa in studio	HR Modello Base	HR Modello PM2.5 e NO2
<b>Diabete</b>	1.07 (0.86 - 1.32)	1.10 (0.89 - 1.36)
<b>Malattie cardiovascolari</b>	0.97 (0.87 - 1.08)	0.99 (0.89 - 1.11)
Malattie cardiache	1.03 (0.90 - 1.19)	1.06 (0.92 - 1.22)
Malattie ischemiche del cuore	0.98 (0.82 - 1.16)	0.99 (0.83 - 1.18)
Insufficienza cardiaca cronica	1.07 (0.85 - 1.35)	1.12 (0.89 - 1.42)
Malattie cerebro-vascolari	0.80 (0.64 - 1.00)	0.83 (0.66 - 1.04)
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	1.05 (0.90 - 1.22)	1.09 (0.93 - 1.27)
Malattie respiratorie acute	1.09 (0.86 - 1.40)	1.18 (0.92 - 1.51)
BPCO escluso asma	0.91 (0.70 - 1.19)	0.97 (0.74 - 1.28)

Anche in questo caso dalle analisi effettuate sull'intera coorte comprendente ASL Città di Torino e ASL TO3 non sono emersi rischi statisticamente significativi.

La precedente analisi, suddivisa per genere, è riportata in tabella 3.17

**Tabella 3.17:** Risultati delle analisi confrontando l'area2 con l'area di non esposizione, suddivisa per genere

Causa in studio	HR Modello Base (M)	HR Modello Completo (M)	HR Modello Base (F)	HR Modello Completo (F)
<b>Diabete</b>	1.02 (0.76 - 1.36)	1.07 (0.80 - 1.43)	1.13 (0.83 - 1.54)	1.15 (0.84 - 1.57)
<b>Malattie cardiovascolari</b>	0.93 (0.80 - 1.08)	0.95 (0.81 - 1.11)	1.02 (0.86 - 1.20)	1.05 (0.88 - 1.24)
Malattie cardiache	0.93 (0.77 - 1.11)	0.94 (0.78 - 1.13)	1.19 (0.97 - 1.47)	1.23 (1.00 - 1.52)

Malattie ischemiche del cuore	0.93 (0.75 - 1.16)	0.95 (0.76 - 1.18)	1.04 (0.78 - 1.39)	1.06 (0.79 - 1.41)
Insufficienza cardiaca cronica	1.18 (0.86 - 1.61)	1.21 (0.88 - 1.67)	0.95 (0.67 - 1.35)	1.01 (0.71 - 1.44)
Malattie cerebro-vascolari	0.90 (0.66 - 1.22)	0.94 (0.69 - 1.28)	0.69 (0.49 - 0.98)	0.71 (0.50 - 1.00)
<b>Malattie dell'apparato respiratorio</b>	0.99 (0.80 - 1.22)	1.02 (0.82 - 1.26)	1.12 (0.90 - 1.40)	1.16 (0.93 - 1.45)
Malattie respiratorie acute	1.27 (0.92 - 1.75)	1.37 (0.99 - 1.89)	0.90 (0.61 - 1.32)	0.97 (0.66 - 1.43)
BPCO escluso asma	0.86 (0.60 - 1.22)	0.91 (0.63 - 1.30)	1.00 (0.67 - 1.50)	1.07 (0.71 - 1.61)

Dai risultati riportati emerge un incremento di rischio all'interno della categoria delle malattie respiratorie che non raggiunge la significatività statistica, ma sottolinea l'importanza di mantenere alta l'attenzione su questa specifica problematica di salute.

### 3.2. Analisi sugli esiti del concepimento

Come anticipato in precedenza, l'unico esito del concepimento che può essere analizzato nel periodo 2014-2019 è quello relativo gli aborti spontanei, calcolato a partire dal flusso SDO sulla coorte di donne indicata in tabella 2.2. Per le analisi di questo esito è stato utilizzato un modello binomiale standard studiando la proporzione STAR (paragrafo 2.4.2) ed inserendo come variabili confondenti la *classe di età*, *l'indice di deprivazione*, *il PM2.5* e *l'NO<sub>2</sub>*.

Per i restanti outcome riferiti al concepimento, calcolati dal flusso dei certificati di assistenza al parto (CEDAP), per problemi di qualità dei dati, sono stati considerati i parti nel periodo 2017-2019, escludendo i casi di procreazione assistita (tabella 2.3).

Sono stati così identificati per i comuni inclusi nello studio 8392 parti, corrispondenti a 8494 nati. La distribuzione dei parti suddivisi per gli istituti di ricovero pubblici e privati convenzionati presenti sul territorio piemontese è riportata in tabella 3.18

**Tabella 3.18** Distribuzione dei parti per istituto di ricovero

Istituto*	Totale (% di colonna)	Non esposti (% di riga)	Esposti area 1 (% di riga)	Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)
A.O. S. Anna - TO	4926 (58.7%)	4088 (83.0%)	838 (17.0%)	49 (5.8%)
A.O. Mauriziano Umberto I - TO	1166 (13.9%)	968 (83.0%)	198 (17.0%)	12 (6.1%)
Osp. degli Infermi - Rivoli	764 (9.1%)	467 (61.1%)	297 (38.9%)	31 (10.4%)

Osp. Martini - TO	729 (8.7%)	560 (76.8%)	169 (23.2%)	6 (3.6%)
Osp. Maria Vittoria - TO	366 (4.4%)	307 (83.9%)	59 (16.1%)	6 (10.2%)
Osp. Santa Croce - Moncalieri	314 (3.7%)	242 (77.1%)	72 (22.9%)	7 (9.7%)
Osp. Maggiore - Chieri	32 (0.4%)	27 (84.4%)	5 (15.6%)	1 (20.0%)
Altri istituti minori	95 (1.1%)	74 (77.9%)	21 (22.1%)	3 (14.3%)

**\*Gli istituti minori con un numero di parti inferiori o uguali a 30 sono stati raggruppati nella categoria residuale "Altri istituti minori"**

Si evidenzia come il maggior numero di parti sia stato effettuato presso l'azienda ospedaliera S. Anna di Torino (58.7%), ospedale ginecologico di riferimento regionale.

La distribuzione dei parti suddivisi in base alla residenza delle donne nelle due Asl coinvolte nello studio è presentata in tabella 3.19.

**Tabella 3.19** Distribuzione dei parti per istituto di ricovero ed Asl di residenza della donna

Istituto	Totale	ASL Città di Torino	ASL TO3
A.O. S. Anna - TO	4926 (58.7%)	4080 (64.4%)	846 (41.2%)
A.O. Mauriziano Umberto I - TO	1166 (13.9%)	983 (15.5%)	183 (8.9%)
Osp. degli Infermi - Rivoli	764 (9.1%)	37 (0.6%)	727 (35.4%)
Osp. Martini - TO	729 (8.7%)	635 (10.0%)	94 (4.6%)
Osp. Maria Vittoria - TO	366 (4.4%)	294 (4.6%)	72 (3.5%)
Osp. Santa Croce - Moncalieri	314 (3.7%)	221 (3.5%)	93 (4.5%)
Osp. Maggiore - Chieri	32 (0.4%)	27 (0.4%)	5 (0.2%)
Altri istituti minori	95 (1.1%)	61 (1.0%)	34 (1.7%)

Si nota come le donne residenti nei comuni afferenti all'ASLTO3 si rivolgano anch'esse all'Azienda Ospedaliera S. Anna di Torino, seguita dal punto nascita situato nel territorio di competenza ovvero l'Ospedale degli Infermi di Rivoli.

Gli esiti del concepimento analizzati sono:

- numero di parti gemellari (Multiple Birth)
- rapporto tra il numero di nati maschi e il numero totale di nati (Sex Ratio)
- numero di nati pretermine ovvero con età gestazionale inferiore a 37 settimane (Preterm Birth)
- numero nati a termine con peso inferiore a 2500 g (Low Birth Weight)

- 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 (Small for Gestational Age)

L'unico esito che è calcolato sul numero dei nati è il sex ratio per il quale vengono inclusi anche i parti gemellari. Per tutti gli altri esiti il calcolo avviene prendendo in considerazione il parto e non le nascite, escludendo quindi i parti gemellari.

Come potenziali confondenti nelle analisi sono state considerati come variabili individuali della madre la *classe di età*, il *titolo di studio*, la *condizione professionale* e l'*indice di deprivazione* e come variabili ambientali i valori di *PM2.5* e *NO<sub>2</sub>*.

Di seguito (tabelle 3.20- 3.25) vengono presentate le distribuzioni dei parti per le modalità delle singole variabili confondenti considerate nello studio.

In tabella 3.20 si vede come la maggior parte degli eventi in studio riguardi donne in età compresa tra 21 e 34 anni (57.7%), (p-value=0.0155)

**Tabella 3.20** Distribuzione dei parti per esposizione e classi di età

<b>Età</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)</b>
15-20	78 (0.9%)	62 (0.9%)	16 (1.0%)	0 (0.0%)
21-34	4841 (57.7%)	3828 (56.9%)	1013 (61.1%)	74 (7.3%)
35-40	2962 (35.3%)	2419 (35.9%)	543 (32.7%)	36 (6.6%)
41-49	511 (6.1%)	424 (6.3%)	87 (5.2%)	5 (5.7%)
Totale	8392 (100.0%)	6733 (100.0%)	1659 (100.0%)	

In tabella 3.21 è riportata la distribuzione dei parti per titolo di studio della madre (p value <0.0001), mentre in tabella 3.22 i dati sono riportati per condizione professionale (p value=0.0294). Il 63.9% delle donne in studio risulta occupata al momento del parto.

**Tabella 3.21** Distribuzione dei parti per esposizione e titolo di studio

<b>Titolo di studio</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)</b>
Diploma scuola media inferiore o titoli inferiori	2096 (25.0%)	1683 (25.0%)	413 (24.9%)	21 (5.1%)
Diploma scuola media superiore o professionale	3236 (38.6%)	2413 (35.8%)	823 (49.6%)	63 (7.7%)
Laurea	3060 (36.5%)	2637 (39.2%)	423 (25.5%)	31 (7.3%)
Totale	8392 (100.0%)	6733 (100.0%)	1659 (100.0%)	

**Tabella 3.22** Distribuzione dei parti per esposizione e condizione professionale

<b>Condizione professionale</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)</b>
Casalinga	858 (10.2%)	704 (10.5%)	154 (9.3%)	12 (7.8%)
Occupata	5365 (63.9%)	4286 (63.7%)	1079 (65.0%)	75 (7.0%)
Disoccupata	1094 (13.0%)	855 (12.7%)	239 (14.4%)	17 (7.1%)
Altro	1075 (12.8%)	888 (13.2%)	187 (11.3%)	11 (5.9%)
Totale	8392 (100.0%)	6733 (100.0%)	1659 (100.0%)	

La distribuzione dei parti per indice di deprivazione risulta omogenea tra le classi (p value <0.0001), fatta eccezione per la classe “Molto povero” in cui la percentuale di esposti risulta maggiore in proporzione rispetto alle altre classi.

**Tabella 3.23** Distribuzione dei parti per esposizione e indice di deprivazione

<b>Indice di deprivazione</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Esposti area 2 (% calcolata su gli esposti)</b>
Molto ricco	1511 (18.0%)	1267 (18.8%)	244 (14.7%)	31 (12.7%)
Ricco	1604 (19.1%)	1305 (19.4%)	299 (18.0%)	3 (1.0%)
Medio	1685 (20.1%)	1385 (20.6%)	300 (18.1%)	12 (4.0%)
Povero	1212 (14.4%)	977 (14.5%)	235 (14.2%)	17 (7.2%)
Molto povero	1270 (15.1%)	918 (13.6%)	352 (21.2%)	10 (2.8%)
Sez. censimento recente/mancante	1110 (13.2%)	881 (13.1%)	229 (13.8%)	42 (18.3%)
N.I.	8392 (100.0%)	6733 (100.0%)	1659 (100.0%)	

Per quanto riguarda il PM2.5, tra gli esposti si ha una percentuale del 58.9% nella classe 18.5-30.5, contro una del 41.1% nella classe con PM2.5 più elevato (p value=0.0067)

**Tabella 3.24** Distribuzione dei parti per esposizione e PM2.5

<b>PM2.5</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Esposti area 2</b> (% calcolata su gli esposti)
18.5-30.5	5185 (61.8%)	4208 (62.5%)	977 (58.9%)	85 (8.7%)
30.5-42.2	3207 (38.2%)	2525 (37.5%)	682 (41.1%)	30 (4.4%)
<b>Totale</b>	<b>8392 (100.0%)</b>	<b>6733 (100.0%)</b>	<b>1659 (100.0%)</b>	

In tabella 3.25 è riportata la distribuzione dell'esposizione secondo le quattro categorie di NO<sub>2</sub> (p value <0.0001)

**Tabella 3.25** Distribuzione dei parti per esposizione e NO<sub>2</sub>

<b>NO<sub>2</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti</b>	<b>Esposti area 2</b> (% calcolata su gli esposti)
25.0-39.0	773 (9.2%)	392 (5.8%)	381 (23.0%)	5 (1.3%)
39.0-60.5	4222 (50.3%)	3542 (52.6%)	680 (41.0%)	82 (12.1%)
60.5-70.0	3341 (39.8%)	2790 (41.4%)	551 (33.2%)	20 (3.6%)
70.0-80.9	56 (0.7%)	9 (0.1%)	47 (2.8%)	8 (17.0%)
<b>Totale</b>	<b>8392 (100.0%)</b>	<b>6733 (100.0%)</b>	<b>1659 (100.0%)</b>	

In tabella 3.26 è riportato il numero di eventi che si sono verificati nell'area in studio per ogni esito considerato, divisi per zona di esposizione.

**Tabella 3.26** Descrittive degli esiti alla nascita per esposizione

<b>Causa in studio</b>	<b>Totale</b>	<b>Non esposti</b>	<b>Esposti area 1</b>	<b>Esposti area 2</b> (% calcolata su gli esposti)
Aborti spontanei*	2665 (STAR=16.1%)	2158 (STAR=16.3%)	507 (STAR=15.2%)	31 (STAR=12.2%)
Numero di parti gemellari	99	85	14	0
Rapporto tra numero di nati maschi e numero totale di nati	4338/8494 (51.1%)	3466/6820 (50.8%)	872/1674 (52.1%)	54/115 (47.0%)
Numero di nati con età gestazionale inferiore a 37 settimane	545/8296 (6.6%)	429/6650 (6.5%)	116/1646 (7.0%)	10/115 (8.7%)

Numero nati a termine con peso inferiore a 2.500 g	169/8296 (2.0%)	139/6650 (2.1%)	30/1646 (1.8%)	Numero casi <5
Numero di neonati 'piccoli per l'età gestazionale'	718/8296 (8.7%)	570/6650 (8.6%)	148/1646 (9.0%)	7/115 (6.1%)

\* unico esito considerato nel periodo 2014-2019 calcolato dal flusso SDO e non dai CEDAP. In parentesi sono riportate le percentuali degli eventi verificati nella zona di esposizione rispetto al totale degli eventi in studio. La percentuale riferita all'area di massima ricaduta è da riferirsi al totale degli esposti

Essendo esiguo il numero di nati fortemente pretermine (<32 settimane) tra gli esposti (solo 8 casi), tale esito non è stato approfondito in analisi separate, ma sono stati considerati i nati pretermine (<37 settimane) nel complesso.

Le distribuzioni di frequenza presentate indicano un numero esiguo di parti gemellari (14 tra gli esposti), pertanto tale esito non è stato preso in considerazione nelle analisi. Inoltre, data la bassa numerosità dei parti riferiti alle donne residenti nell'area di massima ricaduta (115) nel periodo in studio, si è scelto di effettuare le analisi considerando esclusivamente l'esposizione a due livelli (esposti vs non esposti).

Per gli esiti ricavati dal flusso CEDAP sono stati quindi calcolati i rapporti di prevalenza (PR) utilizzando un modello log-binomiale e inserendo come variabili confondenti le caratteristiche individuali della madre *classe di età, titolo di studio, condizione professionale, indice di deprivazione* derivate dei CEDAP e le variabili ambientali *PM2.5 e NO2*. I risultati delle analisi sono riportati in Tabella 3.27.

**Tabella 3.27** Rapporti di prevalenza (PR) per gli esiti in studio

Causa in studio*	PR (esposti vs non esposti)
Aborti spontanei	1.03 (0.93 - 1.13)
Rapporto tra numero di nati maschi e numero totale di nati	1.00 (0.95 - 1.06)
Numero di nati con età gestazionale inferiore a 37 settimane	1.21 (0.98 - 1.49)
Numero nati a termine con peso inferiore a 2.500 g	0.93 (0.61 - 1.40)
Numero di neonati 'piccoli per l'età gestazionale', ossia di peso in grammi $\leq 10^{\circ}$ percentile previsto per la settimana di gravidanza alla nascita ed il sesso del neonato	0.98 (0.81 - 1.18)

\* i rapporti di prevalenza sono calcolati con il modello binomiale standard per gli aborti spontanei (dati SDO 2014-2019) e con il modello log-binomiale per i restanti outcome (dati CEDAP 2017-2019)

Dai risultati l'unico esito alla nascita che sembra avere una maggior prevalenza nell'area di esposizione è il numero di nati con età gestazionale inferiore a 37 settimane, in analogia con quanto riportato in letteratura (Candela ed al 2013). In appendice sono riportate analisi di sensibilità, con un focus particolare su tale esito, cambiando le zone di esposizione. Va comunque considerata la multifattorialità dell'esito dipendente da diversi fattori ambientali ed individuali (stili di vita) che possono non essere stati considerati nello studio. Inoltre, occorre sottolineare che quando si disporrà di un periodo maggiore di osservazione si potranno ottenere risultati più robusti.

## 4. CONCLUSIONE

Obiettivo dello studio è ottenere una stima del rischio di incorrere in eventi sanitari avversi (ricoveri ed esiti relativi alla gravidanza), a medio/lungo termine per i soggetti potenzialmente più interessati alle emissioni dell'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di Torino. Per effettuare tale analisi sono stati presi in considerazione i comuni di Beinasco, Grugliasco, Orbassano, Rivalta e Rivoli. Analogamente a quanto è stato fatto per la linea del biomonitoraggio, nelle analisi si sono inclusi, come confronto, alcuni quartieri di Torino.

Il periodo di osservazione considerato per lo studio è il 2014-2019; si è scelto di escludere l'anno 2020 in quanto la pandemia ha pesantemente influito sui ricoveri per tutte le patologie.

Il livello di esposizione è stato attribuito ai soggetti sulla base di mappe di ricaduta delle emissioni dell'impianto. I soggetti precedentemente classificati per il biomonitoraggio SPoTT, come "esposti", sono compresi nell'area di massima ricaduta.

Lo studio ha preso in considerazione i dati relativi agli eventi sanitari riferiti ai residenti nei comuni individuati.

Sono state effettuate analisi relative a:

- ricoveri ospedalieri: sono state analizzate specifiche diagnosi di ricovero: i il diabete e i grandi gruppi di malattie cardiovascolari e malattie dell'apparato respiratorio. Per queste ultimi due grandi gruppi è stato effettuato anche un focus scendendo a un maggiore dettaglio rispetto alla diagnosi: per le malattie cardiovascolari sono state analizzate nel dettaglio le malattie cardiache, le malattie ischemiche del cuore, l'insufficienza cardiaca cronica e le malattie cerebro-vascolari. Per le malattie dell'apparato respiratorio sono stati effettuati approfondimenti relativi alle patologie acute e le Broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO). Gli anni attualmente disponibili per effettuare analisi di lungo periodo sono relativamente pochi, e per questo motivo non sono state considerate, in questo primo report, le patologie oncologiche, che necessitano di periodi molto lunghi, anche di decenni affinché si possano manifestare a partire dall'inizio di una esposizione (sia lavorativa che ambientale)
- esiti avversi legati alla gravidanza: numero di parti gemellari, *sex ratio* (rapporto tra i nati maschi ed il totale dei nati), nati pretermine, nati con basso peso alla nascita, neonati 'piccoli per l'età gestazionale'.

Nelle analisi statistiche sono state incluse le variabili disponibili da tutte le anagrafi (sesso, età, vive solo o in coabitazione, indice di deprivazione). L'inserimento delle variabili ambientali di concentrazione di PM2.5 e NO<sub>2</sub> basate sui modelli previsionali calcolati su griglie 1 km x 1km ha permesso, inoltre, di tenere in considerazione il livello di inquinamento, anche se su una scala piuttosto grande.

Le analisi effettuate sui ricoveri non hanno evidenziato, per le cause in studio, una relazione tra le emissioni dell'impianto e la salute dei cittadini residenti nei comuni limitrofi all'impianto.

Emerge una tendenza di incremento di rischio all'interno della categoria delle malattie respiratorie, pur non raggiungendo la significatività statistica.

Le analisi effettuate sugli esiti alla nascita non hanno messo in luce per gli esiti considerati associazioni statisticamente significative con la residenza della madre in zona esposta alle emissioni dell'inceneritore. Emerge una tendenza di incremento di rischio per le nascite pretermine (età gestazionale inferiore a 37 settimane), pur non raggiungendo la significatività statistica.

I risultati ottenuti sono in linea con la letteratura riguardante gli inceneritori.

L'assenza di una associazione statisticamente significativa tra esposizione ed esiti sanitari può essere dovuta sia al numero limitato di eventi attualmente disponibili sia alla mancanza di inserimento nel modello di altri possibili contaminanti ambientali che possono essere in relazione con gli esiti indagati.

La tendenza di incremento di rischio per le malattie respiratorie e le nascite pretermine sottolinea l'importanza di mantenere alta l'attenzione su queste specifiche problematiche di salute. La consistenza di tali risultati verrà ulteriormente indagata.

Lo studio sugli effetti a lungo termine, infatti, prevede un secondo momento di analisi che verrà realizzato integrando ulteriori anni di osservazione che permetteranno di disporre di una casistica di numerosità più elevata. Sarà inoltre possibile avvalersi dei risultati dello studio modellistico (attualmente in corso) relativo alla dispersione degli inquinanti emessi dalle sorgenti emissive presenti nella zona. Ciò contribuirà a consolidare ulteriormente i risultati del presente lavoro.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Ashworth DC, Elliott P, Toledano MB. Waste incineration and adverse birth and neonatal outcomes: a systematic review. *Environ Int.* 2014 Aug;69:120-32. doi: 10.1016/j.envint.2014.04.003. Epub 2014 May 12.
2. Astolfi G, Bianchi F, Lupi C, Napoli N, Neville A, Verdini E, Verzola A, Calzolari E. Utilizzo delle schede di dimissione ospedaliera, dei certificati di nascita e del registro delle malformazioni congenite a scopi epidemiologici e di sanità pubblica: esperienza in Emilia-Romagna. *Epidemiol Prev.* 2013 Jul-Oct;37(4-5):279-88. Italian. PMID: 24293493.
3. Bertino E, Spada E, Occhi L, Coscia A, Giuliani F, Gagliardi L, Gilli G, Bona G, Fabris C, De Curtis M, Milani S. Neonatal Anthropometric Charts: The Italian neonatal study compared with other European studies. *JPGN*, 2010; 51: 353-361.
4. 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 Nov;24(6):863-70. doi: 10.1097/EDE.0b013e3182a712f1.
5. Candela S, Bonvicini L, Ranzi A, Baldacchini F, Broccoli S, Cordioli M, Carretta E, Luberto F, Angelini P, Evangelista A, Marzaroli P, Giorgi Rossi P, Forastiere F. Exposure to emissions from municipal solid waste incinerators and miscarriages: A multisite study of the MONITER Project. *Environment International* Volume 78, May 2015, Pages 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.12.008>.
6. Caranci N, Biggeri A, Grisotto L, Pacelli B, Spadea T, Costa G. "L'indice di deprivazione italiano a livello di sezione di censimento: definizione, descrizione e associazione con la mortalità". *Epidemiol Prev* 2010; 34 (4), Periodo: luglio-agosto, pagine: 167-176.
7. Deddens J A, Petersen MR. Approaches for estimating prevalence ratios. *Occup Environ Med.* 2008 Jul;65(7):481, 501-6. doi: 10.1136/oem.2007.034777.
8. Ghosh R.E, Freni-Sterrantino A., Douglas P, Parkes B, Fecht D, de Hoogh K, Fuller G, Gulliver J, Font A, Smith R.B, Blangiardo M, Elliott P, Toledano M.B, A. L. Fetal growth, stillbirth, infant mortality and other birth outcomes near UK municipal waste incinerators; retrospective population based cohort and case-control study. *Environment International*, Volume 122, January 2019, Pages 151-158.

9. Golini MN, Ancona C, Badaloni C, Morbidity in a population living close to urban waste incinerator plants in Lazio Region (Central Italy): a retrospective cohort study using a before-after design, *Epidemiol Prev* 2014; 38 (5): 323-334.
10. Minichilli F, Santoro M, Linzalone N, Maurello MT, Sallese D, Bianchi F, Epidemiological population-based cohort study on mortality and hospitalization in the area near the waste incinerator plant of San Zeno, Arezzo (Tuscany Region, Central Italy), *Epidemiol Prev*. 2016; 40 (1): 33-43
11. Monitor. Risultati del progetto Monitor: (<https://www.arpae.it/it/documenti/pubblicazioni/i-risultati-del-progetto-monitor/view>) 2011.
12. Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environ Health*. 2009 Dec 23;8:60. doi: 10.1186/1476-069X-8-60. Review.
13. 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. *Environ Health*. 2011 Mar 24;10:22. doi: 10.1186/1476-069X-10-22.
14. Santoro M, Minichilli M, Linzalone N, Coi A, Maurello M T, Sallese D, Bianchi F. Adverse reproductive outcomes associated with exposure to a municipal solid waste incinerator *Ann Ist Super Sanità* 2016 | Vol. 52, No. 4: 576-581.
15. Tait P, Brew J, Che A, Costanzo A, Danyluk A, Davis M, Khalaf A, McMahon K, Watson A, Rowcliff K, Bowles D. The health impacts of waste incineration: a systematic review. *Aust N Z J Public Health*. 2020 Feb;44(1):40-48. doi: 10.1111/1753-6405.12939. Epub 2019 Sep 18.