

Capitolo 6

Conclusioni generali e risposta ai quesiti

Sulla base degli atti presenti nel fascicolo, di quelli acquisiti ed esaminati nel corso dell'indagine, degli elementi assunti grazie alle indagini epidemiologiche, in relazione ai quesiti posti, si può concludere come segue.

Quesito 1

Quali sono le patologie interessate dagli inquinanti, considerati singolarmente e nel loro complesso e nella loro interazione, presenti nell'ambiente a seguito delle emissioni dagli impianti industriali in oggetto

Quali sono gli inquinanti emessi di interesse sanitario?

Gli inquinanti emessi sono polveri/particelle, contenenti (oltre ad altri componenti) idrocarburi aromatici policiclici (IPA, tra i quali il benzo(a)pirene, rame, piombo, cadmio, zinco ed altri metalli, anidride solforosa (SO₂), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili (VOC), e diossine. Le emissioni inquinanti provengono da sorgenti convogliate e non convogliate (*fuggitive*). Nell'ambiente di lavoro, oltre alla esposizione alle sostanze emesse, si può verificare una esposizione a fibre di amianto. I dettagli relativi alle emissioni sono stati già forniti dalla relazione dei periti Sanna et al (Gennaio 2012).

Alle emissioni inquinanti corrisponde una esposizione della popolazione che vive a Taranto e comuni limitrofi, specie in prossimità degli impianti?

Gli inquinanti emessi dal complesso degli impianti industriali in oggetto sono presenti nell'atmosfera sotto forma di gas o particelle (*particulate matter*) espresse in termini di 'PM_x', dove la x si riferisce alla dimensione delle particelle in micron (μm) Per esempio le polveri PM₁₀, includono particelle con un diametro di 10 μm o inferiore. Sulla base di quanto esposto dalla relazione dei periti Sanna et al (gennaio 2012), sulla base dei dati storici di monitoraggio campionario eseguito da vari autori nel corso degli anni, considerando i monitoraggi con centraline fisse eseguiti da ARPA Puglia, i risultati dei campionamenti 'vento selettivi' condotti da ARPA Puglia, i modelli di dispersione degli inquinanti indipendentemente sviluppati da enti diversi: ISPESL, Istituto Inquinamento Atmosferico, ARPA Puglia (aspetti esposti in dettaglio nel capitolo

2), si può affermare che gli inquinanti si presentano in concentrazioni più elevate in prossimità dell'impianto e nei territori limitrofi, in particolare nei rioni Tamburi, Borgo, Paolo VI e Statte. Le concentrazioni sono variabili nel tempo e dipendono fortemente dalla direzione del vento.

Quali patologie, quali effetti sanitari possono essere ascrivibili alle emissioni considerate?

La dimensione delle particelle determina la loro capacità di penetrare e depositarsi nelle vie respiratorie. Le particelle più grosse (tra PM_{10} e $PM_{2,5}$) vengono filtrate dal naso e dalle prime vie respiratorie, mentre le particelle più piccole possono raggiungere i bronchioli terminali e gli alveoli. Le conseguenze sulla salute dell'esposizione a polveri sospese ed altri inquinanti ambientali sono riconducibili ad effetti acuti e cronici. Gli effetti acuti (aggravamento di sintomi respiratori e cardiaci in soggetti malati, infezioni respiratorie acute, crisi di asma bronchiale, disturbi circolatori ed ischemici, fino alla morte) si manifestano nella popolazione in risposta alle variazioni di breve periodo (oraria o giornaliera) nella concentrazione degli inquinanti. Gli effetti cronici sono di tipo respiratorio e cardiovascolare e si presentano come conseguenza di una esposizione di lungo periodo e comprendono sintomi respiratori cronici quali tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare, bronchite cronica, aumento della patologia cardiocircolatoria con aumento della pressione arteriosa, aumento nella frequenza di malattie ischemiche (esempio, angina pectoris) e cerebrovascolari (esempio, attacco ischemico transitorio) con la comparsa di veri eventi acuti coronarici (infarto del miocardio, angina instabile) e cerebrovascolari (ictus). Tali effetti sono stati autorevolmente riconosciuti da organismi scientifici accreditati come l'Organizzazione Mondiale della Sanità (2005), l'American Thoracic Society (1999) e l'American College of Cardiology Society (Brook, 2010). Per gli effetti cardiovascolari e respiratori esiste una grande quantità di studi tossicologici o clinici che giustificano le evidenze epidemiologiche e sono in grado di fornire una articolata plausibilità biologica. Entrambi gli effetti, acuti e cronici, possono comportare una diminuzione nella speranza di vita ed un aumento nella mortalità generale.

Le esposizioni a sostanze tossiche specifiche si associano ad effetti di tipo cancerogeno (anche in ambito occupazionale). Agli Idrocarburi Policiclici Aromatici è riconosciuto un potere cancerogeno, specie per il tumore del polmone e della vescica. Alle diossine è riconosciuto un ruolo cancerogeno per i tumori nel loro complesso, per i tumori del tessuto linfematomietico (linfoma non-Hodgkin) e per i tumori del tessuto connettivo, come i sarcomi dei tessuti molli. All'amianto è riconosciuto un potere cancerogeno per la laringe, il polmone e la pleura. Alle sostanze volatili organiche, tra cui il benzene, è riconosciuto un ruolo cancerogeno per i tumori del sangue, in particolare la leucemia. Per tutte le condizioni elencate l'evidenza scientifica è stata riassunta dalla Agenzia Internazionale di Ricerche sul Cancro (IARC) (Cogliano et al 2011).

Oltre alle condizioni indicate, per le quali il rapporto di causa ed effetto è stato già stabilito, vi sono condizioni morbose per le quali le prove non sono sufficienti ma vi sono indicazioni più o meno forti di una associazione che ancora non può essere ritenuta causale. Nello specifico, la ricerca tossicologica ed epidemiologica suggerisce un effetto delle sostanze inquinanti sul tessuto cerebrale con un aumento della patologia degenerativa e alterazioni delle capacità cognitive per esposizioni croniche. La presenza di un grande quantitativo di metalli nel particolato atmosferico (rame, piombo, cadmio, zinco) può produrre danni renali fino alla insufficienza renale cronica. Nel comparto della siderurgia, infine, sono state segnalate altre patologie tumorali tra i lavoratori (es. tumore dello stomaco) per le quali l'evidenza non è conclusiva.

Di seguito abbiamo riassunto quelle malattie che devono essere considerate di interesse nella situazione di Taranto in quanto possono essere associate all'inquinamento ambientale o all'ambiente di lavoro. Le condizioni indicate sono quelle giudicate a priori di interesse nella valutazione epidemiologica che è stata condotta. In quanto tale, lo studio è stato guidato da una forte ipotesi a priori.

- a. Esiti sanitari per i quali esiste una forte e consolidata evidenza scientifica di possibile danno derivante dalle emissioni dell'impianto siderurgico o per effetto delle esposizioni in ambiente lavorativo:
 1. Mortalità per cause naturali.
 2. Patologia cardiovascolare, in particolare patologia coronarica e cerebrovascolare.
 3. Patologia respiratoria, in particolare infezioni respiratorie acute, broncopatia cronico-ostruttiva (BPCO) e asma bronchiale. I bambini e gli adolescenti possono essere particolarmente suscettibili.
 4. Tumori maligni nella popolazione generale e/o tra i lavoratori: tutti i tumori, tumori in età pediatrica (0-14 anni), tumore della laringe, del polmone, della pleura, della vescica, del connettivo e tessuti molli, tessuto linfomatopietico (linfoma non-Hodgkin e leucemie).
- b. Esiti sanitari per i quali vi è una evidenza scientifica suggestiva ma le prove non sono ancora conclusive di un possibile danno derivante dalle emissioni dell'impianto siderurgico o per effetto delle esposizioni in ambiente lavorativo:
 1. Malattie neurologiche
 2. Malattie renali
 3. Tumore maligno dello stomaco tra i lavoratori del complesso siderurgico.

Con quali strumenti di conoscenza e di interpretazione si può valutare l'effetto di esposizioni inquinanti sulla salute della popolazione?

Stabilire se l'esposizione umana ad un determinato agente ambientale sia causalmente associata a modificazioni della salute dei soggetti esposti è la conclusione di un processo conoscitivo fondato: a) sull'estrapolazione all'uomo dei risultati delle sperimentazioni di merito condotte su sistemi di laboratorio (animali e cellulari); b) sull'osservazione epidemiologica e c) sulla ponderazione dei limiti di ciascuna delle due fonti di conoscenza nel caso della specifica associazione in studio.

Il processo conoscitivo è relativamente semplice quando sia nota *a priori* la natura deterministica della relazione causale (i.e. l'esposizione è causa necessaria e sufficiente della malattia). Molte patologie infettive e parassitarie sono riconducibili ad un modello eziologico deterministico. Il processo conoscitivo è invece complicato quando il nesso causale tra esposizione e malattia non è deterministico ma stocastico, regolato cioè dalla teoria delle probabilità. Molte delle patologie croniche non riconoscono un unico agente eziologico ma un insieme di fattori (pluricausalità) coinvolti, a loro volta, anche nel determinismo di patologie diverse da quella considerata (aspecificità dell'effetto). La validità dell'asserzione di causalità risiede in questo caso – e più in generale nell'eziologia di molte condizioni cronico-degenerative – nell'osservazione che la probabilità (rischio) dell'evento patologico è maggiore tra gli esposti che tra i non esposti e, il più delle volte, direttamente dipendente dall'intensità dell'esposizione.

L'incertezza connessa alla causalità stocastica risiede nell'impossibilità, allo stato attuale delle conoscenze: a) di riconoscere chi tra i soggetti esposti ad una concentrazione ritenuta efficace dell'agente in questione svilupperà la patologia ad esso causalmente correlata e chi no e b) di riconoscere chi tra i soggetti esposti che hanno sviluppato la malattia deve la malattia stessa all'esposizione considerata piuttosto che ad altri agenti causali. Le conoscenze disponibili, una volta accertata la natura stocastica del nesso di causalità e una volta misurata l'intensità e la durata dell'esposizione, consentono solo di stabilire: a) quanto grande è la probabilità (il rischio) che il soggetto esposto contragga la malattia entro un arco di tempo definito (rischio assoluto) o relativamente ai soggetti non esposti (rischio relativo). È possibile inoltre stimare quale sia la quota dei casi di malattia osservati tra i soggetti esposti e nella popolazione generale attribuibile alla specifica esposizione considerata (rischio attribuibile).

Quesito 2

Quanti sono i decessi e i ricoveri per tali patologie per anno, per quanto riguarda il fenomeno acuto, attribuibili alle emissioni in oggetto

Che studio è stato condotto?

È stato condotto uno studio di serie temporali epidemiologiche per mezzo del disegno case-crossover illustrato nel capitolo 4. Per valutare l'effetto a breve termine degli inquinanti atmosferici si correlano le frequenze giornaliere degli eventi di interesse alle medie giornaliere delle concentrazioni degli inquinanti. Il disegno case-crossover permette di controllare per le caratteristiche individuali fermo restando la natura aggregata della misura di esposizione utilizzata, e per la stagionalità degli eventi e delle variazioni della concentrazione degli inquinanti che rappresenta il fattore di confondimento più importante. Questo approccio è largamente accettato nella letteratura epidemiologica e permette di analizzare situazioni in cui la frequenza giornaliera degli eventi è piccola, come nel caso di Taranto e dei due quartieri di interesse, Borgo e Tamburi. Gli effetti a breve termine sono espressi come variazioni percentuali di decesso/ricovero per incrementi di dieci microgrammi per metro cubo nella concentrazione media degli inquinanti, considerando per la mortalità le concentrazioni del giorno stesso e del giorno precedente (lag01) e per i ricoveri le concentrazioni fino a tre giorni precedenti l'evento (lag03). Queste sono scelte dettate da ragioni di confrontabilità con la letteratura epidemiologica. Gli effetti degli inquinanti sono considerati lineari, senza soglia, anche questo in modo coerente con le conoscenze attuali.

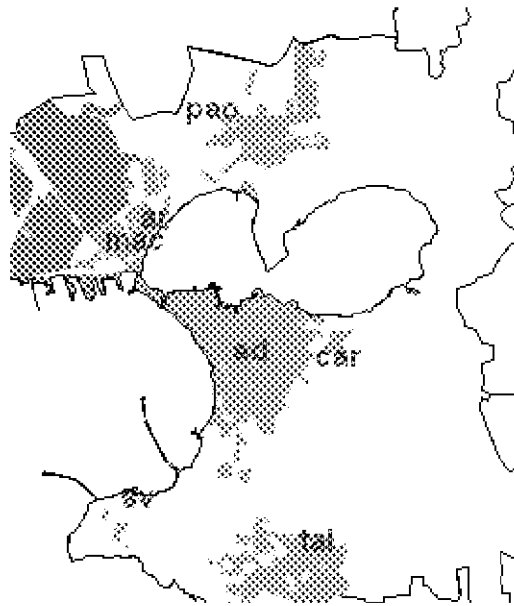
Disponendo delle stime di effetto specifiche per Taranto e i quartieri di interesse si sono calcolati, per il periodo in studio, i decessi e i ricoveri attribuibili alle concentrazioni di PM10 eccedenti il valore proposto dalle linee guida dell'Organizzazione mondiale della Sanità di venti microgrammi per metro cubo come media annuale. Sulla base delle stime modellistiche e della interpolazione spaziale dei dati delle centraline, si può ritenere che le emissioni di origine industriale abbiano un impatto sulle concentrazioni degli inquinanti, in particolare PM10, prevalentemente nel quartiere Tamburi e nel quartiere Borgo. In questo studio pertanto viene considerata la popolazione residente presente per il Comune di Taranto nel suo complesso e separatamente e per i due quartieri di Borgo e Tamburi. Per motivi di comparabilità con la letteratura si è considerata la serie di decessi per tutte le cause 2004-2010, per cause cardiovascolari e respiratorie 2004-2008, i ricoveri per malattie cardiache, respiratorie e cerebrovascolari 2004-2010. I dati sulla concentrazione degli inquinanti sono quelli della rete di monitoraggio della qualità dell'aria per la città di Taranto, forniti da ARPA Puglia. Abbiamo considerato valida una media giornaliera purché fossero disponibili più del 75% di

dati orari validi. Negli studi di serie temporali epidemiologiche si utilizza un valore medio giornaliero per l'area in esame che si ottiene mediando tutte le centraline disponibili nel giorno considerato. Abbiamo scelto di usare la mediana dei dati giornalieri validi, seguendo un'impostazione conservativa.

Quali sono i risultati principali dello studio?

Nell'area in esame si sono avuti in media 4,5 morti al giorno (1650 come media annuale) di cui 1,5 per cause cardiovascolari e 0,3 per cause respiratorie. Nell'insieme dei due quartieri di Borgo e Tamburi si sono avuti 1,2 morti al giorno (471 come media annuale) di cui 0,46 per cause cardiovascolari e 0,09 per cause respiratorie. I ricoveri sono stati 5,5 al giorno per cause cardiache, 3,6 ricoveri al giorno per cause respiratorie e 1,5 ricoveri al giorno per cause cerebrovascolari (in totale 3857 ricoveri annui). Nei due quartieri di Borgo e Tamburi si sono avuti 1,98 ricoveri al giorno per cause cardiache, 1,1 ricoveri al giorno per cause respiratorie e 0,4 ricoveri al giorno per cause cerebrovascolari (in totale 1273 ricoveri annui).

Per quanto riguarda gli inquinanti abbiamo utilizzato i dati ARPA Puglia delle centraline attive nel territorio del Comune oggetto di interesse per il periodo 2004-2010. Per ciascun inquinante, le serie medie giornaliere di ciascuna centralina sono state validate secondo il protocollo MISA e EpiAir. La media giornaliera è stata considerata mancante quando erano mancanti più del 75% dei valori orari registrati dal monitor. Per ciascun giorno è stato quindi calcolato il valore mediano delle concentrazioni giornaliere valide rilevate dalle centraline disponibili, ottenendo per ciascun inquinante un'unica serie giornaliera. Come noto la mediana è robusta alla presenza di valori estremi e le serie di inquinamento utilizzate non risentono pertanto di picchi locali di concentrazione. Si dispone di sette centraline nel periodo di interesse. La validità della scelta di considerare un'unica serie temporale giornaliera delle concentrazioni degli inquinanti è stata verificata utilizzando il coefficiente di correlazione di Pearson, il coefficiente di concordanza di Lin e la correlazione (in valore assoluto) tra la media e la differenza, per coppia di centraline.



Centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria. 2004-2010. Taranto. ARPA Puglia

Effetto a breve termine di PM10 e NO2 sulla mortalità.

L'analisi per la città di Taranto nel suo complesso fornisce una stima di circa 0,84% di incremento del rischio di morte per cause naturali per incrementi di dieci microgrammi/metro cubo di PM10, e di 0,60% per analoghi incrementi di NO2. Sono maggiori d'estate che non nella stagione fredda. Non si trovano associazioni se consideriamo le cause cardiovascolari e respiratorie.

Per quanto riguarda le stime degli effetti per i quartieri Borgo e Tamburi troviamo un'associazione molto più forte. Per la mortalità per cause naturali abbiamo una variazione percentuale (vp) di 3,38% (IC 90% 0,1 ; 6,1) per incrementi di dieci microgrammi/metro cubo di PM10, e una vp di 6,46 % (IC90% 0,8 ; 12,5) per l'NO2. Per le polveri PM10 troviamo associazioni anche con le cause cardiovascolari (in particolare per la classe di età 65-74 anni) e respiratorie (nelle età <75 anni).

Nella stagione estiva le stime di effetto sono molto forti per il PM10: vp 8,9% (IC90% 3,9 ; 14,2) per la mortalità per cause naturali; vp 18,2% (IC90% 7,4; 30,1) per cause cardiovascolari e vp 16,9% (IC90% -6,8; 46,6) per le cause respiratorie.

Effetto a breve termine di PM10 e NO2 sui ricoveri ospedalieri.

L'analisi per la città di Taranto fornisce una stima di circa 1,59% di incremento del rischio di ricovero per malattie cardiache per incrementi di dieci microgrammi/metro cubo di PM10 e di 5,83% per malattie respiratorie. Gli intervalli di confidenza al 90% sono ampi per le malattie

cardiache (-0,6; 3,8) ma non per le respiratorie (3,1; 8,6). Per l'NO₂ è evidente un'associazione con le malattie respiratorie. Sono maggiori d'estate che non nella stagione fredda e per le classi di età più anziane. Non si trovano associazioni se consideriamo le cause cerebrovascolari.

Per quanto riguarda le stime degli effetti per i quartieri Borgo e Tamburi troviamo anche per i ricoveri un'associazione molto più forte che per la città di Taranto nel suo complesso. Per le malattie cardiache abbiamo una vp di 5,01% (IC 90% 0,8 ; 9,4) per incrementi di dieci microgrammi/metro cubo di PM₁₀; per le malattie respiratorie abbiamo una vp di 9,26% (IC 90% 4,2 ; 14,5).

Nella stagione estiva le stime di effetto sono tendenzialmente maggiori: vp 5,4% (IC90% -0,6; 11,6) per le malattie cardiache e vp 15,5% (IC90% 8,0; 23,5) per le malattie respiratorie. La classe di età anziana (75+) mostra vp di 6,8% (IC90% 1,0; 12,8) per le m. cardiache e vp 18,3% (IC90% 8,7; 28,7) per le respiratorie. Per NO₂ le associazioni sono più chiare se consideriamo la malattie respiratorie.

Decessi attribuibili

Nei sette anni considerati, per Taranto nel suo complesso (utilizzando le stime di effetto ottenute per la città nel suo complesso) si stimano 83 decessi attribuibili (IC80% 1,5; 163,8) ai superamenti del limite OMS di 20 microgrammi al metro cubo per la concentrazione annuale media di PM₁₀. È lo 0,7% delle morti naturali con una Attributable Community Rate di 5,87 per centomila per anno.

Nei sette anni considerati, per i quartieri Borgo e Tamburi si stimano 91 decessi attribuibili (IC80% 55,0; 126,6) ai superamenti del limite OMS di 20 microgrammi al metro cubo per la concentrazione annuale media di PM₁₀ (stima ottenuta utilizzando la stima di effetto specifica dei due quartieri). È il 2,8% delle morti naturali con una Attributable Community Rate di 20,46 per centomila.

È interessante notare come un impatto sulla mortalità per causa cardiorespiratoria sia apprezzabile solo nella popolazione residente nei due quartieri maggiormente esposti.

Ricoveri attribuibili

Nei sette anni considerati, per Taranto (utilizzando le stime di effetto ottenute per la città nel suo complesso) si stimano 193 ricoveri per malattie cardiache (IC80% 86,2; 299,4) attribuibili ai superamenti del limite OMS di 20 microgrammi al metro cubo per la media annuale delle concentrazioni di PM₁₀, e 455 ricoveri per malattie respiratorie (IC80% 371,7; 537,7). Questo corrisponde al 1,4% dei ricoveri non programmati per malattie cardiache con un Attributable

Community Rate di 13,65 per centomila per anno, e al 5,0% con ACR 32,18 per le malattie respiratorie.

Nei sette anni considerati, per i quartieri Borgo e Tamburi (utilizzando le stime di effetto ottenute per i due quartieri) si stimano 160 ricoveri per malattie cardiache (IC80% 106,3; 213,9) attribuibili ai superamenti del limite OMS di 20 microgrammi metro cubo per la media annuale delle concentrazioni di PM10 e 219 ricoveri per malattie respiratorie (IC80% 173,3; 264,1). Questo corrisponde al 4,3% dei ricoveri non programmati per malattie cardiache con una Attributable Community Rate di 35,98 per centomila per anno, e al 7,8% con ACR di 49,24 per centomila per le malattie respiratorie.

È interessante notare come anche per i ricoveri l'impatto si concentra nella popolazione residente nei due quartieri maggiormente esposti.

Come possono essere interpretati i risultati dello studio alla luce della letteratura scientifica?

La popolazione studiata è relativamente piccola e il numero di eventi osservati mediamente al giorno è relativamente poco numeroso. Questo comporta una forte incertezza nelle stime. I risultati sono tuttavia coerenti con la letteratura.

L'analisi per i quartieri di Borgo e Tamburi, che sono particolarmente interessati dal fenomeno dell'inquinamento dell'aria e dalle emissioni dagli impianti industriali mostra che, nonostante la ridotta numerosità, una forte associazione (come stima puntuale) tra inquinamento dell'aria ed eventi sanitari è osservabile e documentabile solo per questa popolazione. Le stime per la città di Taranto nel suo complesso sono in generale attenuate come ci si aspetta dall'analisi dei dati della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le stime di impatto sono coerenti con l'osservazione della maggiore concentrazione degli inquinanti nei quartieri di Borgo e Tamburi. Per questa popolazione, per la mortalità, si registra un Attributable Community Rate di 20,46 per centomila per anno contro 5,87 di Taranto nel suo complesso, per i ricoveri un ACR di 35,98 (malattie cardiache) e 49,24 (malattie respiratorie) contro rispettivamente 13,65 e 32,18 per Taranto nel suo complesso.

Eventuali differenze di segno negativo (decessi attribuibili per Taranto meno rispetto ai decessi attribuibili per Borgo e Tamburi) sono frutto di variabilità campionaria. L'evidenza empirica è che l'associazione tra inquinanti ed eventi sanitari è solo sostanzialmente presente se consideriamo la

popolazione residente a Borgo e Tamburi. Se consideriamo tutta Taranto le stime di associazione si attenuano o scompaiono a causa di una misclassificazione perché vengono considerati insieme esposti e non esposti.

Quali sono i punti di forza dello studio?

Lo studio è condotto usando un disegno e una strategia di analisi consolidata in letteratura.

Le stime di effetto per i quartieri di Borgo e Tamburi sono forti e coerenti con la letteratura.

Fattori di distorsione e confondimento legato alla stagionalità sono stati controllati con metodi consolidati in letteratura.

La misura dell'esposizione si basa su sette monitor con elevata correlazione tra di loro. Una possibile attenuazione di effetto è presumibile per l'analisi su Taranto nel suo complesso.

Le stime di impatto sono coerenti con le informazioni sulle emissioni e le concentrazioni misurate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria, anche applicando fattori di sconto per la maggior suscettibilità e la quota non di origine industriale.

Quali sono i punti critici dello studio?

La popolazione oggetto di indagine è di piccole dimensioni e le stime hanno ampi intervalli di confidenza.

Considerazioni finali

Per quanto riguarda gli effetti a breve termine delle polveri PM₁₀, l'analisi sulla città di Taranto nel suo complesso ha mostrato un'associazione con la mortalità per cause naturali coerente con quanto registrato in letteratura (una variazione percentuale di 0,8% per incrementi di 10 µg/m³ dell'inquinante). Sui ricoveri si è documentata un'associazione con le malattie respiratorie (una variazione percentuale di 5,8%).

L'analisi ristretta ai residenti nei quartieri Borgo e Tamburi ha mostrato un'associazione con la mortalità per tutte le cause (vp 3,3%), le cause cardiovascolari (vp 2,6%) e respiratorie (vp 8,3%). Sui ricoveri, l'analisi sui quartieri Borgo e Tamburi ha mostrato un'associazione con i ricoveri per malattie cardiache (vp 5,0%; p=0,051) e respiratorie (vp 9,3%; p=0,002).

Nel periodo esaminato, i decessi e i ricoveri nel breve termine attribuibili alle emissioni derivanti dagli impianti industriali per quanto attiene ai livelli di PM₁₀ superiori al limite OMS sulla qualità dell'aria di 20 µg/m³ per i residenti a Borgo e Tamburi sono 91 (IC80% 55; 127) decessi, 160 (IC80% 106-214) ricoveri per malattie cardiache, 219 (IC80% 173; 264) ricoveri per malattie

respiratorie. Scontando una possibile maggior fragilità della popolazione dei due quartieri per effetto di condizioni socio-economiche e lavorative e il contributo di inquinanti da altre sorgenti estranee all'area industriale, i decessi attribuibili diventano circa quaranta (1,2% dei decessi totali, 9 decessi per centomila persone per anno), i ricoveri attribuibili per malattie cardiache settanta (16 ricoveri per centomila persone per anno) e i ricoveri attribuibili per malattie respiratorie cinquanta (11 ricoveri per centomila persone per anno).

Quesito 3

Qual è l'impatto in termini di decessi e di ricoveri ospedalieri per quanto riguarda le patologie croniche, che sono attribuibili alle emissioni in oggetto

Che studio è stato condotto?

Per rispondere al quesito, è stato appositamente condotto uno studio epidemiologico descritto nel capitolo 3. In breve, lo studio è stato condotto con un approccio di coorte di popolazione basato sulla ricostruzione della storia anagrafica di tutti gli individui residenti, il loro successivo follow-up la verifica di mortalità, ricoveri ospedalieri, incidenza dei tumori, e il computo dei tassi assoluti e relativi di frequenza di malattia e di mortalità. L'approccio di coorte è ritenuto in epidemiologia quello in grado di valutare in maniera più valida il nesso eziologico tra una esposizione e lo stato di salute di una particolare popolazione esposta. In questo approccio, tutti i soggetti vengono seguiti nel tempo rispetto alla esposizione di interesse specificatamente definita e sono minori le possibilità di distorsione. L'area considerata in questo studio è quella dei comuni di Taranto, Statte e Massafra..

La coorte è composta dai soggetti residenti al 1 gennaio 1998 e da tutti quelli che sono successivamente entrati come residenti nell'area per nascita o immigrazione fino al 31 dicembre 2010. Le caratteristiche di esposizione considerate sono state:

1. il livello individuale di esposizione a polveri PM_{10} (emissioni primarie) di origine industriale, stimato per ogni individuo all'indirizzo di residenza alla data di arruolamento attraverso un modello matematico di dispersione degli inquinanti (che tiene conto delle emissioni, della orografia e della meteorologia);
2. l'impiego negli anni '70-'90 (ricostruito mediante i contributi INPS) presso l'industria siderurgica di Taranto e presso i principali impianti di costruzioni meccaniche e navali.

Nella analisi dei dati si è tenuto conto di un indicatore individuale di stato socioeconomico, calcolato a livello di sezione di censimento della residenza di ciascun soggetto della coorte.

Sono state arruolate 321.356 persone (265.994 soggetti a Taranto, 38.808 a Massafra, e 16.554 a Statte). L'84.9% dei soggetti erano già presenti al 1 gennaio 1998 e il 39.1% abitavano nella stessa residenza del reclutamento da più di 20 anni. Tra i membri della coorte avevano prestato servizio

presso società del comparto siderurgico 9.633 soggetti con la qualifica di operaio e 3.923 soggetti con la qualifica di impiegato (almeno una volta). Sono risultati addetti alle costruzioni meccaniche 17.035 soggetti e alle costruzioni navali 1.238 soggetti. Alla fine del follow-up (al 31 dicembre 2010) sono risultati deceduti 28.171 soggetti (8.8%). Per 23.004 deceduti entro il 2008 erano disponibili i dati sulla causa di morte dal registro della ASL. E' stato possibile acquisire per ogni soggetto, oltre alla causa di morte per i deceduti, la causa di un eventuale ricovero ospedaliero, e l'incidenza di tumore (solo per un periodo di tempo più limitato). Il modello statistico ha stimato i rischi relativi di morte e/o di malattia (*Hazard ratio*) attraverso una analisi di sopravvivenza. I risultati tengono conto, attraverso il modello statistico, del genere, dell'età, e dell'indicatore di stato socioeconomico.

Quali sono i risultati principali dello studio?

Lo studio ha fornito i seguenti risultati:

- La città di Taranto (e i due comuni limitrofi Statte e Massafra) presentano un quadro sociale variegato con presenza contemporanea di aree ad elevata emarginazione e povertà ed aree abbienti. A questa stratificazione sociale si associano differenze importanti di salute (e di probabilità di morte). Le classi sociali più basse hanno tassi di mortalità e di ricorso al ricovero ospedaliero più alte di circa il 20% rispetto alle classi sociali più abbienti.

La tabella seguente mostra l'aumento percentuale (%) di mortalità tra le persone che vivono in aree con basso livello socioeconomico rispetto a quelle persone che vivono in aree ad alto livello socioeconomico:

<u>Cause di morte</u>	<u>Maschi</u>	<u>Femmine</u>
Tutte le cause naturali	+ 22 %	+ 18 %
Tumori maligni	+ 18 %	+ 19 %
Malattie cardiovascolari	+ 7 %	+ 3 %
Malattie apparato respiratorio	+ 78 %	+ 31 %

- Anche tenendo conto degli effetti della stratificazione sociale illustrati, la situazione sanitaria in termini di mortalità e ricoveri ospedalieri non è uniforme nella città. In particolare, tassi più elevati si osservano nei quartieri Paolo VI e Tamburi (che raggruppa i rioni Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro). Per questi quartieri, dopo aver aggiustato nella analisi statistica per i differenziali sociali, i livelli complessivi di mortalità e di ricorso

al ricovero ospedaliero sono più elevati rispetto agli altri quartieri di Taranto del 27-64% per Paolo VI e 10% - 46% per Tamburi. Gli eccessi sono sostenuti dai tumori, dalle malattie cardiovascolari e dalle malattie respiratorie, come illustra la tabella successiva.

La tabella mostra gli aumenti percentuali di mortalità per causa in tre quartieri (confrontati con gli altri di Taranto). I valori in grassetto sono statisticamente significativi:

Causa di morte	Maschi			Femmine		
	Tamburi	Borgo	Paolo VI	Tamburi	Borgo	Paolo VI
	%	%	%	%	%	%
Tutte le cause	+12	+7	+27	+ 9	+1	+28
Cause naturali	+10	+3	+35	+ 5		+28
Tumori maligni	+11	0	+42			+23
Malattie cardiovascolari	+10	+2	+28	+15		
Malattie cardiache	+9	+3	+27	+24	+4	+22
Malattie ischemiche del cuore	+20	+4	+37	+46	+2	+15
Malattie apparato respiratorio	+8	+5	+64	+9	+9	+26

Risultati analoghi si sono verificati per i ricoveri ospedalieri.

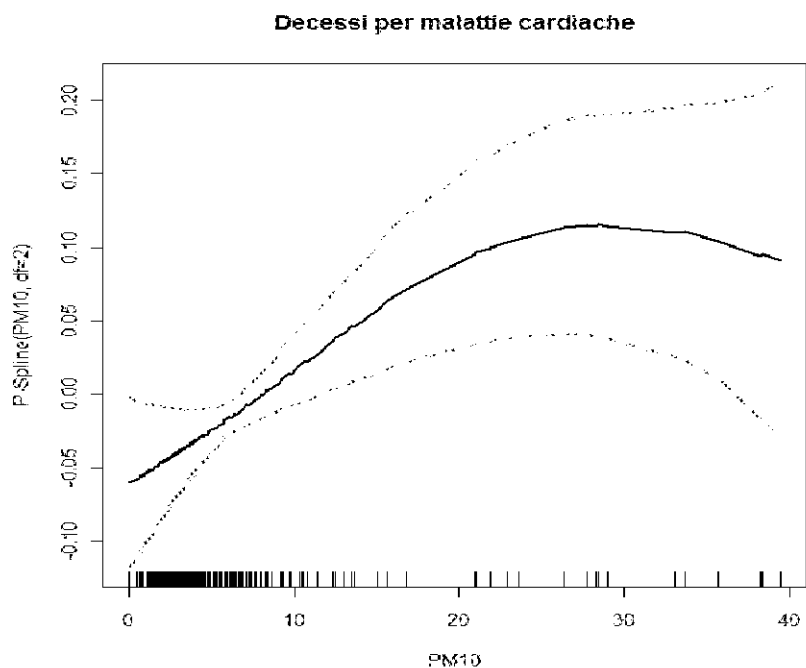
7. L'esposizione a PM₁₀ primario di origine industriale (in grande prevalenza proveniente dalle sorgenti convogliate del complesso siderurgico) è associata in modo coerente con un aumento della mortalità complessivo e con la mortalità e morbosità per cause cardiovascolari (in particolare la malattia ischemica), respiratorie, neurologiche e renali.

La tabella che segue illustra il complesso dei risultati dello studio di coorte relativamente alla mortalità e ai ricoveri ospedalieri per effetto dell'inquinamento. Sono riportati i valori di rischio relativo (RR) (*hazard ratios* dal modello di Cox) che esprimono di quante volte aumenta (o diminuisce) la mortalità o la morbosità per ogni incremento della esposizione a PM₁₀ di origine industriale pari a 10 µg/m³. I valori di rischio relativo in grassetto sono statisticamente significativi come si nota anche dai limiti di confidenza al 95% (95% CI). Se per esempio consideriamo la mortalità per eventi coronarici (infarto e angina instabile), la stima di effetto riscontrata è di 1.09, ovvero un aumento nella frequenza di morte per questa causa del 9% per i soggetti che hanno una esposizione a PM₁₀ di origine industriale di 10 µg/m³ (coloro che hanno una esposizione a 20µg/m³ avranno un incremento di rischio del

18%, coloro che arrivano ad una esposizione di $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ raggiungono incrementi di rischio del 27% e così via). E' opportuno ribadire che tali risultati sono stati depurati nel modello statistico dell'effetto della età, del sesso, della posizione socioeconomica e della esposizione lavorativa nei settori siderurgico, costruzioni meccaniche e navali.

CAUSA	Mortalità			Ricoveri Ospedalieri		
	RR	95% CI		RR	95% CI	
<u>Tutte le età</u>						
Tutte le cause	1.02	1.00	1.03			
Cause naturali (001-799)	1.01	1.00	1.03	1.02	1.01	1.02
Tumori maligni	0.99	0.96	1.02	1.02	1.00	1.04
Tumore del polmone	1.01	0.95	1.08	1.06	1.00	1.13
Malattie neurologiche	1.09	0.99	1.20	1.03	1.00	1.06
Malattie cardiovascolari	1.00	0.98	1.03	1.01	1.00	1.03
Malattie cardiache	1.04	1.01	1.07	1.02	1.00	1.03
Eventi coronarici acuti (infarto ed angina instabile)	1.09	1.01	1.18	1.06	1.02	1.09
Malattie apparato respiratorio	0.98	0.93	1.04	1.05	1.03	1.06
Infezioni acute delle vie respiratorie	0.92	0.83	1.03	1.08	1.05	1.10
Malattie renali	1.12	1.01	1.24	1.05	1.03	1.08

A titolo esemplificativo della relazione tra esposizione a PM_{10} di origine industriale e mortalità per cause cardiache si osservi la figura seguente: all'aumentare dei livelli di esposizione aumenta la probabilità di decesso per malattie cardiache (le linee tratteggiate sono i limiti di



confidenza).

La tabella seguente riporta, con analoghe modalità, i risultati principali per quanto riguarda la patologia nei bambini ed adolescenti da 0-14 anni. Si noti un effetto statisticamente significativo per i ricoveri ospedalieri per cause respiratorie e un effetto al limite della significatività statistica per i tumori in età pediatrica.

CAUSA	Ricoveri Ospedalieri		
	RR	95% CI	
<u>Età 0-14 anni</u>			
Tumori maligni 0-14 anni	1.25	0.99	1.58
Malattie dell'apparato respiratorio 0-14 anni	1.09	1.06	1.11
Infezioni delle vie respiratorie 0-14 anni	1.12	1.09	1.15

8. La quota relativa di decessi e di patologie attribuibile alla esposizione delle sostanze emesse dal complesso industriale, in particolare a PM_{10} , è illustrato nella tabella che segue. Le stime derivano dai coefficienti di rischio relativo illustrati nelle tabelle precedenti applicati ad una esposizione media a PM_{10} di origine industriale di $8.8\mu g/m^3$ della intera coorte come stimato dal modello di dispersione. Vengono mostrati, per ogni causa di morte o di ricovero, la frequenza degli eventi osservati nella intera coorte (casi totali osservati) e il numero di casi attribuibili (con l'intervallo di confidenza della stima) e la percentuale dei casi attribuibili sul totale dei casi osservati (RA%). Si noti che i casi attribuibili sono stati calcolati per l'intero periodo di osservazione per la mortalità totale e i ricoveri ospedalieri (1998-2010) e per il 1998-2008 per la mortalità per causa. In sostanza, per citare alcuni dati della tabella, nei 13 anni di osservazione sono attribuibili alle emissioni industriali 386 decessi totali (30 per anno), ovvero l'1.4% della mortalità totale, la gran parte per cause cardiache. Sono altresì attribuibili 237 casi di tumore maligno con diagnosi da ricovero ospedaliero (18 casi per anno), 247 eventi coronarici con ricorso al ricovero (19 per anno), 937 casi di ricovero ospedaliero per malattie respiratorie (74 per anno) (in gran parte nella popolazione di età pediatrica, 638 casi totali, 49 per anno).

Causa	Mortalità					Ricoveri Ospedalieri				
	Casi totali osservati	Rischio attribuibile				Casi totali osservati	Rischio attribuibile			
		Casi attribuibili	IC 95%		RA%		Casi attribuibili	IC 95%		RA%
<u>Tutte le età</u>										
Tutte le cause	28,171	386	23	749	1.4					
Cause naturali	22,027	246	0	567	1.1					
Tumori maligni	6,748					12,803	237	0	486	1.8
Tumore del polmone	1,473					1,543	82	0	164	5.3
Malattie neurologiche	595	45	0	94	7.6	6,071	161	0	327	2.7
Malattie cardiovascolari	8,296					41,633				
Malattie cardiache	5,603	198	40	355	3.5	28,810	474	97	851	1.6
Eventi coronarici acuti	956	75	12	139	7.9	5,105	247	93	401	4.8
Malattie apparato respiratorio	1,886					24,851	973	648	1,298	3.9
Infezioni delle vie respiratorie	565					11,390	738	528	947	6.5
Malattie renali	496	50	6	93	10.0	9,974	443	231	655	4.4
<u>Popolazione 0-14 anni</u>										
Tumori maligni						89	17	0	35	19.5
Malattie apparato respiratorio						8,769	638	456	820	7.3
Infezioni delle vie respiratorie						6,281	627	478	776	10.0

Come possono essere interpretati i risultati dello studio alla luce della letteratura scientifica?

Le esposizioni ambientali presenti a Taranto sono già state studiate in diversi contesti ed esiste un solido corpo di evidenze scientifiche in grado di suffragare i risultati per quanto riguarda gli effetti cardiovascolari e respiratori del PM₁₀ (e dei suoi componenti) sulla popolazione generale (ATS, 1996; WHO 2005; Brook, 2010). Questo studio testimonia anche un effetto per quanto riguarda le malattie neurologiche e renali ed i ricoveri per tumore del polmone. Anche gli eccessi riscontrati nel comparto siderurgico, in particolare per tumore della pleura, della vescica e dello stomaco, hanno un grado elevato di plausibilità e si considera l'esposizione ad amianto, ad idrocarburi aromatici policiclici e alla possibile ingestione di polveri minerali. Si noti anche l'eccesso di tumori dei tessuti molli, osservato nella valutazione di incidenza, potenzialmente attribuibile ad esposizione a diossine.

Che periodo di latenza si può presumere tra esposizione a sostanze tossiche e comparsa di effetti sanitari?

La latenza tra inizio della esposizione ed esiti di malattia varia a seconda del processo patologico. E' chiaro che, per quanto riguarda i tumori tra gli adulti (specie i tumori solidi), l'esposizione

etiologicamente rilevante è quella avvenuta 15-30 anni prima della comparsa della malattia. Nel caso dei lavoratori, dunque, le esposizioni avvenute durante gli anni 60-80 possono ritenersi responsabile dei casi di tumore della vescica, dello stomaco e dei tumori dei tessuti molli osservati in questo studio.

Il ragionamento è diverso per le malattie cardiovascolari e per quelle respiratorie, in quanto la latenza tra esposizione ed effetto sanitario è più contenuta poiché diversi i meccanismi fisiopatologici che sottendono il danno biologico. La latenza breve è del resto molto chiara per le malattie respiratorie nei bambini. L'evidenza scientifica su questo aspetto è chiaramente dimostrata dagli studi che sono stati in grado di misurare dopo pochi anni la riduzione degli effetti sanitari al diminuire delle concentrazioni inquinanti (Laden F, Schwartz J, Speizer FE, Dockery DW. Reduction in fine particulate air pollution and mortality: Extended follow-up of the Harvard Six Cities study. Am J Respir Crit Care Med. 2006 Mar 15;173(6):667-72). I risultati del Six City Study, per esempio, hanno mostrato che la mortalità associata alla esposizione a polveri è diminuita nel decennio degli anni 1990 rispetto a metà degli anni 1970 e 1980 in modo coerente con la diminuzione della concentrazione di PM_{2,5} ambientali e hanno suggerito in un anno la latenza tra esposizione e mortalità attribuibile all'inquinamento atmosferico. Lo studio di Pope et al, (2009) (Pope CA 3rd, Ezzati M, Dockery DW. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. N Engl J Med. 2009) ha osservato che, al diminuire della concentrazione ambientale di polveri negli Stati Uniti, si osservava negli anni subito successivi un aumento della speranza di vita. Sulla base di tale evidenza scientifica, si può affermare che la esposizione a sostanze tossiche provenienti dal complesso siderurgico durante gli anni dello studio è stata responsabile dell'aumento di mortalità e di morbosità per le malattie non neoplastiche.

Che risultati ha avuto lo studio per i lavoratori del centro siderurgico?

L'analisi del follow-up dei lavoratori che hanno prestato servizio presso l'impianto siderurgico negli anni 70-90 con la qualifica di operaio ha mostrato un eccesso di mortalità per patologia tumorale (+11%), in particolare per tumore dello stomaco (+107), della pleura (+71%), della prostata (+50) e della vescica (+69%). Tra le malattie non tumorali sono risultate in eccesso le malattie neurologiche (+64%) e le malattie cardiache (+14%). I lavoratori con la qualifica di impiegato hanno presentato eccessi di mortalità per tumore della pleura (+135%) e dell'encefalo (+111%). Il quadro di compromissione dello stato di salute degli operai della industria siderurgica è confermato dall'analisi dei ricoveri ospedalieri con eccessi di ricoveri per cause tumorali, cardiovascolari e respiratorie. L'esame dei dati di incidenza tumorale ha mostrato un aumento,

anche se basato su pochi casi, dei tumori del tessuto connettivo sia negli operai (3 casi) che negli impiegati (3 casi) del settore siderurgico ed un coerente incremento di casi di mesotelioma.

La tabella seguente illustra la stima dei casi di decesso, ricovero ospedaliero e di incidenza per malattie tumorali e non tumorali tra i lavoratori del settore siderurgico attribuibili alla condizione lavorativa per il periodo di osservazione.

Malattie	Casi attribuibili	
Causa di decesso (1998-2008)	n.	95% CI
Tumori maligni	41	0 78
Tumore dello stomaco	18	10 24
Tumore della vescica	11	3 17
Malattie neurologiche	10	2 16
Malattie cardiache	24	0 48
Cause di ricovero ospedaliero (1998-2010)		
Malattie cardiache	164	73 251
Eventi coronarici acuti	52	3 97
Malattie apparato respiratorio	113	50 172
Incidenza tumori (1999-2001, 2006)		
Tumori del connettivo e tessuti molli	6 casi	(3 operai e 3 operai/impiegati)
Mesotelioma	21 casi	(12 operai e 9 operai/impiegati)

Con la presente perizia sono stati notificati i deceduti per tumore della vescica, dello stomaco, malattie neurologiche e incidenza dei tumore dei tessuti molli per sospetta malattia professionale.

Che conclusioni si possono trarre dell'esame dettagliato della sorveglianza dei lavoratori?

Nel capitolo 4 sono state considerate in dettaglio le attività di sorveglianza della salute dei lavoratori dello stabilimento siderurgico. Gli obblighi di legge sono assolti attraverso la Valutazione dei Rischi, un Sistema di gestione della salute e della sicurezza sul lavoro e un'attività di sorveglianza sanitaria organizzata e puntuale. Si sono osservati i fenomeni di seguito riportati.

Dal 2002 al 2010 si è osservata una progressiva riduzione percentuale delle idoneità assolute (dall'88,3% del 2002 al 66,1% del 2010) ed un parallelo aumento delle idoneità parziali (dall'11,5%

del 2002 al 33,5% del 2010). Il fenomeno può essere giustificato solo in parte dall'incremento dell'età media dei lavoratori, mentre potrebbero aver influito i seguenti fenomeni:

- la variabilità individuale tra i diversi medici competenti che si succedono nell'attività di sorveglianza sanitaria;
- una politica di maggiore cautela da parte dei medici competenti e dell'azienda anche in relazione a pressioni dei lavoratori;
- una progressiva alterazione dello stato di salute dei lavoratori in relazione al protrarsi dell'esposizione ai rischi professionali.

L'analisi delle prescrizioni e delle limitazioni ha evidenziato che le misure protettive più numerose sono quelle associate al rischio rumore e al rischio muscolo-scheletrico, mentre quelle connesse al rischio chimico sono numericamente contenute. Tuttavia è diverso il trend temporale di tali provvedimenti che è in aumento per il rischio chimico e muscolo-scheletrico, mentre è in sensibile riduzione per il rischio rumore.

Sono state analizzate le malattie professionali denunciate dai lavoratori e quelle indennizzate dall'INAIL dal 1998 al 2010. Dai dati forniti dall'ufficio INAIL di Taranto risultano 1.696 malattie professionali denunciate e 527 indennizzate (31%). Tra le malattie denunciate 234 sono riferite alle malattie da asbesto, di cui 150 sono state indennizzate (rapporto tra malattie indennizzate e malattie denunciate pari al 64%). Ciò testimonia come il rischio asbesto sia un problema reale all'interno dello stabilimento supportato da un elevato numero di casi riconosciuti e da un andamento temporale in continua crescita.

I tumori non da asbesto causati dalle esposizioni professionali ed indennizzati dal 1998 al 2010 dall'INAIL sono stati 98, rispetto alle 245 denunce effettuate nello stesso periodo (40%); un'indagine del trend temporale mostra un leggero aumento.

Infine, dal confronto con il dato nazionale delle denunce di malattia professionale verificatesi nello stesso periodo nel settore industriale emerge che:

- esiste una maggiore frequenza di denunce di malattie respiratorie non da asbesto tra i lavoratori dell'ILVA rispetto al dato nazionale, un segnale di contaminazione ambientale in ambiente di lavoro, certamente compatibile con la particolare tipologia lavorativa.
- la consistente denuncia di tumori non da asbesto tra i lavoratori, rispetto al dato nazionale, può essere considerato in relazione all'esposizione a cancerogeni ambientali

diversi dall'asbesto (es. IPA e benzene);

- la consistente denuncia delle malattie da asbesto tra i lavoratori rispetto al dato nazionale, peraltro riconosciuta dall'INAIL nella maggior parte dei casi, costituisce un segnale di esposizione dei lavoratori all'asbesto.

Quali sono i punti di forza dello studio?

Lo studio epidemiologico sugli effetti a lungo termine ha numerosi punti di forza che lo rendono del resto unico nel quadro nazionale. Tali aspetti possono essere così riassunti:

8. Si tratta di uno studio coorte individuale, basato su un grande numero di individui;
9. Lo studio aveva forti ipotesi *a priori* sulle patologie di potenziale interesse;
10. Vi è stato un rigore elevato nell'arruolamento della coorte e nella caratterizzazione anagrafica;
11. Sono stati reperiti dati di buona qualità sulla storia residenziale ed è stato possibile georeferenziare con metodi automatici un gran numero di soggetti;
12. Le esposizioni considerate sono state molteplici e provenienti da fonti esterne e di buona qualità (modello di dispersione ISPESL, versamenti contributivi INPS);
13. Gli esiti sanitari indagati sono stati molteplici, di fonti diverse ed indipendenti ed hanno fornito risultati molto coerenti;
14. E' stato possibile nell'analisi dei dati controllare per il fattore di confondimento relativo allo stato socioeconomico;
15. I modelli statistici applicati sono avanzati e hanno permesso flessibilità nel controllo del confondimento;
16. Sono state condotte numerose analisi di sensibilità che rendono i risultati molto robusti.

Quali sono i punti critici dello studio?

Nella discussione dello studio nel capitolo 3 vengono presi in esame gli aspetti critici che sono solo di seguito riassunti.

1. Il PM₁₀ di origine industriale, come stimato dal modello di dispersione, rappresenta solo un indicatore del complesso delle sostanze inquinanti emesse. Tale indicatore è stato usato nell'analisi e ha indicato una associazione chiara con gli eventi sanitari a priori considerati. Si conviene però che tale indicatore è pur sempre una stima affetta da errore. Tuttavia, la possibile misclassificazione di questo indicatore rispetto alla vera esposizione della popolazione può essere considerata non differenziale (ossia non c'è ragione di ritenere che l'esposizione sia stata sovrastimata in maniera artificiale tra i casi rispetto ai non casi) . In

quanto tale, i rischi relativi che abbiamo ottenuto dallo studio, e quindi anche i rischi attribuibili, possono considerarsi conservativi.

2. I fattori di confondimento considerati sono stati l'età, il sesso, la posizione socioeconomica, l'impiego in siderurgia e in società di costruzioni meccaniche e navali. Tuttavia, molti lavoratori a Taranto hanno prestato servizio presso l'Arsenale in qualità di dipendenti civili del Ministero della Difesa e i versamenti contributivi per tali lavoratori non sono affidati all'INPS. Abbiamo richiesto i dati al Ministero della Difesa ma la loro disponibilità tardiva non ci ha permesso di considerarli nella analisi. Nel controllo del confondimento occupazionale non è dunque considerata la possibilità che parte dell'effetto possa essere attribuibile a questi lavoratori. Riteniamo questa eventualità estremamente improbabile.
3. Non abbiamo avuto la possibilità di controllare per i fattori di rischio individuali: il fumo di sigarette, l'alcol, l'attività fisica e l'obesità. Reperire queste informazioni sarebbe stato impossibile. E' da osservare però che molte delle abitudini personali elencate sono associate allo stato sociale. E' ragionevole dunque ritenere che l'aggiustamento effettuato nella analisi statistica per indicatore socioeconomico (che si è rilevato un potente fattore di rischio per la popolazione indagata) abbia anche aggiustato per le variabili individuali non misurate. La malattia che ha l'associazione più forte con il fumo di sigaretta è il tumore polmonare (con rischi relativi di 20-30). Se ci fosse stato un confondimento residuo nella valutazione dell'effetto del PM₁₀ o della occupazione avremmo dovuto osservare un effetto molto marcato per il tumore polmonare. Al contrario, le stime di rischio per tumore polmonare non sono elevate (se si fa eccezione per il PM₁₀ ricoveri ospedalieri nei maschi), e in ogni caso i rischi relativi riscontrati per malattie cardiovascolari e respiratorie sono tutti più alti di quelli riscontrati per il tumore polmonare. Si ritiene possibile dunque escludere il confondimento residuo da fattori individuali come spiegazione alternativa dei risultati trovati.

Quali raccomandazioni di ulteriori indagini?

I tempi estremamente ridotti con cui il progetto di studio epidemiologico è stato condotto (8 mesi per progettazione, acquisizione dati, controllo di qualità, analisi statistica e redazione del rapporto) non hanno permesso analisi aggiuntive e valutazioni dettagliate. Si raccomanda la prosecuzione della indagine sui seguenti aspetti:

1. Caratterizzazione della fertilità e della salute riproduttiva. Questi aspetti non sono stati considerati nella presente indagine ma devono essere valutati con attenzione specie in relazione ai possibili effetti tossici degli IPA e delle diossine.

2. Migliore caratterizzazione spaziale delle sostanze emesse in diversi periodi temporali. I modelli di dispersione degli inquinanti nella realtà di Taranto devono tener conto delle modifiche storiche delle emissioni.
3. Valutazione dettagliata della storia residenziale e costruzione di indici di esposizione cumulativa.
4. Aggiornamento dei dati dei registri tumori.
5. Analisi dettagliata degli effetti sanitari, in particolare i tumori per mansione, comparto, durata e latenza

Considerazioni finali

In conclusione, l'esposizione continuata agli inquinanti dell'atmosfera emessi dall'impianto siderurgico ha causato e causa nella popolazione fenomeni degenerativi di apparati diversi dell'organismo umano che si traducono in eventi di malattia e di morte. I modelli di analisi messi a punto hanno consentito di stimare quantitativamente il carico annuale di decessi e di malattie che conseguono all'esposizione all'inquinamento.