

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
2. quanti sono i decessi e i ricoveri per tali patologie per anno, per quanto riguarda il fenomeno acuto, attribuibili alle emissioni in oggetto
3. qual e' l'impatto in termini di decessi e di ricoveri ospedalieri per quanto riguarda le patologie croniche, che sono attribuibili alle emissioni in oggetto."

Data l'importanza degli accertamenti effettuati nel contraddittorio delle parti in ambito processuale, si ritiene opportuno dare conto degli specifici quesiti posti al primo collegio di consulenti con riferimento alla perizia chimica, nonché, quasi integralmente, delle conclusioni contenute nella relazione depositata dai periti.

In particolare, il Gip ha formulato i seguenti quesiti:

"Accertino i periti nominati in data odierna:

1. se dallo stabilimento Ilva SpA si diffondano gas, vapori, sostanze aereiformi, sostanze solide (polveri ecc.), contenenti sostanze pericolose per la salute dei lavoratori operanti all'interno degli impianti e per la popolazione del vicino centro abitato di Taranto e, eventualmente, di altri vicini, con particolare, ma non esclusivo, riguardo a benzo(a)pirene, ipa di varia natura e composizione nonché diossine, pcb, polveri di minerali ed altro;
2. se i livelli di diossina e pcb rinvenuti negli animali abbattuti, appartenenti alle persone offese indicate nell'ordinanza ammissiva dell'incidente probatorio del 27 ottobre 2010, e se i livelli di diossina e pcb accertati nei terreni circostanti l'area industriale di Taranto, siano riconducibili alle emissioni di fumi e polveri dello stabilimento Ilva di Taranto;
3. se all'interno dello stabilimento Ilva di Taranto siano osservate tutte le misure idonee ad evitare la dispersione incontrollata di fumi e polveri nocive alla salute dei lavoratori e di terzi;
4. se i valori attuali di emissione di diossine, benzo(a)pirene ed ipa di varia natura e composizione, pcb, polveri minerali ed altre sostanze ritenute nocive per la salute di persone ed animali nonché dannose per cose e terreni (sia da alterarne struttura e possibilità di utilizzazione), siano conformi o meno alle disposizioni normative comunitarie, nazionali e regionali in vigore;
5. se la pericolosità delle singole sostanze, considerando queste nel loro complesso e nella loro interagibilità, determinino situazioni di danno o di pericolo inaccettabili (effetto domino);
6. in caso affermativo, quali siano le misure tecniche necessarie per eliminare la situazione di pericolo, anche in relazione ai tempi di attuazione delle stesse ed alla loro eventuale drasticità"

Le risposte ai quesiti sono state indicate dal procuratore nel corso dell'audizione riportandosi alle conclusioni della perizia (il documento, nella parte relativa alle conclusioni, è stato acquisito dalla Commissione, doc. n. 1072/1):

Quesito. I

Per quanto riguarda il primo quesito concernente "se dallo stabilimento Ilva SpA si diffondano gas, vapori, sostanze aeriformi e sostanze solide (polveri ecc.), contenenti sostanze pericolose per la salute dei lavoratori operanti all'interno degli impianti e per la popolazione del vicino centro abitato di Taranto e, eventualmente, di altri vicini, con particolare, ma non esclusivo, riguardo a benzo(a)pirene, ipa di varia natura e composizione nonché diossine, pcb, polveri di minerali ed altro" la risposta è affermativa.

Nelle tabelle predisposte nella consulenza sono riportate le notevoli quantità di inquinanti rilasciate dalle emissioni convogliate dello stabilimento Ilva, ed in particolare quelle

associate alla massima capacità produttiva degli impianti stessi, a cui devono essere anche sommate le quantità di inquinanti rilasciate con le emissioni non convogliate (diffuse-fuggitive).

Quesito. II

Per quanto riguarda il secondo quesito concernente "se i livelli di diossina e pcb rinvenuti negli animali abbattuti, appartenenti alle persone offese indicate nell'ordinanza ammissiva dell'incidente probatorio del 27 ottobre 2010, e se i livelli di diossina e pcb accertati nei terreni circostanti l'area industriale di Taranto, siano riconducibili alle emissioni di fumi e polveri dello stabilimento Ilva di Taranto " la risposta è affermativa.

Infatti l'analisi comparata dei vari flussi emissivi e delle loro caratteristiche chimiche specifiche (profili dei congeneri "*fingerprints*" dei contaminanti), prodotti dalle sorgenti industriali considerate site nel territorio, permettono di affermare che i livelli di pcdd/pcdf e pcbdl accertati possano essere ricondotti in particolare alla specifica attività di sinterizzazione (area agglomerazione), svolta all'interno di Ilva SpA.

Pertanto la presenza di tali inquinanti, riscontrata nelle varie matrici ambientali analizzate, si può ricondurre in modo prevalente all'attività industriale di Ilva SpA.

Le analisi condotte in particolare nel reparto sinterizzazione, indicano che l'apporto degli inquinanti suddetti è connesso principalmente alle emissioni diffuse e fuggitive (particolato in aria e materiale solido depositato).

I risultati (...) portano pertanto a ritenere che i terreni agricoli indagati, utilizzati per il pascolo ed altre attività agricole, siti in aree adiacenti allo stabilimento Ilva SpA, risultano contaminati da pcdd/pcdf e pcbdl emessi dall'attività di sinterizzazione presente nello stabilimento.

(...) Le analisi condotte sulle aliquote residue di tessuti e organi animali, prelevati da Asl TA da animali sequestrati e abbattuti nel 2008 e conservati presso Istituto zooprofilattico di Teramo fino al 28 settembre 2011, come dettagliato al capitolo II par. 1.3, hanno evidenziato valori residui di pcdd/pcdf significativi, e in diversi casi superiori ai valori limite previsti dalla norme in materia di consumo alimentare.

Sulla base dei congeneri pcdd/pcdf rilevati, pur tenendo in considerazione la degradazione metabolica che tali congeneri possono avere avuto una volta ingeriti dagli animali, il loro possibile accumulo preferenziale e adottando un principio di cautela sulla predetta riconoscibilità dei profili determinati, i risultati ottenuti hanno messo in luce la presenza di alcuni congeneri specifici attribuibili con buona approssimazione alle emissioni diffuse prodotte nel reparto sinterizzazione, area agglomerazione dell'Ilva SpA e comunque non presenti nelle proporzioni nelle altre sorgenti industriali prese in considerazione nel territorio.

Pertanto pur nella cautela che i limiti della conoscenza scientifica e sperimentale in questo caso pongono, si ritiene ragionevole affermare una correlazione preferenziale dei contaminanti riscontrati nei tessuti e negli organi animali esaminati con i profili di congeneri di pcdd/pcdf riscontrati nelle emissioni diffuse da Ilva SpA.

Quesito III

Per quanto riguarda il terzo quesito concernente "se all'interno dello stabilimento Ilva di Taranto siano osservate tutte le misure idonee ad evitare la dispersione incontrollata di fumi e polveri nocive alla salute dei lavoratori e di terzi" la risposta è negativa. (...)

La quantità rilevante di polveri che viene rilasciata dagli impianti, anche dopo gli interventi di adeguamento, di particolare evidenza è la quantità di polveri che fuoriesce dall'acciaieria determinata dal cosiddetto fenomeno di *slopping*, documentato oltre che dalla presente indagine anche dagli organi di controllo.

Per ridurre tali emissioni è necessario pertanto che la ditta adotti ulteriori misure di contenimento, evidenziate nella risposta del sesto quesito, dando la priorità alla riduzione, delle emissioni contenenti sostanze pericolose e metalli.

Quesito. IV

Per quanto riguarda il quarto quesito concernente "se i valori attuali di emissione di Diossine, benzo(a)pirene ed ipa di varia natura e composizione, pcb, polveri minerali ed altre sostanze ritenute nocive per la salute di persone ed animali nonché dannose per cose e terreni (si da alterarne struttura e possibilità di utilizzazione), siano conformi o meno alle disposizioni normative comunitarie, nazionali e regionali in vigore" si evidenzia quanto segue.

Relativamente alla conformità alle norme nazionali e regionali, i valori misurati alle emissioni dello stabilimento Ilva con gli auto controlli effettuati dal gestore nell'anno 2010, risultano conformi sia a quelli stabiliti dalle precedenti autorizzazioni settoriali delle emissioni in atmosfera (ex-DPR. 203/88) e sia ai valori limite previsti dal recente decreto di Aia del 5 agosto del 2011.

Tali emissioni però, in considerazione del fatto che, come dettagliato negli specifici capitoli, derivano da impianti dove sono svolte anche attività di recupero, mediante trattamenti termici, di rifiuti non pericolosi, ovvero materie prime secondarie, dovevano essere presidiate a partire dal 17 agosto 1999 da sistemi di controllo automatico in continuo dei parametri inquinanti previsti dal decreto ministeriale 5 febbraio 1998, modificato dal decreto ministeriale 5 aprile 2006, n. 186, al punto 2) nell'allegato 1 suballegato 2, che sono: 1) polvere totale, 2) sostanze organiche sotto forma di gas e vapori, espresse come carbonio organico totale (cot), 3) cloruro di idrogeno (Hc1), 4) fluoruro di idrogeno (Hf), 5) biossido di zolfo (So2) e 6) monossido di carbonio (Co).

Poiché, allo stato attuale alle emissioni derivanti da questi impianti non sono installati i sistemi di controllo in continuo né viene verificato il rispetto dei limiti dei parametri inquinanti previsti dal decreto ministeriale 5 febbraio 1998 sopra detti, tali emissioni non risultano conformi a quanto previsto dalla normativa nazionale in materia di trattamento termico dei rifiuti. Inoltre poiché ai suddetti camini non sono installati i sistemi di controllo in continuo alle emissioni, non c'è alcun elemento che dimostri rispetto rppj limiti previsti dall'articolo 216, comma 1, 2 e 3 del decreto legislativo n. 152 del 2006 indicati nella Tabella 2.3 dell'allegato 1 suballegato 2 del decreto ministeriale 5.2.1998, con le modalità ivi prescritte né vi è alcun modo di verificarli.

Per quanto concerne le emissioni non convogliate dalle acciaierie, connesse quasi totalmente al fenomeno dello *slopping*, esse sono state regolamentate dal 4 agosto 2011 dal decreto di Aia che ha prescritto al gestore di eseguire a riguardo puntualmente due procedure operative. All'atto dell'accertamento e anche nel corso degli accertamenti svolti dagli organi di controllo tali procedure non risultavano in atto.

Per quanto riguarda la conformità delle torce esistenti in stabilimento alle prescrizioni normative esse sono state autorizzate espressamente con il recente decreto Aia, nel quale sono state fissate specifiche prescrizioni di monitoraggio al fine di verificare il corretto esercizio delle torce stesse e in particolare la combustione efficiente del gas ad esse inviato.

All'atto dell'accertamento (e come dettagliato al paragrafo 3 (3.3) del capitolo III-F), anche nel corso degli accertamenti svolti dagli organi di controllo, tali procedure non risultavano in atto.

Relativamente alla conformità alle norme regionali, con l'ultimo adeguamento dell'impianto di abbattimento del camino E312 a servizio dell'agglomerato, si evidenzia come questa emissione viene campionata e misurata secondo quanto previsto dalla norma regionale, in

particolare per quanto riguarda le diossine, e risulta conforme ai limiti regionali prescritti per le diossine e recepite dal decreto di Aia.

Le analisi ed i monitoraggi condotti nel corso della presente indagine alle emissioni dell'Area agglomerazione ed in particolare all'emissione denominata E312 "agglomerazione AGL2" hanno evidenziato valori di inquinanti pcdd/pcdf al di sotto dei valori limite previsti dal decreto regionale n°44 del 19 dicembre 2008. Il valore medio dei risultati sui campioni prelevati nelle quattro campagne di monitoraggio è stato pari a 0,27 ng I-TEQ/Nm³ di pcdd/pcdf rispetto al limite massimo previsto dalla norma regionale pari a 0,4 ng I-TEQ/Nm³ (calcolato come media dei valori determinati in almeno tre campagne, di tre campionamenti ciascuna, previa detrazione del 35 per cento correlato all'incertezza del metodo di misura).

Relativamente al parametro pcbdl il valore medio ottenuto, pari a 0,024 ng/Nm evidenzia il rispetto del limite previsto dal dlgs 152/2006 parte V allegato 1 par. II tab.A2 Cl. II e pari a: per FM >0.5g/h limite concentrazione 0,5 mg/Nm³.

Per quanto concerne la conformità alle norme comunitarie delle prestazioni ambientali degli impianti Ilva, si è fatto riferimento a quelle descritte nei documenti tecnici del BRef, e in particolare alle *Bat Conclusions*.

A tal fine, fermo restando quanto premesso in relazione alla valenza di tali documenti ed all'ampio intervallo di valori in essi riportato, alla informazione integrata sulla qualità e quantità delle emissioni dello stabilimento Ilva connessa al parametro polveri, le concentrazioni di inquinanti emessi dalle varie aree, rappresentate dai valori rilevati negli autocontrolli e negli accertamenti svolti nel corso della presente indagine, opportunamente elaborati, sono stati comparati con quelli riportati nei documenti sopradetti.

(...) nella maggioranza delle aree e/o delle fasi di processo, sono emesse quantità di inquinanti notevolmente superiori a quelle che sarebbero emesse in caso di adozione da parte di Ilva delle Bat con la performance migliore come stabilito dal BRef.

Si deve però anche evidenziare come i valori emissivi, anche se superiori a quelli minimi ricavati sulla base del BRef, sono però inferiori a quelli fissati nell'autorizzazione di Aia.

Quesito. V

Per quanto riguarda il quinto quesito concernente "se la pericolosità delle singole sostanze, considerando queste nel loro complesso e nella loro interagibilità, determinino situazioni di danno o di pericolo inaccettabili (effetto domino) "data, la specifica professionalità dei sottoscritti non si può che rinviare per la risposta allo stesso allo specifico collegio peritale nominato da questo giudice.

Quesito. VI

Per quanto riguarda il sesto quesito concernente "in caso affermativo, quali siano le misure tecniche necessarie per eliminare la situazione di pericolo, anche in relazione ai tempi di attuazione delle stesse e alla loro eventuale drasticità "si evidenzia quanto segue. Dai dati relativi alle diverse emissioni, la condizione che risulta più significativa, anche della stessa presenza in esse di elevate concentrazioni di composti inquinanti, e singolare per il contesto in cui essa si riscontra, è la differenza delle concentrazioni misurate in esse, non solo tra quelle appartenenti ad impianti differenti ma anche tra quelle derivanti da impianti di lavorazione analoghi.

In data 17 febbraio 2012 si è tenuta l'udienza innanzi al Gip nel corso della quale sono stati esaminati i periti, dottor Mauro Sanna, Nazzareno Santilli, Roberto Monguzzi e Rino Felici e la Commissione ha richiesto la trasmissione di copia del verbale di udienza e della trascrizione delle dichiarazioni rese dai periti in sede di esame (doc. 1130/1).

Dal verbale di udienza risulta la presenza dei seguenti enti pubblici quali persone offese:

- il comune di Taranto;
 - l'amministrazione provinciale di Taranto;
 - la regione Puglia
- rappresentate dai rispettivi difensori.

E' stata invece riscontrata l'assenza della Ministero dell'ambiente.

Non si comprende quale sia la ragione della mancata partecipazione del Ministero dell'ambiente a fronte di un procedimento di tale rilevanza nel quale era in corso di acquisizione una prova di grandissimo rilievo non solo in ambito processuale, ma anche in ambito extraprocedimentale, ai fini della programmazione delle eventuali future iniziative del Ministero rispetto alle problematiche ambientali accertate.

Il procuratore Sebastio, come più avanti si evidenzierà, ha avvertito la necessità di scrivere una missiva al Ministero dell'ambiente (assente all'udienza) per sollecitare, sempre nei limiti delle rispettive competenze, l'adozione di provvedimenti a tutela della salute umana e dell'ambiente.

b) Le misure di tutela ambientale indicate nella perizia

Per quanto riguarda le misure di tutela ambientale di natura gestionale, tema questo particolarmente importante perchè si colloca in un'ottica solutoria delle problematiche attinenti alla gestione dello stabilimento Ilva, sono state formulate dai periti le seguenti indicazioni:

"La necessità di standardizzazione delle procedure di manutenzione con particolare riguardo alla loro tracciabilità e storicizzazione.

Per quanto riguarda le possibili misure di tutela ambientale volte alla riduzione delle emissioni non convogliate, dettagliate negli specifici capitoli, è necessario distinguere le medesime emissioni in diffuse e fuggitive.

Tra le emissioni diffuse devono essere comprese quelle provenienti dagli stoccaggi a cielo aperto di materiali pulverulenti, e tra le fuggitive, quelle determinate ad esempio per i difetti di tenuta in apparecchiature che operano con fluidi gassosi.

Per le emissioni diffuse devono essere innanzitutto individuate le emissioni convogliabili e suscettibili di riduzione e/o trattamento specifico. Esempio evidente di tale situazione è il futuro stoccaggio di pet-coke, autorizzato nell'ambito del recente decreto Aia, che per le sue caratteristiche e contenuto di microinquinanti particolarmente critici (ad es. ipa) costituirà un ulteriore elemento di aggravio dello scenario emissivo relativo al parco stoccaggi. La realizzazione di tale nuovo stoccaggio dovrebbe essere subordinata alla copertura dello stesso, con valutazione ed eventuale successiva applicazione di aspirazione e trattamento delle emissioni generate.

Le medesime considerazioni devono essere anche svolte per quanto riguarda il deposito, la movimentazione, il trasferimento di tutti quei materiali che potenzialmente sono tali da generare emissioni in atmosfera contenenti sostanze inquinanti, anche considerato l'impatto attualmente prodotto da queste, che risulta pari a 668 tonnellate di polveri per anno immesse in atmosfera e la criticità della posizione periferica del Parco stoccaggi, prospiciente il centro abitato (quartiere Tamburi).

Tra le emissioni diffuse allo stato sono anche da comprendere le torce presenti in stabilimento. Il decreto Aia di recente emanazione, al fine di verificare l'idoneità delle torce ad assicurare una combustione efficiente del gas ad esse inviato, ha prescritto le modalità di monitoraggio in continuo della portata e delle caratteristiche qualitative del gas inviato in torcia. Nel corso dell'accertamento tale modalità di monitoraggio risultava non attuata. Solo l'attuazione di tale prescrizione consentirà di avere dati certi sul numero delle accensioni delle torce, sulle portate effettivamente inviate alla combustione, sulla durata di

ogni singolo evento e sulla rispondenza delle condizioni operative a quelle di progetto delle torce stesse.

Solo in questo modo la gestione delle torce sarà conforme a quanto previsto dalla normativa e permetterà di monitorare concretamente in maniera efficace quanto fino ad oggi invece è stato solo oggetto di stime, in particolare per quanto riguarda l'efficacia di combustione del gas inviato alle torce stesse.

Per quanto riguarda le emissioni fuggitive, riconducibili in gran parte a difetti di tenuta delle apparecchiature, oltre ad un adeguamento, una ristrutturazione o la messa fuori servizio di quelle più critiche (ad es. il rifacimento dei refrattari dei forni coke che presentino fessurazioni o cricature) è necessario, come avviene in altri settori industriali, l'applicazione di protocolli vincolanti, eventualmente validati anche dalle autorità competenti, che subordinino l'operatività e le procedure di ripristino necessarie, agli esiti delle rilevazioni delle perdite, le soglie limite delle stesse, le tempistiche massime di intervento di manutenzione e riparazione (tanto più stringenti quanto più pericolosi risultino essere gli inquinanti coinvolti).

Inoltre, per quanto riguarda il fenomeno dello *slopping* si ritiene necessario, al fine di ridurre l'entità, che si proceda rapidamente da parte di Ilva nell'implementazione del sistema esperto di regolazione del processo di soffiaggio dell'ossigeno e dell'altezza della lancia nel convertitore, così da svincolare, per quanto possibile, il controllo dell'operazione dall'intervento dell'operatore. Solo attraverso la registrazione di tutti gli eventi occorsi si potrà verificare l'efficacia delle procedure adottate per pervenire, se non all'eliminazione, almeno alla riduzione del fenomeno.

Altro adeguamento necessario, in relazione alle considerazioni già svolte nelle risposte al quarto quesito, è rappresentato dall'adozione dei sistemi di monitoraggio in continuo dei parametri inquinanti previsti dal decreto ministeriale⁵ febbraio 1998 alle emissioni derivanti da impianti in cui sono trattati termicamente rifiuti, ovvero materie prime secondarie, in cui i medesimi dovevano essere installati a partire dal 17 agosto 1999."

c) L'esito degli accertamenti medico-epidemiologici disposti in sede di incidente probatorio
IL Gip presso il tribunale di Taranto, su richiesta della Commissione, ha trasmesso copia del verbale di udienza del 30 marzo 2012 nel corso della quale sono stati auditi i periti dottor Francesco Forastiere, il professore Annibale Biggeri e la professoressa Maria Triassi, i quali hanno avuto l'incarico di svolgere gli accertamenti medico-epidemiologici in sede di incidente probatorio riguardante lo stabilimento industriale Ilva.

E' stata inoltre acquisita copia della perizia, della quale si riportano le conclusioni, senza entrare nel merito delle stesse e dando però conto delle critiche avanzate dai rappresentanti dello stabilimento Ilva, auditi sul punto dalla Commissione.

"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 (Nox), 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 'PMx', 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 PM10 e PM2,5) 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 linfomatoipietico (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 stati 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 cronicoostruttiva (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'extrapolazione 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 casecrossover 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

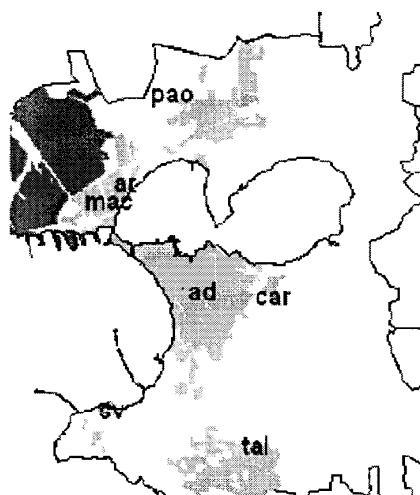
fossero disponibili più del 75 per cento di dati orari validi. Negli studi di serie temporali epidemiologiche si utilizza un valore medio giornaliero per l'area in esame che si ottiene mediando tutte le centraline disponibili nel giorno considerato. Abbiamo scelto di usare la mediana dei dati giornalieri 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 per cento 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 per cento di incremento del rischio di morte per cause naturali per incrementi di dieci

microgrammi/metro cubo di PM10, e di 0,60 per cento 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 per cento (IC 90 per cento 0,1 ; 6,1) per incrementi di dieci microgrammi/metro cubo di PM10, e una vp di

6,46 per cento (IC90 per cento 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 per cento (IC90 per cento 3,9 ; 14,2) per la mortalità per cause naturali; vp 18,2 per cento (IC90 per cento 7,4; 30,1) per cause cardiovascolari e vp 16,9 per cento (IC90 per cento -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 per cento di incremento del rischio di ricovero per malattie cardiache per incrementi di dieci microgrammi/metro cubo di PM10 e di 5,83 per cento per malattie respiratorie. Gli intervalli di confidenza al 90 per cento 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 per cento (IC 90 per cento 0,8 ; 9,4) per incrementi di dieci microgrammi/metro cubo di PM10; per le malattie respiratorie abbiamo una vp di 9,26 per cento (IC 90 per cento 4,2 ; 14,5).

Nella stagione estiva le stime di effetto sono tendenzialmente maggiori: vp 5,4 per cento (IC90 per cento -0,6; 11,6) per le malattie cardiache e vp 15,5 per cento (IC90 per cento 8,0; 23,5) per le malattie respiratorie. La classe di età anziana (75+) mostra vp di 6,8 per cento (IC90 per cento 1,0; 12,8) per le m. cardiache e vp 18,3 per cento (IC90 per cento 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 per cento 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 per cento 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 per cento 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 per cento 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 per cento 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

per cento 371,7; 537,7). Questo corrisponde al 1,4 per cento dei ricoveri non programmati per malattie cardiache con un Attributable Community Rate di 13,65 per centomila per anno, e al 5,0 per cento 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 per cento 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 per cento 173,3; 264,1). Questo corrisponde al 4,3 per cento dei ricoveri non programmati per malattie cardiache con una Attributable Community Rate di 35,98 per centomila per anno, e al 7,8 per cento 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 cento per incrementi di 10 g/m³ dell'inquinante). Sui ricoveri si è documentata un'associazione con le malattie respiratorie (una variazione percentuale di 5,8 per cento).

L'analisi ristretta ai residenti nei quartieri Borgo e Tamburi ha mostrato un'associazione con la mortalità per tutte le cause (vp 3,3 per cento), le cause cardiovascolari (vp 2,6 per cento) e respiratorie (vp 8,3 per cento).

Sui ricoveri, l'analisi sui quartieri Borgo e Tamburi ha mostrato un'associazione con i ricoveri per malattie cardiache (vp 5,0 per cento; $p=0,051$) e respiratorie (vp 9,3 per cento; $p=0,002$).

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 per cento 55; 127) decessi, 160 (IC80 per cento 106-214) ricoveri per malattie cardiache, 219 (IC80 per cento 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 per cento 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 PM10 (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 per cento dei soggetti erano già presenti al 1 gennaio 1998 e il 39.1 per cento 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 cento). 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:

5. 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 per cento rispetto alle classi sociali più abbienti.

La tabella seguente mostra l'aumento percentuale (per cento) 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:

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

6. 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 cento per Paolo VI e 10 per cento - 46 per cento 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.

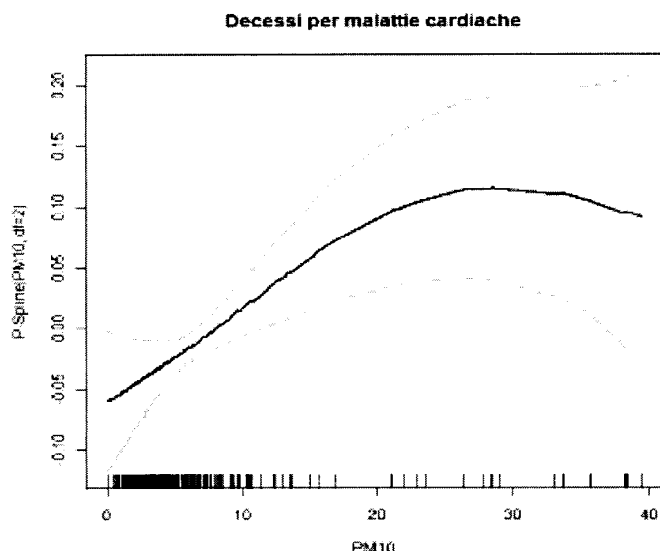
7. L'esposizione a PM10 primario di origine industriale (in grande prevalenza proveniente dalle sorgenti convogliate del complesso siderurgico) è associata in modo coerente con un aumento della mortalità complessivo e con la mortalità e morbosità per cause cardiovascolari (in particolare la malattia 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori di rischio relativo in grassetto sono statisticamente significativi come si nota anche dai limiti di confidenza al 95 per cento (95 per cento 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 cento per i soggetti che hanno una esposizione a PM10 di origine industriale di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (coloro che hanno una esposizione a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avranno un incremento di rischio del 18 per cento, coloro che arrivano ad una esposizione di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ raggiungono incrementi di rischio del 27 per cento 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 PM10 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 diconfidenza).



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 PM10, è illustrato nella tabella che segue. Le stime derivano dai coefficienti di rischio relativo illustrati nelle tabelle precedenti applicati ad una esposizione media a PM10 di origine industriale di $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 per cento). 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 per cento 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).