



## **OSSERVATORIO AMBIENTE E SALUTE FRIULI VENEZIA GIULIA**

### **STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEI PRESSI DEL SITO DI INTERESSE NAZIONALE "FERRIERA DI SERVOLA": VALUTAZIONE DELLA MORTALITA' E DELLA FREQUENZA DEI TUMORI NEI COMUNI DI TRIESTE E MUGGIA**

A cura del Gruppo di lavoro "Osservatorio Epidemiologico Ambientale Friuli Venezia Giulia":

- ARPA Friuli Venezia Giulia
- Direzione Centrale Salute Friuli Venezia Giulia
- Epidemiologia e Biostatistica, IRCCS CRO Aviano
- Istituto di Igiene ed Epidemiologia Clinica, DSMB Università degli Studi, Udine
- Registro Tumori Friuli Venezia Giulia

#### **INDICE:**

- 1) INTRODUZIONE/PREMESSA
- 2) PROBLEMATICA LOCALE: LA FERRIERA DI SERVOLA
- 3) PRECEDENTI STUDI EPIDEMIOLOGICI SUL CANCRO DEL POLMONE A TRIESTE
- 4) OBIETTIVI DELLA PRESENTE INDAGINE
- 5) MATERIALI E METODI
- 6) RISULTATI
- 7) CONCLUSIONI

SOMMARIO

APPENDICI

Gennaio 2014

## 1) INTRODUZIONE/PREMESSA

### 1.1) Il contesto

Questo rapporto è parte delle attività portate a termine dall'Osservatorio Epidemiologico Ambientale della Regione Friuli Venezia Giulia, istituito nel 2008 sulla base della legge regionale 30/2007 con il compito di *"Svolgere uno studio per un programma triennale sugli aspetti epidemiologici della valutazione dei danni alla salute derivanti da esposizione a cancerogeni ambientali, anche su base predittiva"*. In base al mandato previsto dalla sopra citata legge regionale, il gruppo di lavoro composto da professionisti di ARPA FVG, della Direzione Centrale Salute, dell'IRCCS Centro di Riferimento Oncologico di Aviano e della Università di Udine ha effettuato e presentato negli anni scorsi all'Amministrazione Regionale del Friuli Venezia Giulia le indagini epidemiologiche finalizzate a descrivere la distribuzione delle malattie neoplastiche in aree della regione localizzate nei pressi di insediamenti industriali, di varie sorgenti inquinanti, e i principali assi stradali regionali.

In questo rapporto si risponde al quesito posto dalla legge regionale 30/2007 relativamente alla mortalità e alla incidenza per malattie neoplastiche nelle popolazioni residenti in prossimità dell'insediamento industriale denominato "Ferriera di Servola" incluso tra i siti di interesse nazionale (SIN) che necessitano di risanamento ambientale. I risultati dell'indagine epidemiologica vengono sintetizzati e portati all'attenzione della Amministrazione Regionale del Friuli Venezia Giulia e delle Amministrazioni Comunali di Trieste e Muggia per fornire informazioni utili ai processi decisionali.

Data la complessità dell'argomento, si è ritenuto utile far procedere il resoconto vero e proprio del lavoro svolto da una nota introduttiva finalizzata a chiarire alcuni concetti metodologici.

### 1.2) Problematiche generali connesse agli studi di epidemiologia ambientale

Nel corso degli ultimi anni si è assistito a un aumento della sensibilità dell'opinione pubblica nei confronti delle tematiche di salute pubblica legate a inquinamento ambientale. Sono sempre più frequenti le segnalazioni di presunte aggregazioni spaziali e/o temporali (cluster) di malattie in aree caratterizzate dalla presenza di sorgenti inquinanti che generano preoccupazione - in particolare tra le persone che risiedono o che lavorano in tali aree- quali insediamenti industriali, centrali nucleari o inceneritori. Per quanto gli studi di epidemiologia ambientale possono contribuire a dare risposte valide ai quesiti relativi a esposizioni ambientali (*cioè l'esposizione involontaria, non occupazionale, a sostanze presenti nell'ambiente e*

*potenzialmente nocive per la salute*) e danni alla salute, va sottolineato comunque il fatto che queste indagini siano particolarmente complesse da condurr(1).

Uno dei nodi cruciali negli studi di epidemiologia ambientale è la misura, cioè la quantificazione, dell'esposizione. Questa può essere rilevata in modo diretto, attraverso il monitoraggio individuale (ad esempio, con sistemi di monitoraggio dell'aria e relativi biomarker), o attraverso metodi indiretti: uso della residenza in prossimità della fonte inquinante, misurazioni o monitoraggi ambientali e modelli di dispersione dei contaminanti. Il ricorso alle misurazioni dirette è raro, essenzialmente per i costi elevati; la distanza dalla fonte inquinante, invece, viene spesso utilizzata come approssimazione dell'esposizione. Questo approccio assume che il livello di esposizione vari in modo inversamente proporzionale alla distanza dalla fonte puntiforme. Data quindi una sorgente, al fine di individuare la popolazione a rischio, ovvero i soggetti esposti, vengono tracciate una serie di aree circolari concentriche intorno alla sorgente stessa. A seconda del tipo di fonte e delle condizioni ambientali, questi anelli (o ellissi) hanno un raggio che generalmente varia dai 500 ai 1000 metri e si estendono fino ai 5-10 km. All'interno di ciascuna corona, l'esposizione viene considerata uguale per ogni individuo. Questa tecnica risulta relativamente semplice e costo-efficace, ma il solo utilizzo della vicinanza alla fonte, come approssimazione dell'esposizione, presenta delle limitazioni. Diversi, infatti, sono i fattori che potrebbero modificare la dispersione degli inquinanti e la ricaduta degli stessi al suolo: le condizioni meteorologiche (venti prevalenti), ad esempio, ma anche le caratteristiche del processo di produzione, tra cui l'altezza della canna fumaria e la velocità di efflusso. Inoltre, dato che alcune zone di influenza possono essere molto vaste, c'è la possibilità che i soggetti, all'interno delle diverse corone circolari, siano esposti anche ad altri inquinanti (come quelli emessi da altre industrie o da traffico veicolare pesante). La popolazione, inoltre, non è un'entità statica, in quanto gli individui si muovono all'interno e all'esterno dell'area a rischio. A volte pur conservando la residenza in determinati comuni, alcuni individui posseggono un domicilio diverso, o trascorrono lunghi periodi lontano dalla propria abitazione. Ancora, è possibile che soggetti residenti in zone non considerate a rischio, passino regolarmente (ad esempio per motivi di lavoro) parte delle giornate in prossimità di sorgenti inquinanti. E' inevitabile, dunque, che ci siano degli ampi gradi di variabilità, in termini di esposizione, all'interno delle diverse sotto-aree. Nonostante tali limitazioni, la misurazione indiretta rimane comunque una tecnica ampiamente utilizzata.

Un altro approccio metodologico consiste nell'utilizzo di modelli computerizzati per calcolare l'esposizione. Tali modelli necessitano di informazioni sul rilascio degli inquinanti, unitamente ai dati di altezza alla quale avviene l'emissione stessa ed a dati meteorologici come temperatura, direzione e velocità dei venti prevalenti; tutto questo al fine di prevedere i livelli di concentrazione degli inquinanti all'altezza del suolo e l'estensione dell'area interessata. In tal modo, la popolazione esposta può essere più accuratamente definita rispetto a quanto avviene con il solo utilizzo della vicinanza come parametro per valutare l'esposizione.

La rarità degli eventi studiati può costituire un'ulteriore limitazione degli studi di epidemiologia ambientale. Infatti, le aree sotto indagine sono spesso relativamente piccole ed in genere il numero di persone esposte, o i casi di malattia, sono pochi. Ciò comporta una riduzione della potenza statistica anche in studi ben disegnati, dando luogo a risultati di difficile interpretazione. Quando l'evento sanitario di interesse è una malattia con un lungo periodo di induzione (come i tumori che insorgono, in media, dopo 30-40 anni di esposizione), molto problematico può risultare il tentativo di ricostruzione dell'esposizione nel corso degli anni o dei decenni. Questo per una serie di ragioni: la possibile mancanza di dati attendibili sulle emissioni di inquinanti nel passato, le evoluzioni dei processi produttivi che portano a variazioni nelle emissioni ed anche il turnover della popolazione esposta, nel corso dei decenni. La stabilità del campione è pertanto parametro di notevole importanza.

Tra i fattori che meritano di essere tenuti in considerazione, vi è inoltre la preoccupazione dell'opinione pubblica che può spingere alla selezione di aree particolari con tassi elevati per determinate patologie e quindi a *distorsioni (tecnicamente, bias)* che rendono poco attendibili i risultati finali. Anche il problema dei confondenti (cioè, fattori di rischio noti), in particolar modo negli studi ecologici di malattia nei dintorni di fonti puntiformi, è sostanziale; il livello socio-economico, ad esempio, è causa di una delle principali difficoltà interpretative di studi su piccole aree. Generalmente, le persone che risiedono nei pressi di insediamenti industriali, non costituiscono un campione casuale della popolazione, ma tendenzialmente presentano un basso livello socioeconomico. E' noto che la deprivazione si associ a un peggiore stato di salute, costituendo pertanto potenziale causa di confondimento.

### 1.3) Applicazioni dei Geographic Information Systems (GIS) in epidemiologia ambientale

Fino a pochi anni fa, l'utilizzo dei GIS non era molto diffuso a causa della scarsità delle informazioni ambientali necessarie per l'elaborazione dei modelli, della mancanza della georeferenziazione (assegnazione di coordinate geografiche) degli indirizzi delle abitazioni, e più, generalmente, delle difficoltà di calcolo. La registrazione sistematica delle informazioni sui parametri ambientali più rilevanti (temperatura, umidità, inquinanti quali ossidi di azoto -  $\text{NO}_x$ , bi-ossido di zolfo -  $\text{SO}_2$ , particolato sottile -  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ), la georeferenziazione sistematica e l'evoluzione nella potenza di calcolo dei computer ha ampliato le potenzialità di questo strumento.

I GIS sono citati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come una tecnologia che, aggiungendo la dimensione geografica all'Information Technology per la rappresentazione spaziale delle informazioni, fornisce un'interfaccia per collegare i dati e la cartografia. L'uso crescente dei GIS in ambito sanitario è inoltre testimoniata dall'introduzione del termine '*Geographic Information Systems*' nel vocabolario della US National Library of Medicine a partire dal 2003, e dalla nascita di riviste specializzate in '*Medical*

*Geography*' e nella *'Geography of Health'*, quali l'*International Journal of Health Geographics* e *Health and Place*. I Centers for Disease Control, infine, dedicano ai GIS un'intera sezione del loro sito web (<http://www.cdc.gov/gis/>).

L'importanza della tecnologia GIS dipende dalla tipologia delle informazioni contenute nei flussi informativi sanitari. Infatti, l'80-90% di tali dati (es. prestazioni diagnostico-terapeutiche, prescrizioni farmacologiche) possiede una componente spaziale, è dotato cioè di caratteristiche proprie di localizzazione univoche all'interno di uno spazio geografico. Si possono, quindi, rappresentare elementi del territorio quali strade, spazi verdi, ospedali, ma anche eventi individuali come malattie e decessi. Nell'ambito dell'epidemiologia ambientale, questa peculiarità permette da un lato di collocare geograficamente i soggetti studiati presso il loro luogo di residenza, studio o lavoro, e dall'altro di associare loro livelli specifici di esposizione, così come calcolati dai modelli computerizzati.

Nel complesso, i GIS forniscono uno strumento di supporto alla decisione e alla soluzione di numerosi problemi di Sanità Pubblica, inerenti tanto la sorveglianza epidemiologica quanto la prevenzione, l'assistenza, il controllo e la pianificazione. Grazie a questa tecnologia, infatti, è possibile aggiungere la componente geografica alla valutazione di incidenza e prevalenza di malattie o fattori di rischio, alla sorveglianza di specifiche malattie, alla pianificazione e valutazione di interventi sanitari e più generalmente alla misurazione della salute delle popolazioni. L'analisi geografica dei fenomeni sanitari tramite GIS può essere condotta sia per specifici territori, delimitati da confini amministrativi (es. comuni, aziende per i servizi sanitari, distretti) o in base a rischi specifici (aree industriali, utenze di acquedotti, etc.), sia per bacini di utenza (es. domicilio dei pazienti dimessi da un ospedale, soggetti afferenti ad un centro di salute), sia per tipologia di utenti o pazienti (es. per sesso, classi di età, classi sociali, patologie).

#### 1.4) Valutazione del nesso causalità

Nel contesto della valutazione dei danni alla salute associati a inquinamento ambientale, è necessario sottolineare la differenza tra ipotesi eziologica, associazione statistica e nesso di causalità. Mentre le ipotesi eziologiche vengono formulate in base alle conoscenze attuali e l'associazione statistica indica una relazione che necessita maggiori approfondimenti tra potenziali cause ed eventi sanitari, la valutazione del nesso di causalità richiede una grande precisione nelle misurazioni. Stabilire il nesso di causalità per malattie cronico degenerative -quali le malattie neoplastiche, cardiovascolari, o neurologiche- è un complesso procedimento multifattoriale in cui giocano un ruolo cruciale almeno quattro elementi: 1) la completezza e l'accuratezza delle informazioni relative alla malattia delle persone offese; 2) la valutazione dell'esposizione individuale alle sostanze nocive; 3) la plausibilità biologica tra esposizione e malattia; 4) la valutazione del ruolo di altri fattori in grado di interferire nel processo patologico.

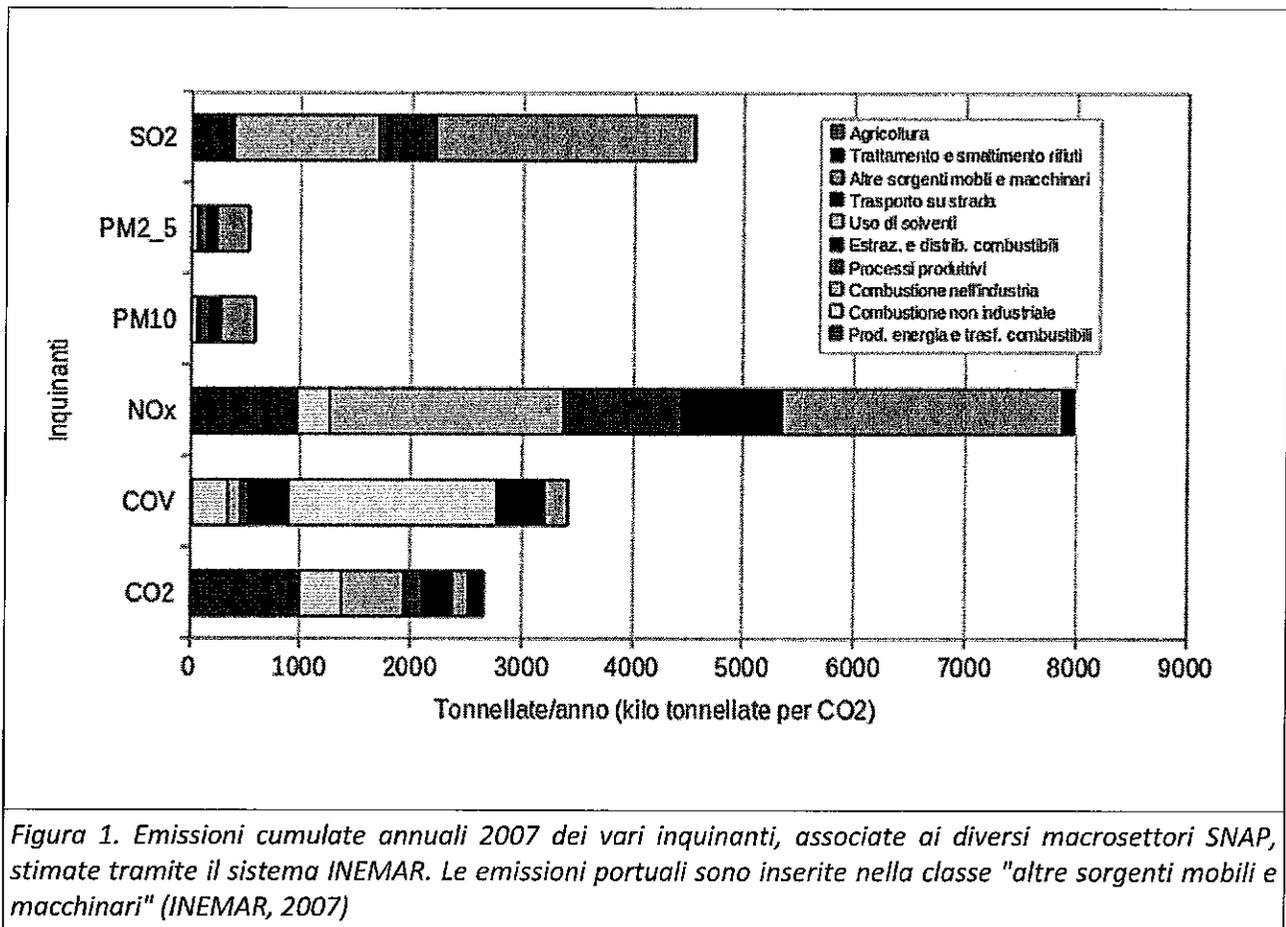
## 2) LA PROBLEMATICA LOCALE: LA FERRIERA DI SERVOLA

### 2.1) Emissioni e immissioni sul comune di Trieste della Ferriera di Servola

La Ferriera di Servola, costruita nel 1896 dalla *Krainische Industrie Gesellschaft*, è l'unico polo siderurgico che, attualmente, produce ghisa in Italia destinata ai settori metalmeccanico e siderurgico. E' situato nel rione di Servola, dove si estende per più di 500.000 metri quadri. Il ciclo produttivo dello stabilimento si compone di cokeria, impianto di agglomerazione, altoforno e impianto di colaggio ghisa. A causa degli accumuli esterni dei materiali ferrosi e di carbone, in determinate situazioni meteorologiche lo stabilimento diventa una sorgente di particolato grossolano. La presenza della cokeria, invece, rende lo stabilimento una sorgente molto rilevante di materiale particolato fine e finissimo oltre che di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e benzene – specialmente a seguito di malfunzionamenti nell'impianto.

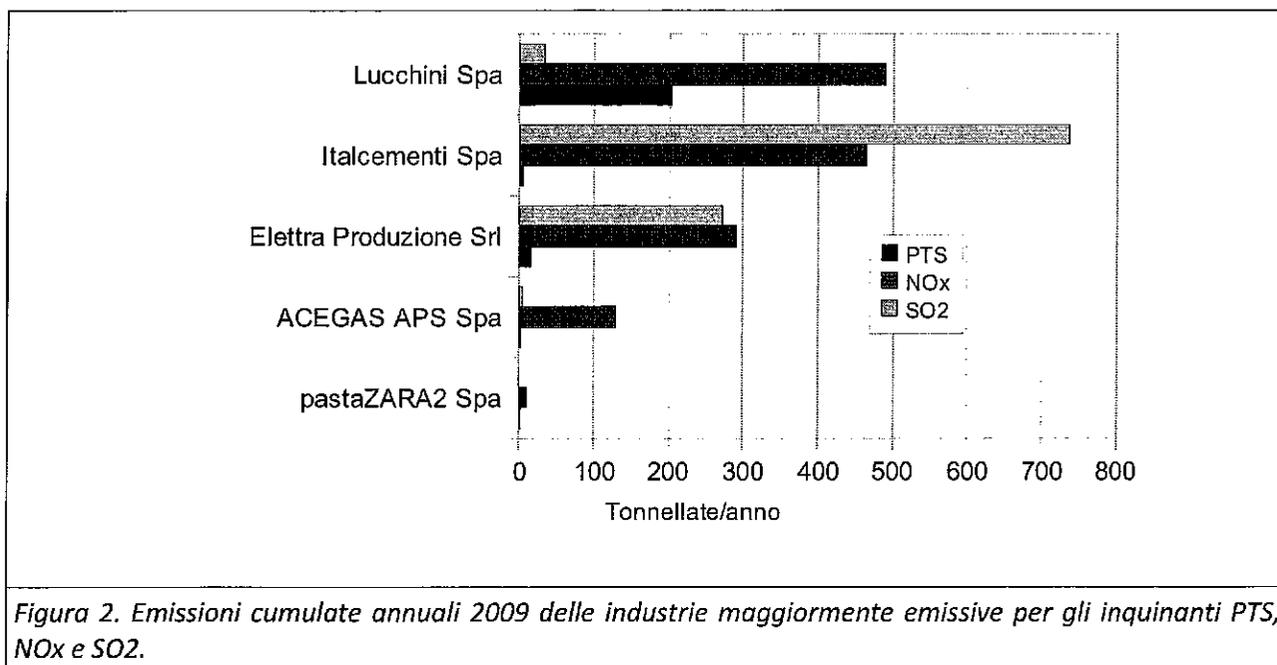
Dal punto di vista geografico, la città di Trieste si trova limitata nel suo sviluppo verso l'entroterra dalla presenza del ciglione carsico, con i suoi 670 mt di altezza massima s.l.m. Questa peculiare situazione geografica è all'origine di alcune caratteristiche non ottimali per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico. Infatti, se nel periodo invernale sono relativamente frequenti i venti con una componente nordorientale, che favoriscono la dispersione delle sostanze inquinanti verso la direzione sud-ovest, in presenza di venti moderati occidentali e durante il periodo estivo con le brezze, l'area urbana viene a trovarsi sottovento alle emissioni. Tali emissioni sono connesse, oltre che alle attività portuali, anche a quelle industriali che, proprio a seguito della presenza del porto, nel corso degli anni si sono installate nei pressi della linea di costa.

2.2) Gli inquinanti ambientali emessi sull'area di Servola



La città di Trieste presenta problematiche particolarmente rivelanti dal punto di vista delle emissioni inquinanti (Figura 1) per la notevole densità abitativa (ca. 2400 abitanti/km<sup>2</sup>), la presenza di numerose attività produttive, e per la presenza del principale porto regionale in termini di toccate. Dal punto di vista emissivo, i maggiori quantitativi di zolfo vengono rilasciati dalle navi ormeggiate nel porto e dai processi industriali di combustione. Per quanto riguarda invece le polveri, oltre al porto, gli altri contributi sostanziali vengono in misura quasi analoga dal trasporto su strada e dai processi produttivi. Relativamente agli ossidi di azoto, invece, la situazione risulta relativamente più eterogenea, con le emissioni portuali seguite dalla combustione nell'industria, dai processi produttivi e dal trasporto su gomma.

Nel dettaglio (Figura 2), tra le industrie con maggior carico emissivo rientrano l'impianto siderurgico della Ferriera di Servola (Lucchini SpA) per le polveri, mentre le emissioni di ossidi di azoto sono sostanzialmente ascrivibili in misura uguale allo stesso impianto siderurgico e al cementificio Italcementi, seguito dalla Elettra Produzione Srl. Le emissioni di zolfo sono invece sostanzialmente ascrivibili all'impianto Italcementi, seguito dalla Elettra Produzioni



### 2.3) Impatti ambientali

Molto interessante risulta la stima degli impatti delle emissioni portuali sulle effettive concentrazioni dei diversi inquinanti normati (biossido di azoto, materiale particolato e ozono). Questa stima è fatta mediante l'utilizzo di un modello fotochimico Euleriano off-line (FARM), parte della suite numerica MINNI utilizzata anche dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Tale modello si basa sui dati meteorologici relativi all'anno 2005, utilizzando per il Friuli Venezia Giulia l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera. Lo scorporo degli impatti delle diverse classi emissive è stato realizzato eliminando, una alla volta, le varie classi emissive, e sottraendo le concentrazioni medie osservate senza questa classe emissiva con le concentrazioni ottenute dalla simulazione realizzata con il totale delle emissioni. Per ragioni computazionali, le simulazioni condotte al fine di ottenere gli impatti delle diverse classi emissive sono state calcolate per il materiale particolato e per il biossido di azoto nel solo mese di gennaio, mentre per l'ozono è stato utilizzato il mese di luglio. Le stime ottenute in questo modo, vista la risoluzione della catena modellistica (4x4 km), possono essere considerate rappresentative dell'area urbana di Trieste nel suo complesso, e sono associate al valore di fondo dell'inquinamento atmosferico.

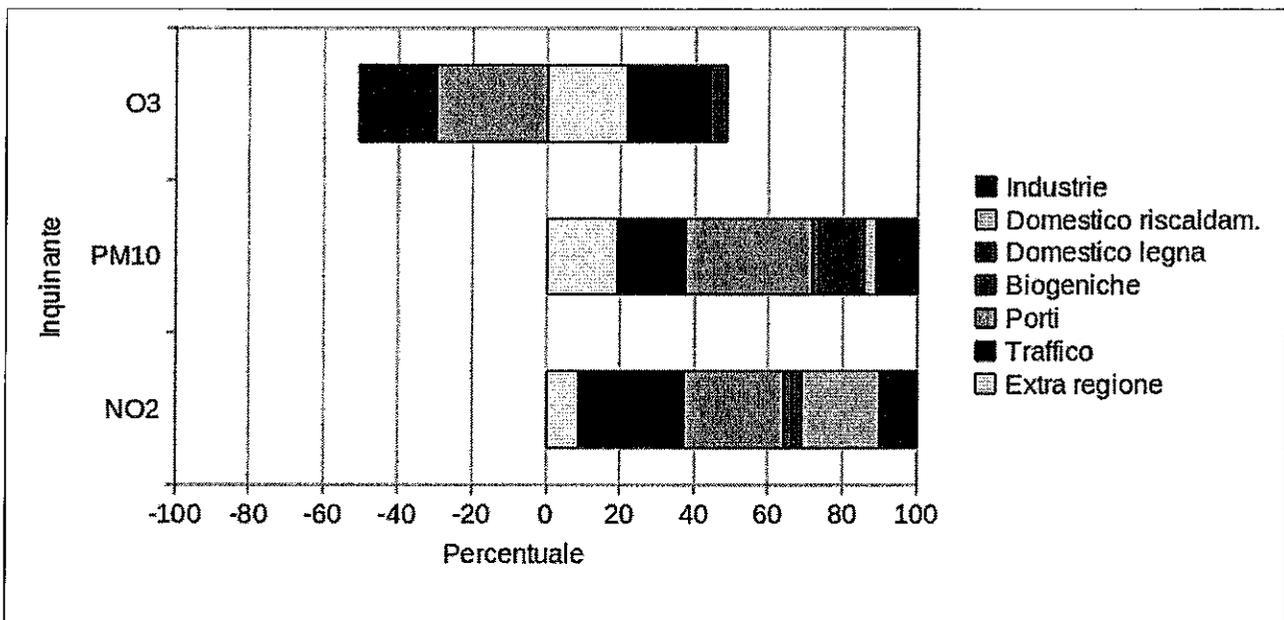


Figura 3. Contributo percentuale alle concentrazioni medie dei diversi inquinanti sull'area di Trieste ottenuto tramite simulazioni numeriche condotte con il sistema fotochimico FARM (PAR, 2012).

I risultati -illustrati in figura 3- mostrano che le concentrazioni di ossidi di azoto possono essere spiegate per circa il 25% come dovute al traffico veicolare, per una quota parte leggermente inferiore al porto e per circa il 20% alle emissioni domestiche. Il contributo industriale risulta, tutto sommato, modesto in quanto le emissioni industriali sono localizzate in precisi punti e sono tutte convogliate -quindi più agevolmente disperse. Anche le polveri risultano in buona parte ascrivibili alle emissioni portuali, seguite per importanza dal traffico veicolare e dalle emissioni industriali. Vi è, inoltre, un aspetto non trascurabile delle emissioni da polveri legato alla combustione domestica della legna.

I contributi relativi di ciascuna fonte emissiva alle concentrazioni di ozono in atmosfera sono difficilmente misurabili. Dalle simulazioni, infatti, emerge come il porto abbia un effetto negativo sull'ozono, al pari dell'industria, e che le emissioni associate a queste due fonti contribuiscono entrambe alla consumo dell'ozono. Questo apparente paradosso è però spiegabile ricordando che, solitamente, nella combustione, la maggior parte degli ossidi di azoto si trova nella forma NO e non NO2, pertanto, nei pressi del porto e dell'area industriale, la maggiore percentuale di NO favorisce la reazione di ossidazione dell'ozono, con la conseguente formazione di NO2 e la liberazione di ossigeno molecolare.

#### 2.4) Concentrazioni di benzo[a]pirene

La Ferriera si caratterizza per le significative emissioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), tra i quali, unico IPA normato, il benzo[a]pirene. Le emissioni di benzo[a]pirene sono sostanzialmente associate alla cokeria, sono di tipo fuggitivo (non convogliato) e legate alle modalità di funzionamento di tale impianto. Esse sono molto variabili nel tempo e nell'intensità. Utilizzando delle emissioni indicative,

calcolando le ricadute in corrispondenza ai punti dove il benzo[a]pirene viene effettivamente misurato (stazioni di RFI e via Pitacco), è possibile risalire le concentrazioni simulate nell'ipotesi che la sorgente di benzo[a]pirene sia unica e che questo inquinante non subisca trasformazioni in atmosfera. In questo modo è stato possibile simulare l'area con concentrazioni superiori a 1 ng/Nm<sup>3</sup> e 2 ng/Nm<sup>3</sup> nell'anno 2012, riportata in figura 4.

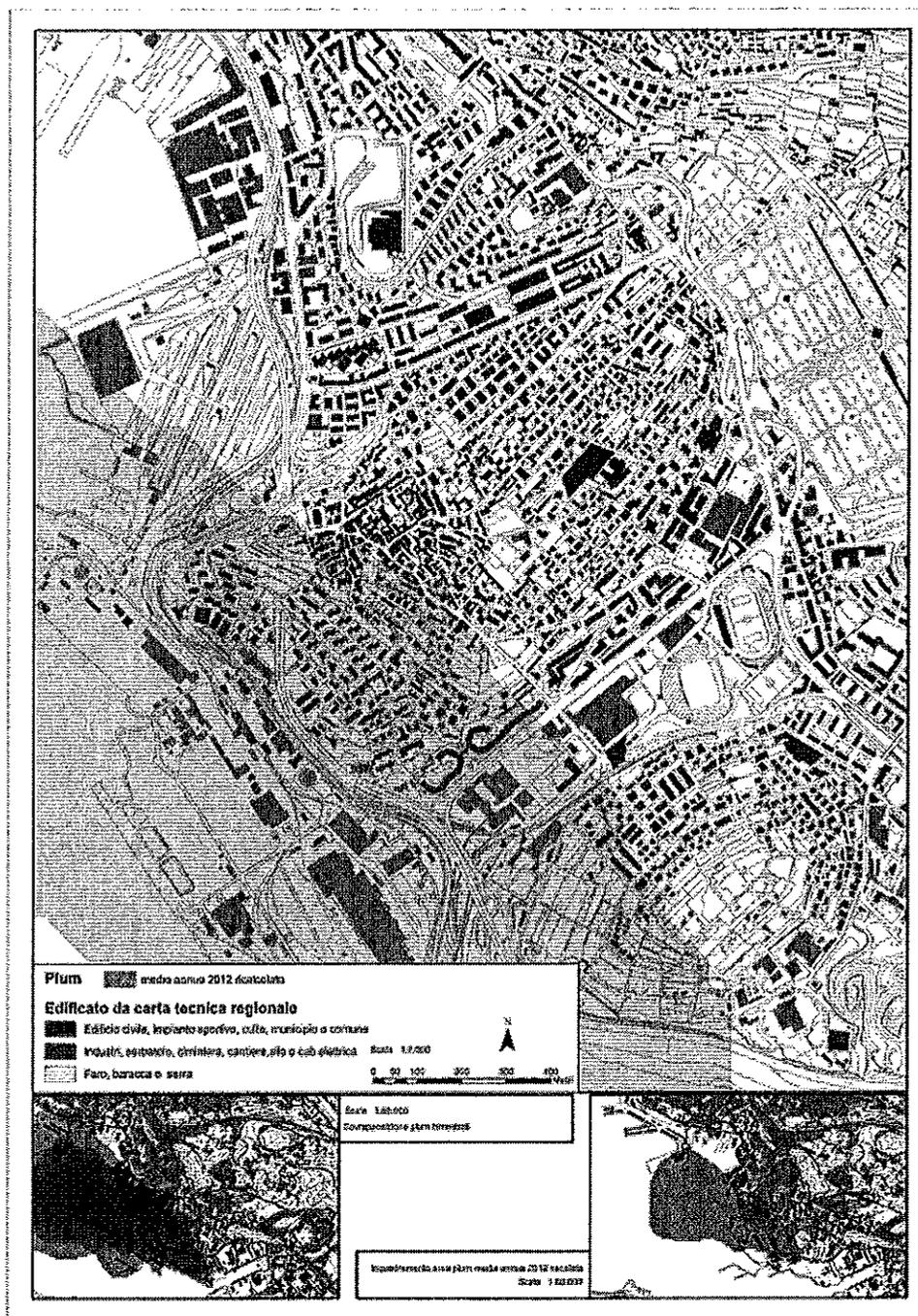


Figura 4. Area con concentrazioni di B[a]P superiori a 1.0 ng/Nm<sup>3</sup> (azzurro chiaro nel pannello superiore). Nel pannello inferiore a sinistra sono riportate le aree di superamento del livello di 1.0 ng/Nm<sup>3</sup> nei sei bimestri del 2012, mentre nel pannello inferiore a destra viene mostrata l'area di superamento annuale su una scala di area vasta.

### 2.5) Scorporo delle singole componenti industriali alle concentrazioni osservate

Mediante dei modelli più sofisticati è possibile stimare le ricadute in termini di concentrazioni delle singole sorgenti industriali convogliate. Questo è stato fatto per il mese di gennaio 2005 (figure 5 e 6) ottenendo i risultati sotto riportati. Nel dettaglio, l'inquinante considerato è stato l'bi-ossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e

le sorgenti che maggiormente impattano sulla zona sono risultate lo stabilimento siderurgico Ferriera e il cementificio Italcementi.

Tramite la medesima tecnica, è stato anche possibile effettuare lo scorporo (*source apportionment*) delle singole sorgenti puntuali prese in considerazione in diversi punti della città (figura 7).

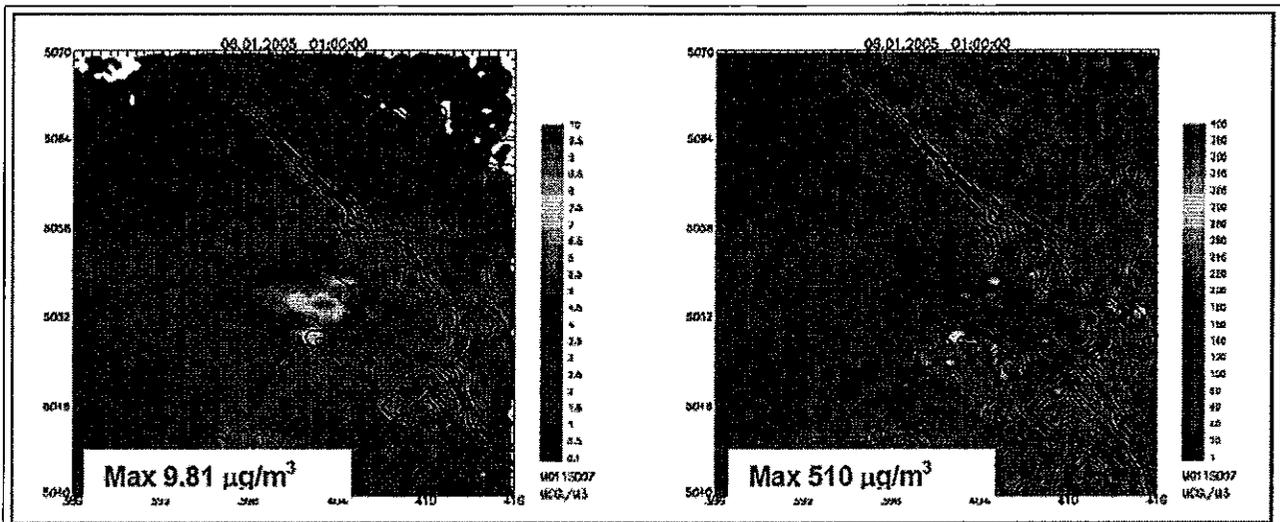


Figura 5. Concentrazioni di biossido di zolfo medie mensili (pannello di sinistra) e massime giornaliere (pannello di destra) associate alle emissioni convogliate dello stabilimento siderurgico di Servola nel gennaio 2005 e utilizzate come traccianti delle ricadute.

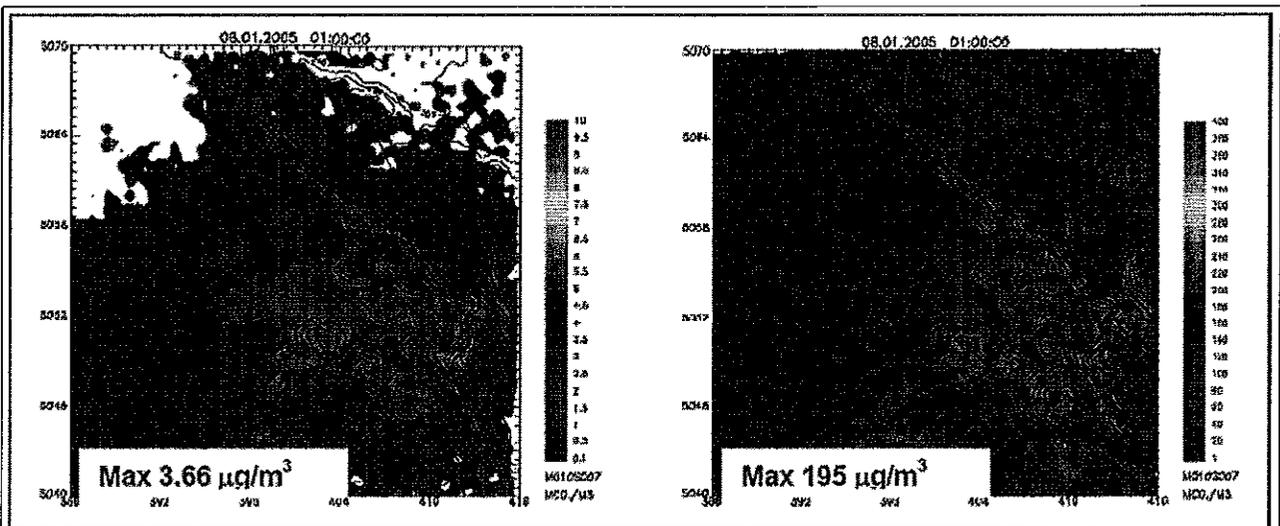


Figura 6. Concentrazioni di biossido di zolfo medie mensili (pannello di sinistra) e massime giornaliere (pannello di destra) associate alle emissioni convogliate dello stabilimento Italcementi nel gennaio 2005 e utilizzate come traccianti delle ricadute.

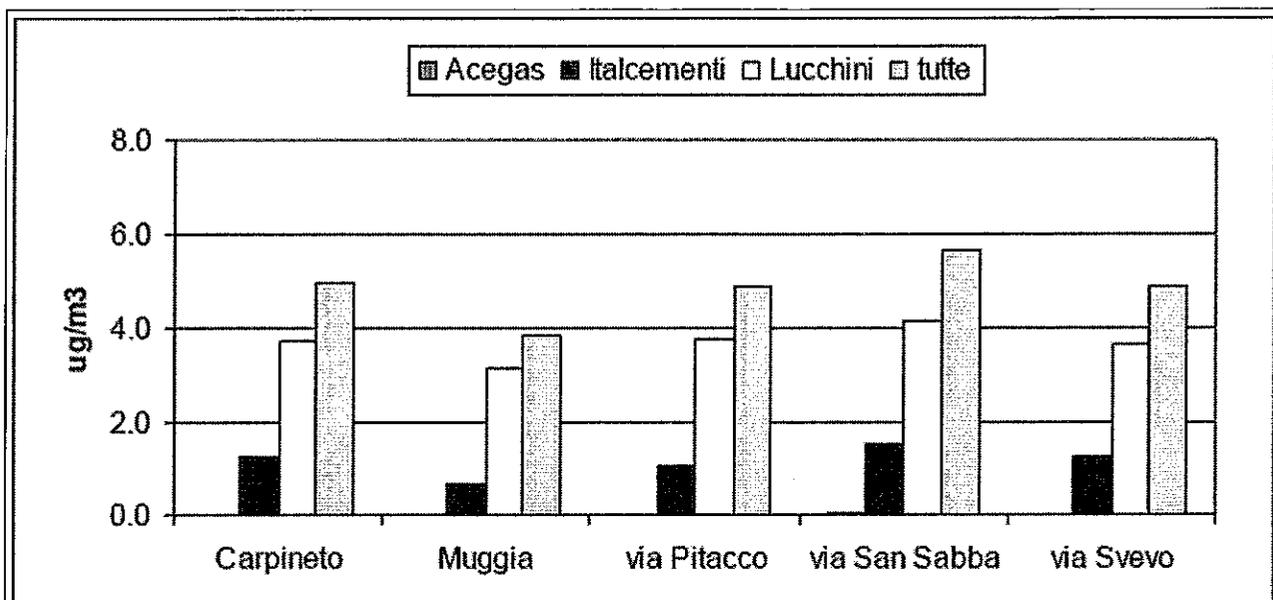


Figura 7. Scorporo dei contributi alle concentrazioni di SO<sub>2</sub> associati allo stabilimento siderurgico di Servola, allo stabilimento Italcementi e totale industriale in corrispondenza delle diverse stazioni di misura nel gennaio 2005 . Lo zolfo viene qui utilizzato come tracciante delle ricadute dei singoli stabilimenti.

### 3) PRECEDENTI STUDI EPIDEMIOLOGICI SUL CANCRO DEL POLMONE A TRIESTE

Era noto già dagli anni '80 che la mortalità e il tasso di incidenza per tumore del polmone erano più alti in aree urbane che in aree rurali con eccessi di rischio di circa il 20-50 %. A Trieste, Barbone e colleghi (2) nei primi anni '90 ipotizzarono che l'inquinamento atmosferico potesse essere associato ad un aumento del rischio di tumore polmonare nella popolazione urbana potenzialmente esposta a carcinogeni polmonari presenti nell'aria provenienti da emissioni veicolari, dagli impianti di riscaldamento delle abitazioni, e da emissioni industriali. Già allora fu presa in considerazione anche l'ipotesi che differenze storiche nella diffusione del fumo di sigaretta nelle popolazioni cittadine rispetto a quelle rurali potessero influenzare questo pattern di incidenza del cancro del polmone. Infine, era anche già stato evidenziato che a Trieste le esposizioni lavorative avevano determinato un aumento del rischio di cancro del polmone nei maschi - tanto che in questi la frazione attribuibile al solo amianto era di circa il 20%.

Fu pertanto condotto uno studio caso-controllo su inquinamento dell'aria e cancro del polmone nei maschi residenti nella provincia di Trieste. Questo studio, basato su 755 casi diagnosticati negli anni '80 e 755 controlli, valutò esposizioni a cancerogeni polmonari avvenute nei decenni precedenti e verificò la distribuzione geografica dei casi e controlli, stimando la distanza tra la residenza dei soggetti e fonti puntiformi e diffuse di inquinamento atmosferico da traffico, e di origine industriale quali il locale inceneritore, la Ferriera di Servola e l'area degli ex cantieri navali. Fu possibile anche valutare la distribuzione geografica dell'inquinamento da polveri a Trieste grazie ai dati della rete di monitoraggio

composta da 28 deposimetri che l'allora Presidio Multizonale di Profilassi della Provincia di Trieste aveva realizzato dal 1972 al 1977 al fine di stimare i livelli di deposizione giornaliera del particolato totale.

Lo studio fu inoltre controllato per il possibile effetto di confondimento da fumo di sigaretta, esposizioni lavorative a carcinogeni polmonari e livello socio-economico dei soggetti.

I risultati di questo studio sostengono l'ipotesi che negli anni 1960-1980 l'inquinamento dell'aria di origine urbana e industriale fu un fattore di rischio per il tumore polmonare nei maschi a Trieste. L'area rurale che circonda la città di Trieste aveva un rischio significativamente diminuito mentre i residenti nel centro della città e nella zona industriale avevano rispettivamente il 50 e il 40% di eccesso di rischio. Nell'area vicina alle fonti industriali, l'effetto del cantiere fu quasi completamente spiegato dalla sua vicinanza con il centro mentre tra gli effetti relativi alla Ferriera di Servola e all'inceneritore, pur difficilmente distinguibili tra loro, prevaleva quello dell'inceneritore che era senz'altro indipendente da quello del centro. In particolare l'effetto direzionale legato all'inceneritore, pur non significativo statisticamente, era chiaramente orientato a nord dello stesso e decadeva rapidamente. Pertanto l'esposizione ambientale a rischio si sarebbe esercitata nei giorni di scirocco a ventosità moderata, mentre nei giorni con presenza di vento forte di bora da nord, nord-est, l'aria probabilmente risultava meno inquinata e più salubre rispetto al rischio di tumore. I risultati delle analisi che utilizzavano informazioni relative alla distribuzione dei livelli di deposizione di particolato nell'area dello studio confermarono che alti livelli di inquinamento atmosferico da polveri erano associati significativamente con un più elevato rischio di tumore del polmone. Gli effetti cancerogeni dell'inquinamento dell'aria a Trieste, depurati del fumo, dell'esposizione lavorativa e del livello socio-economico, erano quindi già stati messi in evidenza negli anni 1995-1997 da Barbone e colleghi (2-5). Sulla base delle evidenze raccolte praticamente in tutti i Paesi industrializzati dal 1980 in avanti (6), il 17 Ottobre 2013 l'inquinamento atmosferico è stato riconosciuto e classificato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) come cancerogeno certo per l'uomo, e associato ad un aumento di rischio per i tumori del polmone e, in minor misura, per i tumori della vescica (7).

#### **4) OBIETTIVI DELLA PRESENTE INDAGINE**

L'obiettivo principale di questa indagine epidemiologica di tipo descrittivo era valutare i tassi di mortalità e di incidenza per tumori nelle persone residenti nei Comuni di Trieste e Muggia al fine di accertare eventuali differenze tra i residenti in prossimità del polo siderurgico Ferriera di Servola e i residenti in zone più lontane. A tal fine sono state condotte: i) un'analisi statistica basata sui certificati di morte e relativa ai dati di mortalità 1993-2010; ii) un'analisi statistica dei dati di incidenza dei tumori tra il 1995 e il 2007, utilizzando i casi incidenti estratti dal Registro Tumori di popolazione del Friuli Venezia Giulia.

## 5) MATERIALI E METODI

### 5.1 Identificazione delle aree di studio: dati amministrativi

I metodi di epidemiologia geografica includono l'uso di varie sorgenti di banche dati amministrativi, che, spesso, non permettono di condurre indagini di aree geografiche a livello subcomunale. Pertanto, per questo studio si è reso necessario l'utilizzo di applicazioni GIS (Geographic Information System) a integrazione delle tecniche epidemiologiche abituali. Nel dettaglio, i confini amministrativi della Provincia di Trieste, dei Comuni di Trieste e Muggia sono stati acquisiti dalle banche dati del catalogo dei dati ambientali e territoriali (DAeT) dell'Infrastruttura Regionale di Dati Ambientali e Territoriali per il Friuli Venezia Giulia (IRDAT-FVG; <http://irdat.regione.fvg.it/consultatore-dati-ambientali-territoriali/>).

Le aree corrispondenti ai rioni del Comune di Trieste sono state identificate utilizzando i loro confini amministrativi, così come forniti dal Comune di Trieste. Al fine di ottenere una numerosità maggiore, e pertanto stime più robuste, alcuni rioni confinanti sono stati accorpati a formare due macro-rioni: il primo costituito dai rioni di Longeva, Banne, Trebiciano, Padriciano, Gropada, Basovizza; il secondo macro rione, costituito dai rioni di Santa Croce, Prosecco, Contovello) (Figura 8). L'area della Ferriera di Servola, ed in particolare l'edificio che identifica la cokeria, è stata individuata mediante i dati della Carta Tecnica Regionale Numerica della Regione Friuli Venezia Giulia (catalogo DAeT).

## Rioni nel Comune di Trieste

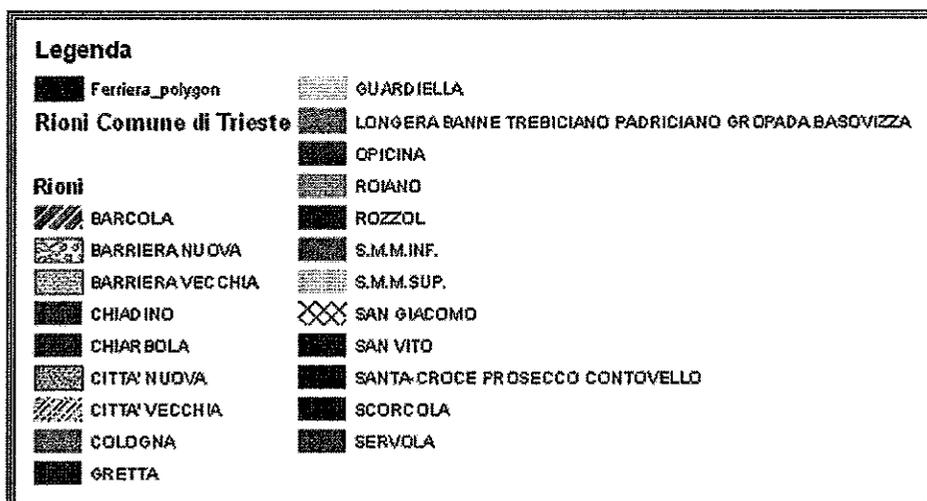
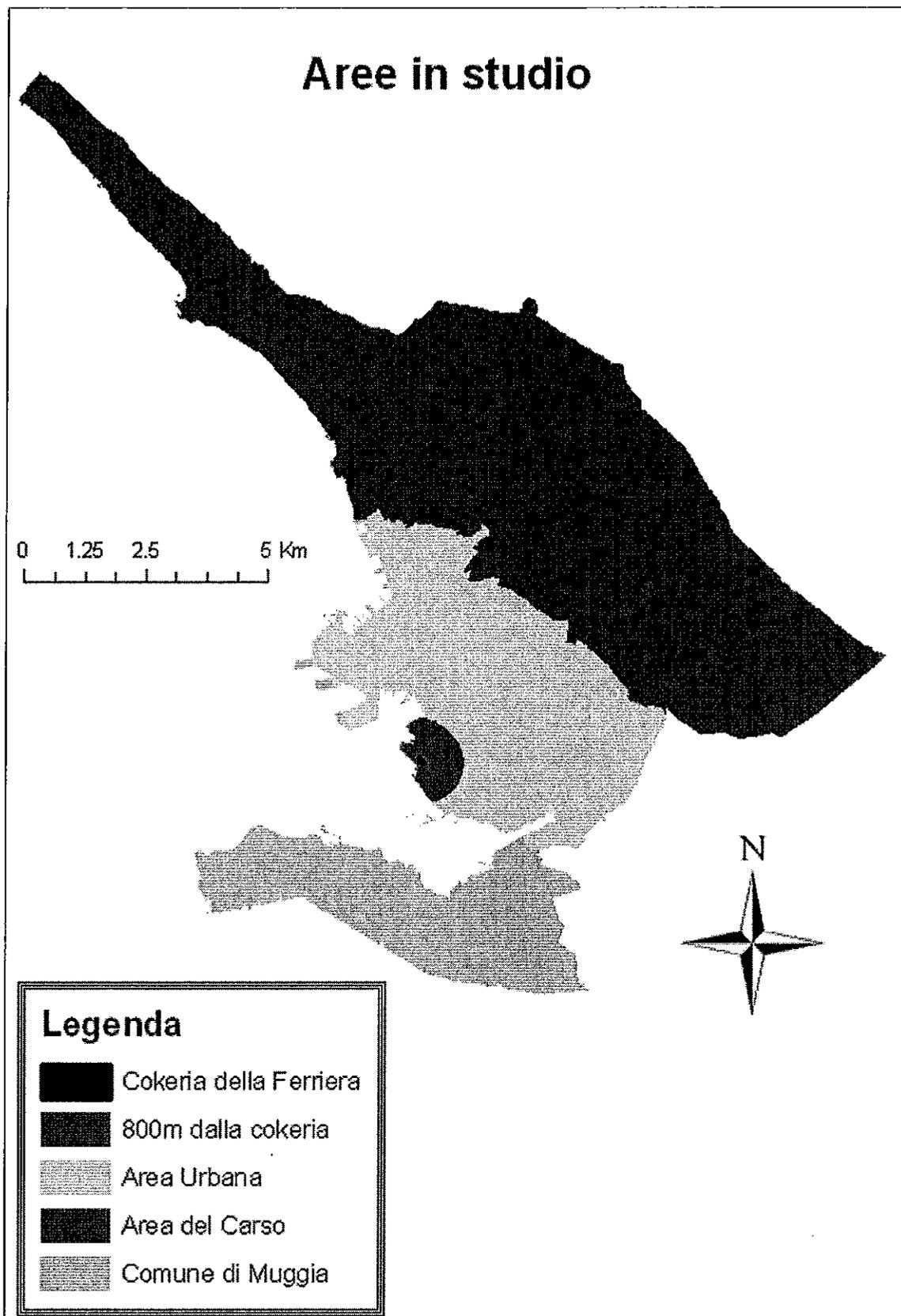


Figura 8. Mappa dei rioni e macro-rioni del Comune di Trieste.

L'analisi statistica condotta ai fini del presente rapporto ha esaminato in un primo tempo la Provincia di Trieste nel suo insieme e, successivamente, le seguenti quattro aree (Figura 9):

- **Area 1**, entro gli 800 metri dalla cokeria. Area di rispetto della cokeria, avente il perimetro esterno a una distanza di 800 metri dalla cokeria stessa. Essa comprende porzioni dei rioni di Chiarbola, Servola e Santa Maria Maddalena Inferiore;
- **Area 2**, area urbana: comprende le porzioni dei rioni di Chiarbola, Servola e Santa Maria Maddalena Inferiore non incluse nella prima area; i rioni di Città Nuova, Scorcola, Barriera Nuova, Città Vecchia, Barriera Vecchia, Chiadino, San Vito, San Giacomo, Rozzol, Santa Maria Maddalena Superiore;
- **Area 3**, area del Carso: comprende i rioni di Santa Croce, Prosecco, Contovello, Barcola, Gretta, Opicina, Roiano, Cologna, Guardiella, Longera, Banne, Trebiciano, Padriciano, Gropada, Basovizza;
- **Area 4**, area del Comune di Muggia: comprende l'intera area comunale.



*Figura 9: Mappa delle quattro aree oggetto dell'analisi epidemiologica*

## *5.2) Identificazione della fonte di inquinamento: rationale per la scelta delle quattro aree di studio*

L'area di ricaduta delle emissioni associate alla Ferriera di Servola è stata stimata da ARPA-FVG tramite simulazioni numeriche miranti a valutare gli impatti associati alle tipologie emissive (camini e areali). Le sorgenti prese in considerazione sono state il camino E4 e la cokeria, sulla base delle relazioni tecniche condotte -per conto della Procura della Repubblica di Trieste- dal prof. Boscolo dell'Università degli Studi di Trieste. Il parametro preso in considerazione per la stima delle ricadute è stato il materiale particolato (PM), emissione caratterizzante la Ferriera e vettore di idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Adottando il principio di precauzione, è stata analizzata la massima concentrazione media giornaliera di PM nei mesi invernali, quando si registra il maggior ristagno atmosferico, e quindi una minore diluizione degli inquinanti.

Il sistema modellistico adoperato nelle simulazioni numeriche è stato la catena CALMET-CALPUFF. Essa è utilizzata nel Piano Regionale di Miglioramento della Qualità dell'aria [8], e per stimare l'area di superamento delle concentrazioni medie annue di benzo[a]pirene a seguito della L.R. 1/2012 [9]. Le simulazioni numeriche della dispersione delle emissioni convogliate dal camino E4 (Figura 10) e di quelle diffuse dalla cokeria (Figura 11) mostrano come le emissioni impattino principalmente su un'area specifica, la più esposta all'inquinamento provocato dalla Ferriera di Servola. Le simulazioni mostrano anche una grande variabilità spaziale -con un forte gradiente- nelle concentrazioni stimate al suolo, in particolare per le emissioni diffuse. Nello specifico, la simulazione riportata in figura 11 mostra come le concentrazioni al suolo del materiale particolato emesso dalla cokeria diminuiscano con relativa rapidità, raggiungendo valori prossimi al fondo dopo meno di un km dalla Ferriera, lungo la direttrice che va dalla linea di costa all'entroterra; e dopo meno di tre chilometri lungo la direttrice che corre parallela alla costa.

Basandosi sulle simulazioni numeriche sopra descritte, sull'eterogeneità dell'area di ricaduta delle emissioni della Ferriera, sulla numerosità della popolazione residente sufficiente per i fini delle analisi statistiche, e sulla localizzazione geografica della popolazione medesima, è stata scelta come area a maggiore esposizione di ricaduta quella avente raggio di circa 800 metri, centrata sulla cokeria della Ferriera.

L'area carsica risulta molto meno esposta rispetto alle altre porzioni di territorio del Comune di Trieste per le emissioni diffuse associate alla cokeria, ed è stata considerata quella a minor impatto relativamente alle emissioni della cokeria. Essa è stata separata dall'area urbana del comune di Trieste, essendo quest'ultima caratterizzata da un fondo emissivo molto diverso (traffico veicolare, riscaldamento domestico).

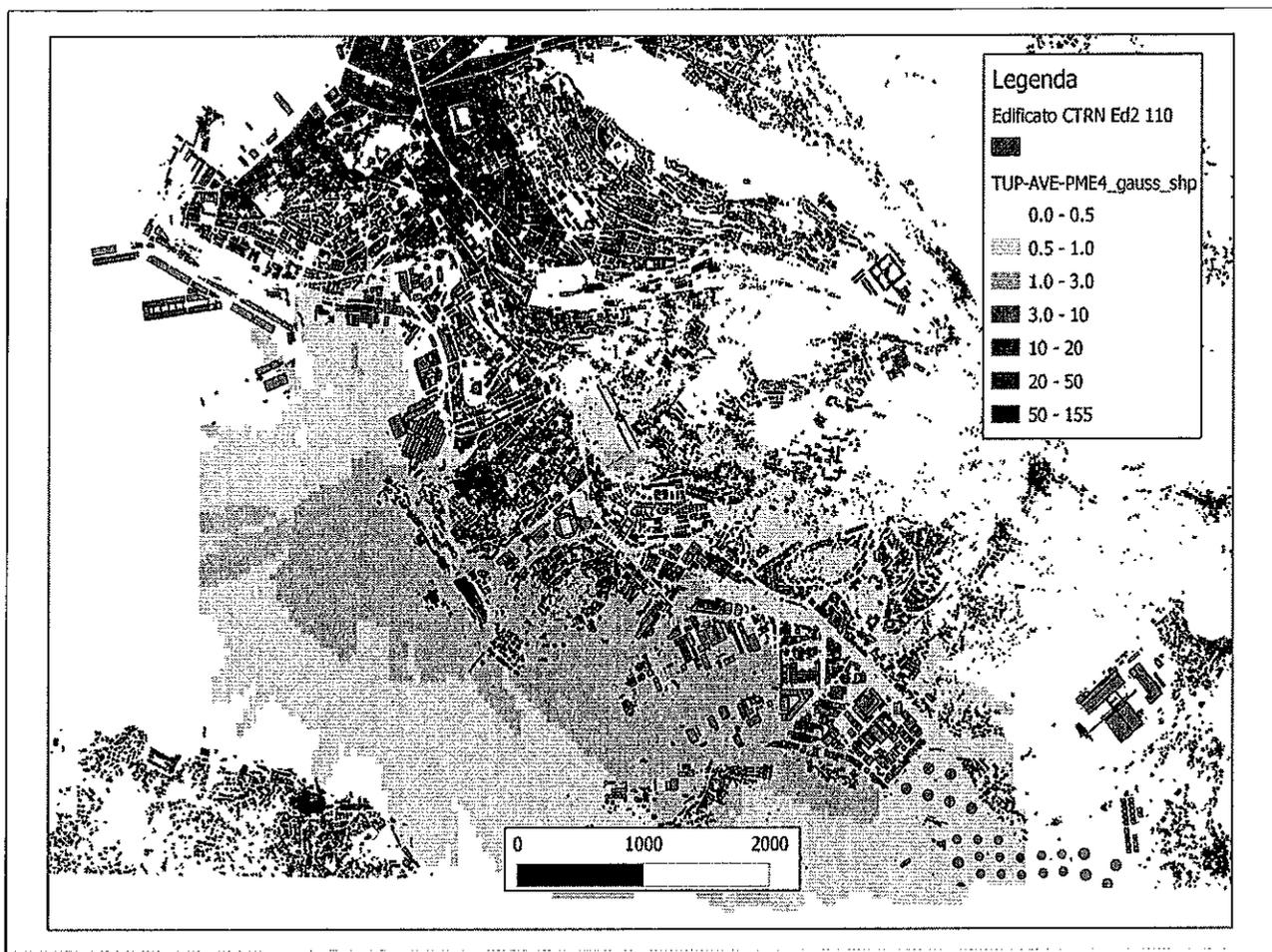


Figura 10. Concentrazione al suolo massima giornaliera in  $\mu\text{g}/\text{nm}^3$  (microgrammi al normal metro cubo) nel mese di aprile (anno di riferimento 2005) delle emissioni di materiale particolato primario associato al camino E4. La scala graduata di misura riporta le distanze in metri.

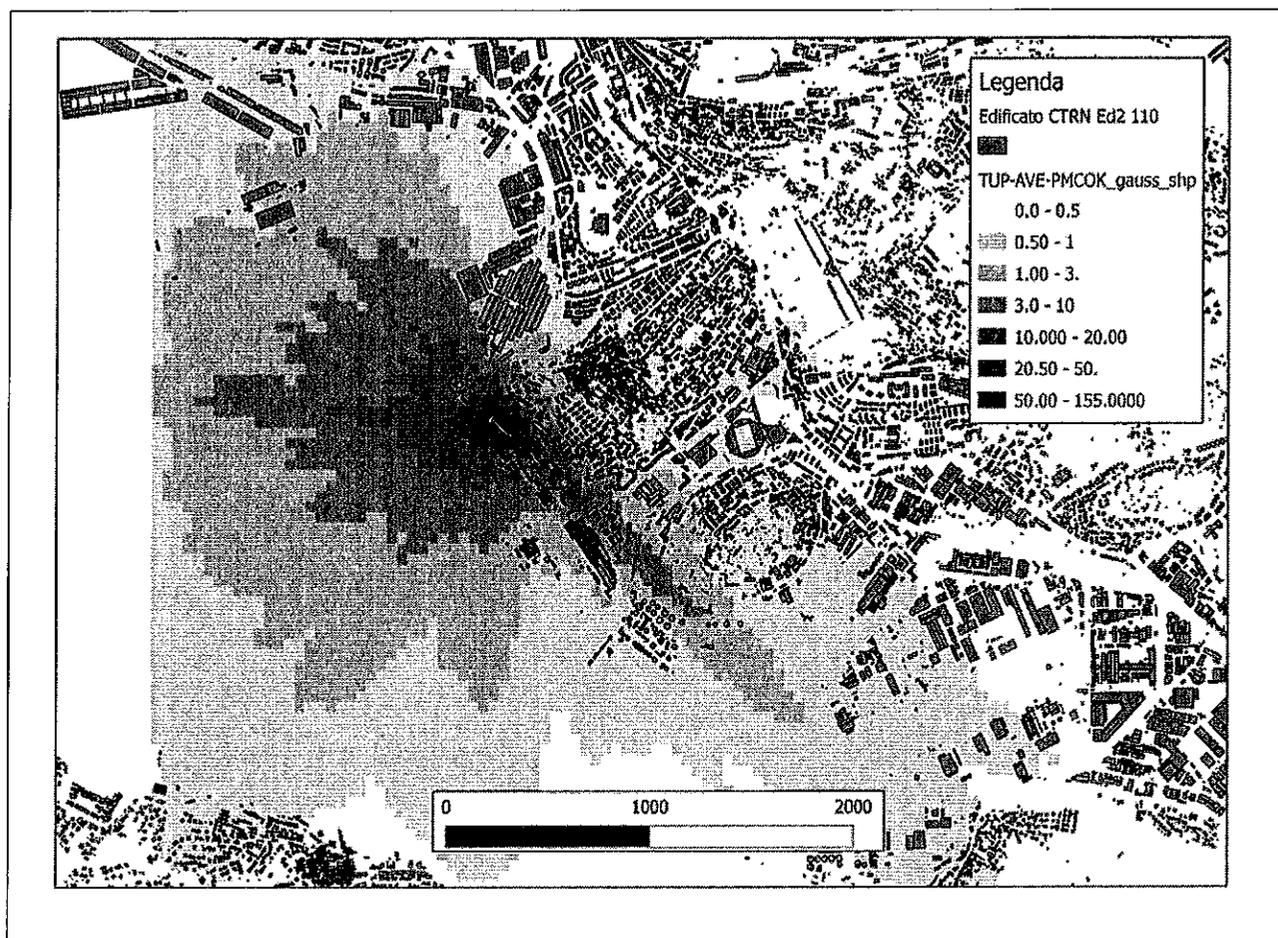


Figura 11. Concentrazione al suolo massima giornaliera in  $\mu\text{g}/\text{nm}^3$  (microgrammi al normal metro cubo) nel mese di aprile (anno di riferimento 2005) delle emissioni di materiale particolato primario associato alla cokeria. La scala graduata di misura riporta le distanze in metri.

### 5.3) Popolazione in studio

La popolazione in studio è stata estratta dal Repository Epidemiologico Regionale (RER) (vedi Appendice 1, tabelle 1-2) e definita, per ogni anno, come l'insieme dei cittadini aventi residenza valida al 1 luglio. Ogni cittadino è stato considerato residente per l'intero anno solare di riferimento, anche quelli con domicilio diverso dalla residenza per la loro bassa numerosità ininfluente ai fini dell'indagine (vedi Appendice 1, tabelle 3-4).

Per lo studio di incidenza dei tumori, sono stati esaminati i residenti della Provincia di Trieste nel suo complesso, e i residenti nei Comuni di Trieste e di Muggia dal 1995 al 2007, periodo corrispondente alla copertura disponibile del Registro Tumori di popolazione del Friuli Venezia Giulia.

Per lo studio di mortalità è stata analizzata la popolazione residente in Provincia di Trieste e nei Comuni di Trieste e Muggia negli anni dal 1993 al 2010, periodo in cui la copertura a livello regionale dei certificati di morte è stata ritenuta adeguata per completezza.

#### *5.4) Georeferenziazione della residenza dei singoli cittadini*

Ad ogni cittadino è stata attribuita una localizzazione geografica corrispondente alla sua residenza al 1° luglio di ogni anno. Le coordinate utilizzate per la georeferenziazione delle abitazioni delle persone in studio sono state acquisite dalle banche dati degli indirizzi georeferenziati del Comune di Trieste. L'attribuzione delle coordinate geografiche delle loro residenze ai singoli individui in studio è stata condotta mediante il software GeoAscot (versione 1.0, INSIEL S.p.A.). Laddove il dato non fosse stato disponibile per incompletezza della banca dati comunale, le coordinate geografiche sono state acquisite dallo stradario Tele Atlas® (anno 2010) e associate ai singoli individui in studio mediante il software GeoAtlas (versione 1.0, INSIEL S.p.A.).

Per la Provincia di Trieste e per il Comune di Muggia sono stati inclusi tutti i residenti, indipendentemente dalla georeferenziazione del loro indirizzo di residenza. Al contrario, per l'Area 1 (<800m dalla cokeria), l'Area 2 (area urbana) e l'Area 3 (area del Carso), e per l'analisi a livello regionale, sono stati inclusi solo i residenti il cui indirizzo di residenza fosse georeferenziato (vedi Appendice 1, tabella 5).

#### *5.5) Studio di mortalità*

Per lo studio di mortalità sono state acquisite dal Repository Epidemiologico Regionale (RER) le informazioni relative ai decessi (i.e., certificati di morte) dei residenti in Friuli Venezia Giulia dal 1° Gennaio 1993 al 31 Dicembre 2010. Ad ogni decesso è stata attribuita la causa di morte principale, cioè la patologia responsabile del decesso. Sono stati calcolati i tassi grezzi di mortalità per tutte le cause (ICD9 dallo 001 al 999) e per tutti i tumori, inclusi i benigni (ICD9 dal 140 al 239).

Tutti i tassi grezzi sono stati stratificati per:

- sesso;
- classi d'età quinquennali;
- area di residenza (Provincia di Trieste; Comune di Trieste; Area entro 800m dalla cokeria della Ferriera; Area urbana; Area del Carso; Comune di Muggia);

I tassi grezzi di mortalità sono stati successivamente standardizzati per età sia mediante standardizzazione indiretta sia mediante standardizzazione diretta, e stratificati per sesso.

##### *5.5.1) Standardizzazione indiretta*

Per il calcolo degli Standardized Mortality Ratio (SMR) sono stati esclusi i casi di tumore con diagnosi autoptica<sup>1</sup> (vedi Appendice 1, tabella 6).

---

<sup>1</sup> Negli anni analizzati, nell'area triestina era più frequente che i soggetti deceduti venissero sottoposti ad autopsia, rispetto alle altre realtà extra-provinciali (5,3% vs 0,5%) (vedi Appendice 1, tabella 6). Pertanto, al fine di consentire un confronto esterno non viziato da distorsione (sovrastima di SIR e SMR triestini), i casi di tumore diagnosticati post-mortem sono stati esclusi dalle analisi effettuate mediante standardizzazione indiretta. Questi sono invece stati inclusi

Sono stati calcolati gli SMR, separatamente nei maschi e nelle femmine, utilizzando come tassi di riferimento i tassi di mortalità per tutte le cause e per tutti i tumori (inclusi i benigni), specifici per età (classi quinquennali), sesso e anno di calendario (dal 1993 al 2010), dell'area costituita dalle Province di Gorizia, Pordenone e Udine, calcolati a partire dalla popolazione residente e dalle informazioni sui decessi acquisiti dal RER (vedi Appendice 2).

Gli SMR sono stati calcolati sia per l'intero periodo 1993-2010 sia per i tre quinquenni 1993-1998, 1999-2004, 2005-2010.

#### *5.5.2) Standardizzazione diretta*

Per il calcolo dei tassi di mortalità standardizzati sono stati inclusi i casi di tumore con diagnosi autoptica (vedi Appendice 1, tabella 6). Sono stati calcolati i tassi di mortalità standardizzati per età per 100.000 abitanti per anno. La standardizzazione è stata effettuata utilizzando la distribuzione per classe d'età della popolazione italiana, riferita al censimento ISTAT del 2001, stratificata per sesso e classi d'età quinquennali (<http://dawinci.istat.it/MD/excel/g1UH08A09OG000000000.xls>) (vedi Appendice 1, tabella 7).

I tassi di mortalità standardizzati sono stati calcolati per l'intero periodo 1993-2010, e stratificati per sesso. Infine, sono stati calcolati gli intervalli di confidenza al 95% utilizzando l'approssimazione di Poisson (vedi Appendice 2).

#### *5.6) Studio di incidenza dei tumori*

Per lo studio di incidenza dei tumori sono stati estratti dal Registro Tumori di popolazione del Friuli Venezia Giulia tutti i casi di neoplasia diagnosticati dal 1° Gennaio 1995 al 31 Dicembre 2007 in persone residenti nei Comuni di Trieste e di Muggia. Sono stati calcolati i tassi grezzi di incidenza per le seguenti sedi:

- polmone (ICD10, C33-34);
- vescica (ICD10, C67, D9.0, D41.4);
- rene (ICD10, C64-66, C68);
- colon-retto (ICD10, C18-21);
- linfomi non Hodgkin (ICD10, C82-85, C96);
- tutte le sedi, esclusa cute non melanoma (ICD10, C00-97; C44 esclusa).

Tutti i tassi grezzi sono stati stratificati per:

- sesso;
- classi d'età quinquennali;
- area di residenza (Provincia di Trieste; Comune di Trieste; Area 1, entro 800mt dalla cokeria della Ferriera; Area 2, area urbana; Area 3, area del Carso; Area 4, Comune di Muggia; singoli rioni del Comune di Trieste);

---

nelle analisi effettuate mediante standardizzazione diretta, in cui il confronto avviene nell'ambito di un'area omogenea dal punto di vista degli esami autoptici eseguiti, e pertanto il confronto non risulta viziato.

I tassi grezzi di incidenza sono stati successivamente standardizzati per età, sia mediante standardizzazione indiretta sia mediante standardizzazione diretta, e stratificati per sesso.

#### *5.6.1) Standardizzazione indiretta*

Sono state calcolate due batterie di Standardized Incidence Ratio (SIR), utilizzando come tassi di riferimento:

- i tassi di incidenza per tutti tumori (esclusi i benigni e i tumori cutanei non melanoma) e per i tumori maligni del polmone, specifici per età (classi quinquennali), sesso e anno di calendario (1995-2007), dell'area costituita dalle Province di Gorizia, Pordenone e Udine, calcolati a partire dai casi incidenti segnalati al registro tumori e dalla popolazione residente acquisita dal RER;
- tassi di incidenza per tutti i tumori maligni (esclusi i benigni e i tumori della cute non melanomi), specifici per età (classi quinquennali) e sesso, e riferiti all'anno 2004, dell'area del Nord-Est Italia, calcolati a partire dai dati del progetto ITACAN (<http://itacan.ispo.toscana.it/italian/itacan.htm>).

I SIR sono stati calcolati sia per l'intero periodo 1995-2007 sia per i periodi 1995-2001, 2002-2007. In entrambe le analisi, i SIR sono stati stratificati per sesso (vedi Appendice 1, tabella 6).

#### *5.6.2) Standardizzazione diretta*

Per il calcolo dei tassi di incidenza standardizzati (per 100.000 abitanti per anno) la standardizzazione è stata effettuata utilizzando la distribuzione per classe d'età della popolazione italiana riferita al censimento ISTAT del 2001, per sesso e classi d'età quinquennali (<http://dawinci.istat.it/MD/excel/g1UH08A09OG000000000.xls>) (vedi Appendice 1, tabella 6 e 7).

I tassi di incidenza standardizzati sono stati calcolati sia per l'intero periodo 1995-2007, sia per i periodi 1995-2001, 2002-2007. Infine, sono stati calcolati gli intervalli di confidenza al 95% utilizzando la distribuzione di Poisson (vedi Appendice 2).

## 6) RISULTATI

### 6.1) Analisi dei certificati di morte: tassi di mortalità nelle varie aree

TABELLA 1: TASSI GREZZI DI MORTALITA' (/100.000/ANNO) PER TUTTE LE CAUSE, STRATIFICATI PER SESSO. FRIULI VENEZIA GIULIA, 1993-2010.

CAUSA DI MORTE	SESSO	PROVINCIA	
		TRIESTE	UDINE, PORDENONE, GORIZIA
		TASSO DI MORTALITA'	TASSO DI MORTALITA'
TUTTE	DONNE	1837	1206
	UOMINI	1676	1201
TUTTI I TUMORI	DONNE	448	320
	UOMINI	550	436

TABELLA 2: TASSI DI MORTALITA' STANDARDIZZATI PER ETA' SULLA POPOLAZIONE ITALIANA (/100.000/ANNO) PER TUTTE LE CAUSE, STRATIFICATI PER SESSO. FRIULI VENEZIA GIULIA, 1993-2010.

CAUSA DI MORTE	SESSO	PROVINCIA	
		TRIESTE	UDINE, PORDENONE, GORIZIA
		TASSO DI MORTALITA'	TASSO DI MORTALITA'
TUTTE	DONNE	852 (843-861)	879 (873-885)
	UOMINI	889 (879-900)	963 (957-970)
TUTTI I TUMORI	DONNE	249 (243-254)	263 (260-267)
	UOMINI	321 (314-328)	371 (367-375)

Interpretazione dati delle tabelle 1 e 2: tenendo in considerazione l'invecchiamento della popolazione della provincia di Trieste (i.e., tassi standardizzati), i tassi di mortalità per tutte le cause, o per tutti i tumori, nella provincia di Trieste sono sostanzialmente paragonabili a quelli registrati nelle altre tre province del Friuli Venezia Giulia

Tabella 3: Confronto tra i tassi di mortalità SMR (x100) per tutte le cause nei residenti nella provincia di Trieste verso le altre tre province del FVG, 1993-2010.

SESSO	CASI ATTESI*	CASI OSSERVATI	SMR	Low IC95%	Up IC95%
F	38276	35832	93.61	92.65	94.58
M	32441	29318	90.37	89.34	91.41

Interpretazione: fatto 100 il tasso di mortalità medio nelle provincie di UD, PN, e GO, i tassi di mortalità per tutte le cause nel periodo 1993-2010 sono risultati significativamente inferiori rispetto alle altre tre provincie del FVG negli uomini e nelle donne residenti nella provincia di Trieste.

Tabella 4: Confronto tra i tassi di mortalità SMR (x100) per tutti i tumori nei residenti nella provincia di Trieste verso le altre tre provincie del FVG, per il periodo 1993-2010.

SESSO	CASI ATTESI*	CASI OSSERVATI	SMR	Low IC95%	Up IC95%
F	9479	8722	92.01	90.08	93.94
M	11404	9635	84.48	82.79	86.17

**Interpretazione:** fatto 100 il tasso di mortalità medio nelle provincie di UD PN GO per tutti i tumori, i tassi di mortalità per tutti i tumori nel periodo 1993-2010 negli uomini e nelle donne residenti nella provincia di Trieste sono risultati significativamente inferiori rispetto alle altre tre provincie del FVG.

## 6.2 Analisi dei dati del registro tumori del Friuli Venezia Giulia: tassi di incidenza dei tumori nelle varie aree per il periodo 1995-2007

### 6.2.1) Confronti tra provincia di Trieste, altre provincie del FVG o Nord Est Italia (i.e., FVG, Veneto, TAA, Emilia Romagna)

Tabella 5: tassi di incidenza (/100.000 per anno) per tutti i tumori (esclusi tumori della cute non melanoma) e per i tumori del polmone, standardizzati sulla popolazione italiana e stratificati per sesso e provincia di residenza. 1995-2007

Tipo di tumore	SESSO	PROVINCIA	
		TRIESTE	UDINE, PORDENONE, GORIZIA
		Tasso di incidenza	Tasso di incidenza
Tutte le sedi (esclusi i tumori cutanei non melanoma)	DONNE	543 (533-553)	558 (552-563)
	UOMINI	707 (695-719)	728 (721-735)
Tumori del polmone	DONNE	34 (32-37)	33 (31-34)
	UOMINI	97 (92-101)	104 (102-107)

**Interpretazione:** Dopo aver tenuto conto della diversa distribuzione per età delle popolazioni residenti nelle quattro provincie del Friuli Venezia Giulia, negli uomini e nelle donne della provincia di Trieste i tassi di incidenza per tutti i tumori sono risultati inferiori rispetto a quelli delle altre tre provincie. Per quanto riguarda i tumori del polmone, non sono state riscontrate differenze nelle donne mentre gli uomini della provincia di Trieste presentavano tassi significativamente inferiori a quelli registrati tra gli uomini delle altre provincie del FVG.

Tabella 6. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per i tumori maligni (esclusi tumori cutanei non melanoma). Provincia di Trieste vs altre provincie del FVG. Donne

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
F	12690	12123	95.53	93.83	97.23

Tabella 7. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per tutti i tumori maligni (esclusi tumori cutanei non melanoma). Provincia di Trieste vs Nord Est Italia. Donne

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
F	12482	12123	97.12	95.39	98.85

**Interpretazione dati delle tabelle 6 e 7:** l'incidenza di tutti i tumori maligni nelle donne della provincia di Trieste è risultata inferiore di circa il 5% verso le donne residenti nelle altre provincie del FVG e di circa il 3% verso le donne residenti nelle altre regioni del Nord Est Italia.

Tabella 8. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per tutti i tumori maligni (esclusi tumori cutanei non melanoma). Provincia di Trieste vs altre provincie del FVG. Uomini

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
M	14703	14228	96.77	95.18	98.36

Tabella 9. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per i tumori maligni (esclusi tumori cutanei non melanoma). Provincia di Trieste vs Nord Est Italia. Uomini

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
M	15037	14228	94.62	93.06	96.17

Interpretazione dati delle tabelle 8 e 9: l'incidenza di tutti i tumori maligni negli uomini della provincia di Trieste è risultata inferiore di circa il 3% verso gli uomini residenti nelle altre provincie del FVG e di circa il 5% verso gli uomini residenti nelle altre regioni del Nord Est Italia.

Tabella 10. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per i tumori del **polmone**. Provincia di Trieste vs altre provincie del FVG. Donne

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
F	765	804	105.04	97.78	112.30

Tabella 11. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per i tumori al **polmone**. Provincia di Trieste vs Nord Est Italia. Donne

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
F	763	804	105.24	97.96	112.51

Interpretazione dati delle tabelle 10 e 11: l'incidenza dei tumori del polmone nelle donne della provincia di Trieste è risultata superiore -in modo non statisticamente significativo- di circa il 5% verso le donne residenti sia nelle altre provincie del FVG che nelle altre regioni del Nord Est Italia.

Tabella 12. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per i tumori del **polmone**. Provincia di Trieste vs altre provincie del FVG. Uomini

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
M	2141	1952	91.17	87.12	95.21

Tabella 13. Rapporto tra casi osservati e casi attesi (SIR, x100) per i tumori del **polmone**. Provincia di Trieste vs Nord Est Italia. Uomini

SESSO	CASI ATTESI	CASI OSSERVATI	SIR	Low IC95%	Up IC95%
M	2206	1952	88.47	84.54	92.39

Interpretazione dati delle tabelle 12 e 13: l'incidenza dei tumori del polmone negli uomini della provincia di Trieste è risultata inferiore di circa il 9% verso gli uomini residenti nelle altre provincie del FVG e di circa il 12% verso gli uomini residenti nelle altre regioni del Nord Est Italia.

### **6.2.2) Confronti interni tra le quattro aree in studio dei comuni di Trieste e Muggia**

Tabella 14. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per tutti i tumori maligni (cute non melanoma esclusi). Donne

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	IC 95%_INF	IC 95%_SUP
1	F	297	44490	519.2	458.6	579.8
2	F	8516	1151566	545.2	533.0	557.3
3	F	2298	316538	540.9	518.0	563.9
4	F	589	80922	587.7	539.4	636.0

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

Interpretazione: Assenza di gradiente in relazione alla distanza dalla cokeria. Le donne residenti nella area più vicina alla cokeria presentavano tassi di incidenza di tutti i tumori inferiori ma statisticamente compatibili con quelli delle donne residenti nell'area urbana o nel Carso Triestino e statisticamente inferiori a quelli delle donne residenti nel Comune di Muggia.

Tabella 15. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per tutti i tumori maligni (cute non melanoma esclusi). Uomini

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	M	408	39692	771.0	694.8	847.2
2	M	9912	1029412	721.3	706.6	736.0
3	M	2726	292455	701.5	674.4	728.6
4	M	886	78128	873.0	814.8	931.3

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

**Interpretazione:** Possibile gradiente interno alle tre aree del comune di Trieste con tassi più alti nell'area più vicina alla cokeria, meno evidente in relazione all'area urbana. Gli uomini residenti nella area più vicina alla cokeria presentavano tassi di incidenza di tutti i tumori superiori rispetto a quelli dei residenti nell'area urbana o nel Carso Triestino (771 casi/100.000 per anno vs 721 e 705, rispettivamente) ma statisticamente inferiori a quelli dei residenti nel Comune di Muggia (873 casi/100.000/anno).

Tabella 16. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al polmone, Donne

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC 95%	Up IC95%
1	F	24	44490	40.68	24.04	57.32
2	F	654	1151566	39.29	36.15	42.42
3	F	133	316538	29.14	24.04	34.25
4	F	34	80922	34.99	23.05	46.93

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

**Interpretazione:** Debole gradiente in relazione alla distanza dalla cokeria -le donne residenti nella area più vicina alla cokeria presentavano tassi di incidenza per i tumori del polmone (NB: 24 nuove diagnosi tra il 1995 e il 2007) simili a quelli delle donne residenti nell'area urbana (41 e 39 casi/100.000/anno, rispettivamente) ma superiori rispetto a quelli delle donne del Carso Triestino (29 casi/100.000/anno). Nelle donne residenti nel Comune di Muggia, i tassi di incidenza dei tumori del polmone (34 casi in tutto il periodo) erano statisticamente compatibili con quelli registrati nelle altre tre aree in esame.

Tabella 17. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al polmone, Uomini

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	M	68	39692	124.01	93.80	154.22
2	M	1418	1029412	103.05	97.52	108.58
3	M	344	292455	88.26	78.72	97.80
4	M	99	78128	96.01	76.91	115.12

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

**Interpretazione:** Possibile gradiente in base alla distanza dalla cokeria, ma il basso numero di casi nell'area 1 limita l'interpretazione (68 casi tra il 1995 e il 2007). Gli uomini residenti nella area 1, la più vicina alla cokeria, presentavano tassi di incidenza per i tumori del polmone (68 casi in tutto il periodo) superiori ma statisticamente compatibili rispetto ai residenti nell'area urbana (124 e 103 casi/100.000/anno, rispettivamente). In confronto, invece, con i residenti nel Carso Triestino (88 casi/100.000/anno) o nel Comune di Muggia (96 casi/100.000/anno), l'incidenza dei tumori del polmone tra i residenti nell'area più prossima alla cokeria o nell'area urbana era significativamente maggiore.

Tabella 18. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori alla vescica, Donne

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	F	9	44490	13.44	4.43	22.45
2	F	307	1151566	17.32	15.27	19.37
3	F	66	316538	14.54	10.91	18.18
4	F	22	80922	20.62	11.90	29.34

Tabella 19. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori alla vescica, Uomini

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	M	26	39692	48.21	29.36	67.05
2	M	713	1029412	50.49	46.65	54.33
3	M	193	292455	49.18	42.03	56.32
4	M	62	78128	59.05	44.19	73.90

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

Interpretazione dati tabelle 18 e 19: Sia nelle donne che negli uomini, assenza di gradiente rispetto alla distanza dalla cokeria. L'incidenza dei tumori della vescica è risultata più alta nel comune di Muggia che nelle tre aree del comune di Trieste nelle donne come negli uomini.

Tabella 20. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al rene. Donne

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	F	12	44490	20.12	8.62	31.63
2	F	248	1151566	14.65	12.72	16.58
3	F	65	316538	13.88	10.37	17.39
4	F	22	80922	20.75	11.96	29.53

Tabella 21. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al rene. Uomini

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	M	17	39692	30.98	15.93	46.04
2	M	391	1029412	28.18	25.27	31.09
3	M	110	292455	28.24	22.79	33.68
4	M	33	78128	33.45	21.92	44.98

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

Interpretazione dati tabelle 20 e 21: Apparente gradiente nelle donne, ma non negli uomini, rispetto alla distanza dalla cokeria (osservazione basata su solo 12 casi). L'incidenza dei tumori del rene nel comune di Muggia è risultata paragonabile a quella delle tre aree di Trieste nelle donne e a quella dell'area più vicina alla cokeria negli uomini.

Tabella 22. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al colon-retto, Donne

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	F	35	44490	57.14	37.79	76.50
2	F	1264	1151566	72.37	68.17	76.58
3	F	309	316538	65.79	58.19	73.39
4	F	78	80922	74.40	57.59	91.21

Tabella 23. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al colon-retto, Uomini

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	M	49	39692	94.55	67.68	121.43
2	M	1320	1029412	93.59	88.35	98.83
3	M	358	292455	89.85	80.27	99.43
4	M	131	78128	123.94	102.50	145.38

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

Interpretazione dati tabelle 22 e 23: Assenza di gradiente tra le tre aree del comune di Trieste in entrambi i sessi. Incidenza dei tumori del colon retto significativamente più elevata negli uomini residenti nel comune di Muggia.

Tabella 24. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i linfomi non Hodgkin, Donne

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	F	10	44490	17.29	6.52	28.05
2	F	304	1151566	19.45	17.16	21.74
3	F	84	316538	19.88	15.42	24.35
4	F	19	80922	19.80	10.63	28.96

Tabella 25. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i linfomi non Hodgkin, Uomini

Area	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	Incidenza	Low IC95%	Up IC95%
1	M	5	39692	10.26	1.12	19.39
2	M	337	1029412	25.16	22.36	27.95
3	M	74	292455	20.85	15.93	25.78
4	M	21	78128	22.24	12.60	31.88

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

Interpretazione dati tabelle 24 e 25: osservazioni basate su pochi casi nell'area più vicina alla cokeria, evidente assenza di gradiente geografico per l'incidenza dei linfomi non-Hodgkin.

Tabella 26. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori della mammella, Donne

Area	Sesso	Casi osservati	PY	ARS	Low IC 95%	Up IC 95%
1	F	80	44490	146.74	114.15	179.33
2	F	2310	1151566	162.76	155.91	169.61
3	F	619	316538	157.27	144.52	170.02
4	F	154	80504	158.19	132.92	183.47

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

Interpretazione dati tabella 26: assenza di gradiente geografico per quanto riguarda il tumore della mammella femminile in relazione alla distanza dalla cokeria.

Tabella 27. Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori della prostata, Uomini

Area	Sesso	Casi osservati	PY	ARS	Low IC 95%	Up IC 95%
1	M	93	39692	177.57	141.05	214.09
2	M	2400	1029412	170.37	163.33	177.42
3	M	708	292455	176.17	162.85	189.49
4	M	236	77576	230.20	200.60	259.79

Nota: 1=area entro 800m dalla cokeria; 2=area urbana; 3=area del Carso; 4=Muggia

Interpretazione dati tabella 27: assenza di gradiente geografico per quanto riguarda il tumore della prostata in relazione alla distanza dalla cokeria nelle tre aree del comune di Trieste. Incidenza significativamente più alta negli uomini residenti nel comune di Muggia.

### **6.2.3) Confronti interni tra le tre aree in studio dei comuni di Trieste**

TABELLA 28. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER TUTTI I TUMORI MALIGNI (CUTE NON MELANOMA ESCLUSI) NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRESTE. DONNE

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	8516	-	1		
800 mt cokeria	297	396	0,94	0,83	1,04
Carso	2298	2339	0,98	0,94	1,02

TABELLA 29. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER TUTTI I TUMORI MALIGNI (CUTE NON MELANOMA ESCLUSI) NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE. UOMINI

AREA	Numero casi Osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	9912	-	1		
800 mt cokeria	408	383	1,06	0,96	1,17
Carso	2762	2798	0,97	0,94	1,01

Interpretazione dati tabelle 28 e 29: Il rischio complessivo di tumore nelle donne residenti entro 800 mt dalla Ferriera era superiore del 6% di quello delle donne residenti nell'area urbana di Trieste – sono stati osservati 408 casi di tumore contro i 383 attesi in base ai tassi di incidenza dell'area urbana. Tale differenza, tuttavia, non è risultata statisticamente significativa.

Il rischio complessivo di tumore negli uomini residenti entro 800 mt dalla Ferriera era inferiore del 6% di quello degli uomini residenti nell'area urbana di Trieste – sono stati osservati 297 casi di tumore contro i 396 attesi in base ai tassi di incidenza dell'area urbana. Tale differenza, tuttavia, non è risultata statisticamente significativa.

TABELLA 30. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI AL POLMONE NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, DONNE

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	654	-	1		
800 mt cokeria	24	23	1,00	0,60	1,40
Carso	133	179	0,74	0,62	0,87

TABELLA 31. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI AL POLMONE NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, UOMINI

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	1418	-	1		
800 mt cokeria	68	54	1,25	0,95	1,54
Carso	344	400	0,86	0,77	0,95

Interpretazione dati tabelle 30 e 31: Il rischio di tumore del polmone nelle donne residenti entro 800 mt dalla Ferriera era simile a quello delle donne residenti nell'area urbana di Trieste (24 casi osservati contro i 23 attesi in base ai tassi di incidenza dell'area urbana).

Il rischio di tumore del polmone negli uomini residenti entro 800 mt dalla Ferriera era superiore del 25% di quello degli uomini residenti nell'area urbana di Trieste – sono stati osservati 68 casi contro i 54 attesi in base ai tassi di incidenza dell'area urbana. Tale eccesso quantificabile in 6 casi di tumore del polmone nel periodo 1995-2007, tuttavia, non è risultato statisticamente significativo.

TABELLA 32. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI ALLA VESCICA NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, DONNE

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	307	-	1		
800 mt cokeria	9	10	0,83	0,29	1,38
Carso	66	82	0,80	0,61	0,99

TABELLA 33. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI ALLA VESCICA NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, UOMINI

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	713	-	1		
800 mt cokeria	26	27	0,95	0,58	1,31
Carso	193	201	0,96	0,82	1,10

Interpretazione dati tabelle 32 e 33: Il rischio di tumore della vescica nelle donne e negli uomini residenti entro 800 mt dalla Ferriera era simile a quello dei residenti nell'area urbana di Trieste.

TABELLA 34. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI AL RENE NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE. DONNE

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	248	-	1		
800 mt cokeria	12	8	1,34	0,58	2,10
Carso	65	67	0,96	0,73	1,19

TABELLA 35. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI AL RENE NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE. UOMINI

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	391	-	1		
800 mt cokeria	17	15	1,12	0,59	1,66
Carso	110	110	1,00	0,81	1,19

Interpretazione dati tabelle 34 e 35: Il rischio di tumore del rene nelle donne (+34%, eccesso assoluto di 4 casi nel periodo 1995-2007) e negli uomini (+12%, eccesso assoluto di 2 casi nel periodo 1995-2007) residenti entro 800 mt dalla Ferriera era superiore a quello dei residenti nell'area urbana di Trieste ma le differenze non sono risultate statisticamente significative.

TABELLA 36. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI AL COLON-RETTO NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, DONNE

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	1264	-	1		
800 mt cokeria	35	45	0,77	0,52	1,03
Carso	309	342	0,90	0,80	1,03

TABELLA 37. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI AL COLON-RETTO NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, UOMINI

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	1320	-	1		
800 mt cokeria	49	50	0,97	0,70	1,24
Carso	358	371	0,96	0,86	1,06

Interpretazione dati tabelle 36 e 37: Il rischio di tumore del colon-retto nelle donne (-23%, deficit assoluto di 10 casi nel periodo 1995-2007) e negli uomini (-3%, deficit assoluto di 1 caso nel periodo 1995-2007) residenti entro 800 mt dalla Ferriera era inferiore a quello dei residenti nell'area urbana di Trieste ma le differenze non sono risultate statisticamente significative.

TABELLA 38. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I LINFOMI NON HODGKIN NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, DONNE

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	304	-	1		
800 mt cokeria	10	11	0,89	0,34	1,44
Carso	84	83	1,01	0,79	1,22

TABELLA 39. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I LINFOMI NON HODGKIN NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, UOMINI

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	337	-	1		
800 mt cokeria	5	13	0,38	0,05	0,72
Carso	74	94	0,78	0,60	0,96

Interpretazione dati tabelle 38 e 39: Il rischio di linfoma non-Hodgkin nelle donne (-11%, deficit assoluto di 1 caso nel periodo 1995-2007) residenti entro 800 mt dalla Ferriera era simile a quello delle residenti nell'area urbana di Trieste. Negli uomini (-62%, deficit assoluto di 8 casi nel periodo 1995-2007) residenti entro 800 mt dalla Ferriera, il rischio di linfoma non-Hodgkin era significativamente inferiore di quello dei residenti nell'area urbana di Trieste.

TABELLA 40. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI DELLA MAMMELLA NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, DONNE

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	2310	-	1		
800 mt cokeria	80	89	0,85	0,69	1,08
Carso	619	645	0,96	0,88	1,03

Interpretazione dati tabella 40: Il rischio di tumore della mammella nelle donne (-15%, deficit assoluto di 9 casi nel periodo 1995-2007) residenti entro 800 mt dalla Ferriera era inferiore a quello delle residenti nell'area urbana di Trieste, ma tale differenza non è risultata statisticamente significativa.

TABELLA 41. NUMERO OSSERVATO, NUMERO ATTESO E RISCHIO RELATIVO PER I TUMORI DELLA PROSTATA NELLE TRE AREE DEL COMUNE DI TRIESTE, UOMINI

AREA	Numero casi osservati	Numero casi attesi	Rischio relativo	Intervallo confidenza 95%	
				inferiore	superiore
Urbana	2400	-	1		
800 mt cokeria	93	92	1,00	0,80	1,21
Carso	708	675	1,05	0,97	1,13

Interpretazione dati tabella 41: Il rischio di tumore della prostata negli uomini residenti entro 800 mt dalla Ferriera era simile a quello delle residenti nell'area urbana di Trieste (93 casi osservati verso 92 casi attesi), ma tale differenza non è risultata statisticamente significativa.

6.2.4) Tassi di incidenza standardizzati per i tumori del polmone: confronti tra i rioni/quartieri del comune di Trieste

Tabella 42: Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al polmone, stratificati per rioni di Trieste. Donne

RIONE	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	ASR	Low IC95%	Up IC95%
SERVOLA	F	46	90621	37.75	26.69	48.82
SCORCOLA	F	21	55769	29.19	16.48	41.90
SANTA-CROCE PROSECCO CONTOVELLO	F	11	31447	22.03	8.58	35.48
SAN VITO	F	86	138319	40.56	31.51	49.61
SAN GIACOMO	F	55	78684	49.48	35.54	63.42
S.M.M.SUP.	F	11	35001	21.82	8.80	34.84
S.M.M.INF.	F	94	186597	38.58	30.75	46.41
ROZZOL	F	80	139640	39.81	30.96	48.67
ROIANO	F	9	29614	21.33	6.95	35.71
OPICINA	F	18	52834	28.82	15.34	42.31
LONGERA BANNE TREBICIANO PADRICIANO GROPADA BASOVIZZA	F	9	21579	29.84	8.87	50.82
GUARDIELLA	F	46	94881	33.03	23.29	42.77
GRETТА	F	18	41861	24.96	13.02	36.91
COLOGNA	F	13	23989	38.33	16.73	59.94
CITTA' VECCHIA	F	8	16465	26.01	4.96	47.06
CITTA' NUOVA	F	43	72229	40.29	26.81	53.76
CHIARBOLA	F	60	83239	41.62	30.56	52.67
CHIADINO	F	32	62223	34.52	22.29	46.76
BARRIERA VECCHIA	F	73	133306	40.24	30.31	50.16
BARRIERA NUOVA	F	69	103963	44.13	32.66	55.60
BARCOLA	F	9	20333	29.36	9.80	48.91

Interpretazione dati tabella 42: Estrema eterogeneità dei tassi di incidenza del tumore del polmone nelle donne residenti nei vari quartieri di Trieste. La più alta incidenza è stata registrata tra le residenti dei Rioni di San Giacomo (49 casi/100.000/anno) e di Barriera Nuova (44 casi/100.000/anno) e le più basse nei Rioni di Roiano, SANTA-CROCE PROSECCO CONTOVELLO e S.M.M.SUP. con circa 22 casi/100.000/anno. Le residenti nel quartiere di Servola presentavano un tasso di incidenza pari a 38 casi/100.000/anno, collocandosi nel 20° percentile più alto nella suddivisione per rioni.

Tabella 43: Tassi d'incidenza standardizzati (ASR- x 100.000/anno) per i tumori al polmone, stratificati per rioni di Trieste. Uomini

RIIONE	SESSO	CASI OSSERVATI	PY	ASR	Low IC95%	Up IC95%
SERVOLA	M	116	81397	102.44	83.29	121.59
SCORCOLA	M	62	48489	96.38	71.63	121.14
SANTA-CROCE PROSECCO CONTOVELLO	M	26	28764	59.98	36.22	83.73
SAN VITO	M	162	125686	90.24	75.49	104.98
SAN GIACOMO	M	97	71006	117.58	93.16	142.01
S.M.M.SUP.	M	39	32554	84.35	57.57	111.14
S.M.M.INF.	M	256	172949	114.35	100.27	128.43
ROZZOL	M	202	130552	114.60	98.48	130.72
ROIANO	M	36	25716	108.08	72.61	143.55
OPICINA	M	46	49277	75.17	53.06	97.28
LONGERA BANNE TREBICIANO PADRICIANO GROPADA BASOVIZZA	M	30	20345	120.07	76.78	163.36
GUARDIELLA	M	118	92808	97.62	79.46	115.78
GRETTA	M	40	35986	79.76	54.26	105.26
COLOGNA	M	31	21530	104.43	66.29	142.58
CITTA' VECCHIA	M	25	14562	132.06	77.14	186.98
CITTA' NUOVA	M	71	63437	86.48	65.29	107.66
CHIARBOLA	M	138	69410	127.66	105.51	149.81
CHIADINO	M	77	55850	89.80	68.89	110.70
BARRIERA VECCHIA	M	155	111646	115.69	96.51	134.87
BARRIERA NUOVA	M	86	91566	79.90	62.41	97.38
BARCOLA	M	17	18029	60.20	30.79	89.60

Interpretazione dati tabella 43: Anche negli uomini, estrema eterogeneità dei tassi di incidenza del tumore del polmone in base alla residenza nei vari quartieri/rioni di Trieste. Le più alte incidenze sono state registrate tra i residenti del Rione di Città vecchia (132 casi/100.000/anno) e Chiarbola (128casi/100.000/anno). Le più basse, nei Rioni di Barcola, SANTA-CROCE PROSECCO CONTOVELLO con circa 60 casi/100.000/anno. I residenti nel quartiere di Servola presentavano un tasso di incidenza pari a 102 casi/100.000/anno, collocandosi nel 40° percentile più alto nella suddivisione per rioni.

## 7) CONCLUSIONI

L'apparato respiratorio, e il polmone in particolare, rappresenta l'organo bersaglio degli inquinanti ambientali dell'aria, ed il tumore al polmone una delle conseguenze più temute. Tale patologia tumorale, quindi, è stata il principale oggetto di questa indagine epidemiologica in base alle evidenze derivanti dalla letteratura medica scientifica internazionale, e ai risultati delle ricerche condotte in passato nella zona urbana di Trieste. Relativamente al tumore del polmone, i risultati della presente indagine epidemiologica offrono le seguenti indicazioni:

- le donne residenti nella provincia di Trieste mostrano una frequenza leggermente superiore (aumento del 5% statisticamente non significativo) rispetto alle donne delle altre tre provincie del Friuli Venezia Giulia o del Nord Est Italia. Gli uomini residenti nella provincia di Trieste mostrano, invece, una frequenza inferiore di quelli residenti nelle altre provincie del FVG o nelle altre regioni del Nord Est Italia (di circa il 10%);
- Nessun aumento di rischio di tumore al polmone per le donne residenti entro 800 mt dalla Ferriera rispetto alle donne residenti nell'area urbana di Trieste (24 casi osservati contro i 23 attesi in base ai tassi di incidenza dell'area urbana). Eccesso di rischio negli uomini residenti entro 800 mt dalla Ferriera rispetto ai residenti nell'area urbana di Trieste – un eccesso quantificabile in 6 casi di

tumore del polmone nel periodo 1995-2007 (68 casi osservati contro 54 attesi) che , tuttavia, non è risultato statisticamente significativo.

- La frequenza del tumore del polmone nei vari quartieri di Trieste è risultata inferiore a Servola rispetto ad altre zone sia nelle donne che negli uomini (p.es. San Giacomo).

Rispetto agli abitanti della zona urbana di Trieste, un eccesso di rischio quantificabile in meno di un caso di tumore polmonare all'anno negli uomini residenti entro gli 800 metri dalla cockeria della Ferriera di Servola, e l'assenza di rischio nelle donne, indicano un impatto molto ridotto dell'inquinamento atmosferico sul rischio di tumore del polmone nei residenti entro 800 mt dalla cockeria. Tuttavia, poiché il tumore del polmone è risultato statisticamente meno frequente negli abitanti del Carso rispetto a quelli della zona urbana (in media, 9 casi all'anno in meno), i risultati di questa indagine sembrano sostanzialmente confermare quanto osservato da Barbone e colleghi negli anni '90. Si delinea cioè, un aumento complessivo del rischio di tumore del polmone negli abitanti della zona urbana di Trieste, indipendentemente dalla distanza della residenza dalla Ferriera di Servola. Come descritto in precedenza, in aggiunta al ruolo -in questa sede non quantificato- del fumo di sigarette, i principali fattori di inquinamento ambientale sono il traffico veicolare, l'inquinamento di origine industriale e quello prodotto dal riscaldamento domestico. Eventualmente, altri studi epidemiologici potrebbero contribuire a meglio definire il ruolo di ciascuno di questi fattori di rischio nella popolazione del comune di Trieste per mettere meglio a fuoco tali cause e aggiornare gli studi di Barbone e colleghi condotti 20 anni fa negli uomini.

## 8) Riferimenti bibliografici

1-Inquinamento atmosferico e salute umana. A cura di S Baldacci, S Maio, G Viegi per EPIAIR. *Epidemiol Prev* 2008;33(6) suppl 2: 1-72).

2- Barbone F., Bovenzi M., Cavallieri F., Stanta G. Air pollution and lung cancer. *Am J Epidemiol* 1995;141:1161-9

3- Barbone F, Bovenzi M, Biggeri A, et al Comparison of epidemiologic methods in a case-control study on air pollution and lung cancer.- *Epidemiologia e Prevenzione* 1995;19;193-205

4 -Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, Bovenzi M, Stanta G. Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy: spatial analysis of risk as a function of distance from sources. -*Environ Health Perspect* 1996;104:750-754

5- Barbone F, Bovenzi M, Cavallieri F, Stanta G. Cigarette smoking and histologic type of lung cancer in Italian men. *Chest* 1997;112:1474-1479

6- Fajersztain et al, Nature Reviews –Cancer. Settembre 2013; Macmillan Publishers Limited

7- Ole Raaschou-Nielsen PhD et all. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE) *The Lancet Oncology*, Volume 14, Issue 9, Pages 813 - 822, August 2013

7- Loomis et al. The carcinogenicity of outdoor air pollution - *Lancet Oncology* Volume 14, Issue 13, December 2013, Pages 1262–1263.

8 -Regione Friuli Venezia Giulia, 2010. Piano regionale di miglioramento della qualità dell'aria.

<http://www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGLIA201/>

9- ARPA FVG, 2013. Relazione sulla qualità dell'aria a Trieste: anno 2012.

[http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/utilita/Documenti\\_e\\_presentazioni/tecnico\\_scientifiche\\_docs/Relazione\\_qualita\\_aria\\_ts\\_201](http://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/tema/aria/utilita/Documenti_e_presentazioni/tecnico_scientifiche_docs/Relazione_qualita_aria_ts_201)

## SOMMARIO

L'Osservatorio Ambiente e Salute FVG si è posto l'obiettivo di analizzare le problematiche ambientali relative al polo siderurgico localizzato nel quartiere di Servola ("Ferriera") da tre prospettive: 1) misurazioni delle emissioni della Ferriera; 2) descrizione della mortalità e incidenza di tumori nei residenti nei comuni di Trieste e Muggia in base alla distanza della loro residenza rispetto alla Ferriera; 3) studio dell'associazione tra emissioni ambientali e diffusione dei tumori nella popolazione residente nei comuni di Trieste e Muggia. Le attività relative ai punti 1 e 2 sono state concluse, mentre il punto 3 rappresenta una potenziale continuazione di quanto già fatto attraverso studi epidemiologici ad hoc. Di seguito vengono sintetizzati i principali risultati del punto 2.

### Definizioni:

- a) **Residenza:** il sistema di georeferenziazione messo a punto dal gruppo di lavoro della Direzione Centrale Salute – Osservatorio Ambiente e Salute FVG tra il 2008 e il 2011 ha permesso di associare le coordinate geografiche alla residenza di più dell'80% dei cittadini del FVG. Questo strumento è stato quindi impiegato nello studio della Ferriera di Servola, calcolando - per ciascun residente- la distanza della residenza (via e numero civico) o delle residenze, se diverse nel corso del periodo in studio, dalla Ferriera. La residenza è stata quindi usata come indicatore della esposizione ambientale alle emissioni derivanti dalla Ferriera. Ai fini della analisi epidemiologica, il Comune di Muggia è stato considerato nel suo insieme mentre il Comune di Trieste è stato diviso in sotto aree con due criteri: A) tre aree in base alla distanza delle residenze dalla Ferriera, al numero di abitanti, alla dispersione aerea degli inquinanti: area 1 (quella a massimo rischio ambientale) include le residenze entro 800 metri dal camino della Ferriera; area 2, tutta l'area urbana di Trieste; area 3, tutto il Carso (area a minor rischio ambientale rispetto alla Ferriera); B) divisione in base ai rioni di Trieste.
- b) **Esposizione ambientale:** le esposizioni ambientali a sostanze potenzialmente dannose alla salute sono solo quelle involontarie, cioè quelle a cui i cittadini non possono sottrarsi (p.es., inquinamento da traffico automobilistico, radiazioni ionizzanti, inquinamento industriale). Sono escluse le esposizioni lavorative-occupazionali, così come quelle legate a stili di vita (p.es., fumo attivo o passivo).
- c) **Sintesi dei risultati della analisi statistica:**

L'obiettivo principale di questa indagine epidemiologica di tipo descrittivo era valutare l'esistenza di eventuali differenze nei tassi di mortalità o nei tassi di incidenza dei tumori nei cittadini dei comuni di Trieste o Muggia in base alla distanza della loro residenza dalla Ferriera. A tal fine sono state condotte due analisi statistiche: 1) analisi dei dati di mortalità per gli anni 1993-2010 basata sui certificati di morte e, 2) analisi dei dati di incidenza per gli anni 1995-2007 derivanti dal registro tumori di popolazione del Friuli Venezia Giulia.

### Analisi dei dati di mortalità:

I certificati di morte sono documenti di carattere amministrativo il cui uso in indagini sanitarie presenta dei limiti metodologici di accuratezza. Nel periodo 1993-2010, la mortalità per tutte le cause nei residenti della provincia di Trieste era maggiore sia nelle donne (1837 morti annue in media per 100.000 abitanti donne) che negli uomini (1676 morti annue in media per 100.000 abitanti uomini) rispetto alle altre tre provincie del Friuli Venezia Giulia. Tuttavia, quando i tassi di mortalità venivano corretti per tener conto delle differenze di età nelle popolazioni delle quattro provincie del Friuli Venezia Giulia (è noto che a Trieste ci sono molti più anziani che nel resto del Friuli Venezia Giulia), la mortalità nella provincia di Trieste risultava simile (o leggermente inferiore) a quella delle altre tre provincie.

Lo stesso risultato è stato ottenuto per la mortalità attribuibile a tutti i tumori: i tassi non aggiustati per età erano decisamente più alti nella provincia di Trieste rispetto a Udine, Gorizia, o Pordenone mentre i tassi aggiustati per età erano o nella media regionale o inferiori.

In conclusione, l'analisi dei dati di mortalità non ha indicato per la provincia di Trieste un eccesso di mortalità rispetto alle altre provincie del Friuli Venezia Giulia quando l'invecchiamento della popolazione è stato correttamente considerato (NB: i limiti metodologici dei certificati di morte non permettono analisi più approfondite per residenza o causa di morte)

#### **Analisi dei dati di incidenza dei tumori nei comuni di Trieste e Muggia:**

- 1) **Le donne** residenti nell'area a ridosso della Ferriera (area 1) presentavano: i) un'incidenza del tumore al polmone (la sede neoplastica più sensibile agli inquinanti ambientali dell'aria) superiore alle donne residenti a Muggia o nel Carso ma identica a quella delle donne che vivevano nell'area urbana di TS; relativamente alle altre sedi neoplastiche considerate, le donne residenti nell'area 1 presentavano tassi più elevati rispetto alle donne residenti nell'area urbana o nel Carso solo per il tumore del rene – sede neoplastica per la quale i tassi erano uguali a quelli delle donne residenti nel Comune di Muggia;
- 2) **Gli uomini** residenti nell'area a ridosso della Ferriera (area 1) presentavano: i) un'incidenza del tumore al polmone (124 casi/100.000) superiore a quella registrata nell'area urbana (103 casi/100.000), nel Carso (88 casi/100.000) o nel Comune di Muggia (96 casi/100.000). Per nessuna altra sede neoplastica gli uomini residenti nell'area 1 presentavano tassi di incidenza superiori a quelli residenti nell'area urbana, nel Carso o a Muggia.
- 3) **Analisi per rioni:** l'incidenza del tumore al polmone per rioni mostrava una grande variabilità. In generale, gli abitanti del rione di Servola nel suo complesso (non solo, quindi, quelli inclusi nell'area 1) presentavano tassi di incidenza in media con quelli degli altri rioni. Negli uomini residenti a Servola, la frequenza del tumore al polmone era pari a 102/100.000 abitanti, un tasso decisamente inferiore a quello registrato a San Giacomo (118 casi/100.000) o in Città Vecchia (132 casi/100.000). In modo simile, le donne residenti a Servola presentavano un tasso di incidenza (38 casi/100.000) inferiore a quanto registrato, per esempio, nel rione di San Giacomo (49 casi/100.000) o Barriera Nuova (44 casi/100.000).

## APPENDICI

### Appendice 1

**Tabella 1:** *Popolazione media per il periodo in studio, stratificata per sesso e classi d'età quinquennali, nel Comune di Trieste*

Classi d'età	Sesso	Popolazione media	% Popolazione media
0-4	F	3295	1.5
0-4	M	3534	1.6
5-9	F	3291	1.5
5-9	M	3504	1.6
10-14	F	3282	1.5
10-14	M	3487	1.6
15-19	F	3571	1.6
15-19	M	3797	1.7
20-24	F	4483	2.0
20-24	M	4719	2.1
25-29	F	5962	2.7
25-29	M	6237	2.8
30-34	F	7274	3.3
30-34	M	7809	3.5
35-39	F	7613	3.4
35-39	M	8396	3.8
40-44	F	7464	3.4
40-44	M	8146	3.7
45-49	F	7470	3.4
45-49	M	7885	3.6
50-54	F	7652	3.5
50-54	M	7483	3.4
55-59	F	8019	3.6
55-59	M	7427	3.4
60-64	F	8070	3.7
60-64	M	7114	3.2
65-69	F	8056	3.6
65-69	M	6532	2.9
70-74	F	8156	3.7
70-74	M	5827	2.6
75-79	F	7121	3.2
75-79	M	4456	2.0
80-84	F	6103	2.8
80-84	M	3338	1.5
85+	F	9391	4.2

85+	M	5119	2.3
-----	---	------	-----

**Tabella 2:** *Popolazione media per il periodo in studio, stratificata per sesso e classi d'età quinquennali, nel Comune di Muggia*

Classi d'età	Sesso	Popolazione media	% Popolazione media
0-4	F	194	1.6
0-4	M	211	1.7
5-9	F	203	1.7
5-9	M	219	1.8
10-14	F	205	1.7
10-14	M	219	1.8
15-19	F	222	1.8
15-19	M	230	1.9
20-24	F	250	2.0
20-24	M	288	2.4
25-29	F	318	2.6
25-29	M	360	2.9
30-34	F	389	3.2
30-34	M	414	3.4
35-39	F	421	3.5
35-39	M	446	3.6
40-44	F	424	3.5
40-44	M	439	3.6
45-49	F	440	3.6
45-49	M	456	3.7
50-54	F	475	3.9
50-54	M	466	3.8
55-59	F	498	4.1
55-59	M	479	3.9
60-64	F	472	3.9
60-64	M	465	3.8
65-69	F	430	3.5
65-69	M	415	3.4
70-74	F	390	3.2
70-74	M	340	2.8
75-79	F	311	2.5
75-79	M	231	1.9
80-84	F	256	2.1
80-84	M	150	1.2
85+	F	322	2.6
85+	M	162	1.3

**Tabella 3:** Percentuale di soggetti con residenza diversa dal domicilio rispetto al totale dei cittadini del Comune di Trieste per singolo anno in studio

Anno	Residenze diverse dal domicilio	Residenze uguali al domicilio	%
1993	7288	223991	3.1
1994	7519	221829	3.3
1995	7984	221707	3.5
1996	7977	220354	3.5
1997	7738	217090	3.4
1998	7597	216066	3.4
1999	8093	218332	3.6
2000	8978	222477	3.9
2001	9852	223622	4.2
2002	10816	222649	4.6
2003	11808	222132	5.0
2004	12404	221522	5.3
2005	12447	222891	5.3
2006	12494	221446	5.3
2007	12210	221243	5.2
2008	12157	221212	5.2
2009	12610	220651	5.4
2010	12404	220712	5.3

**Tabella 4:** Percentuale di soggetti con residenza diversa dal domicilio rispetto al totale dei cittadini del Comune di Muggia per singolo anno in studio

Anno	Residenze diverse dal domicilio	Residenze uguali al domicilio	%
1993	163	11934	1.3
1994	165	11920	1.4
1995	183	11871	1.5
1996	203	11780	1.7
1997	216	11746	1.8
1998	247	11715	2.1
1999	254	11842	2.1
2000	308	12261	2.4
2001	329	12327	2.6
2002	337	12201	2.7

2003	360	12241	2.9
2004	360	12083	2.9
2005	350	12174	2.8
2006	356	12627	2.7
2007	379	12689	2.9
2008	428	12672	3.3
2009	410	12698	3.1
2010	396	12661	3.0

**Tabella 5:** Georeferenziazione dei residenti del Comune di Trieste. Percentuale di soggetti residenti georeferenziati al 1 luglio di ciascun anno di studio.

Anno      Soggetti georeferenziati (%)

1993	94.0
1994	94.0
1995	94.0
1996	94.0
1997	94.1
1998	94.1
1999	93.3
2000	92.9
2001	93.5
2002	94.0
2003	94.4
2004	94.8
2005	96.0
2006	95.9
2007	95.9
2008	96.0
2009	96.0
2010	96.0

**Tabella 6:** Percentuale di casi diagnosticati in corso di autopsie rispetto al totale dei casi incidenti di tumore per la Provincia di Trieste e per il resto del Friuli Venezia Giulia dal 1995 al 2007

Area	Casi diagnosticati in corso di autopsie	Casi non diagnosticati in corso di autopsie	%
Provincia di Trieste	1857	33303	5.3
Province di Gorizia, Pordenone, Udine	523	98952	0.5

**Tabella 7:** *Popolazione italiana registrata al Censimento ISTAT 2001, stratificata per sesso e classi d'età quinquennali*

Classi d'età	Sesso	Popolazione media	% Popolazione media
0-4	F	1274498	2.2
0-4	M	1344296	2.4
5-9	F	1303705	2.3
5-9	M	1375399	2.4
10-14	F	1364628	2.4
10-14	M	1440659	2.5
15-19	F	1445729	2.5
15-19	M	1517900	2.7
20-24	F	1685003	3.0
20-24	M	1739347	3.0
25-29	F	2108572	3.7
25-29	M	2138204	3.7
30-34	F	2260176	4.0
30-34	M	2283606	4.0
35-39	F	2309619	4.0
35-39	M	2313969	4.1
40-44	F	2040634	3.6
40-44	M	2024945	3.5
45-49	F	1889328	3.3
45-49	M	1850242	3.2
50-54	F	1954267	3.4
50-54	M	1895424	3.3
55-59	F	1704626	3.0
55-59	M	1620147	2.8
60-64	F	1807467	3.2
60-64	M	1657480	2.9
65-69	F	1653170	2.9
65-69	M	1426778	2.5

70-74	F	1574399	2.8
70-74	M	1229113	2.2
75-79	F	1373434	2.4
75-79	M	913342	1.6
80-84	F	789985	1.4
80-84	M	445332	0.8
85+	F	869522	1.5
85+	M	370799	0.7

## Appendice 2

Standardized Mortality Ratio (SMR) e relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%)

$$SMR = \frac{\sum_{anno=1993}^{2010} (\sum_{età=0}^{+85} (DECESSI OSSERVATI))}{\sum_{anno=1993}^{2010} (\sum_{età=0}^{+85} ((TASSI STD ETÀ SPEC) * (POP ETÀ SPEC)))}$$

$$IC_{SMR} 95\% = SMR \pm 1,96 * \sqrt{(SMR / (DECESSI ATTESI))}$$

Standardized Incidence Ratio (SIR) e relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%)

$$SIR = \frac{\sum_{anno=1995}^{2007} (\sum_{età=0}^{+85} (CASI INCIDENTI OSSERVATI))}{\sum_{anno=1995}^{2007} (\sum_{età=0}^{+85} ((TASSI STD ETÀ SPEC) * (POP ETÀ SPEC)))}$$

$$IC_{SIR} 95\% = SIR \pm 1,96 * \sqrt{(SMR / (CASI INCIDENTI ATTESI))}$$

Age Standardized Mortality Rate (ASR), calcolato utilizzando l'approssimazione di Poisson, e relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%)

$$ASR_{mortality} = \frac{\sum_{età=0}^{+85} \left( \left( \left( \frac{\sum_{anno=1993}^{2010} (DECESSI ETÀ SPEC)}{\sum_{anno=1993}^{2010} (POP ETÀ SPEC)} \right) * 100.000 \right) * (POP STD ETÀ SPEC) \right)}{\sum_{età=0}^{+85} (POP STD ETÀ SPEC)}$$

$$IC_{ASR} 95\% = ASR \pm 1,96 * \sqrt{\frac{\sum_{età=0}^{+85} \left( \left( \left( \frac{\sum_{anno=1993}^{2010} (DECESSI ETÀ SPEC)}{\sum_{anno=1993}^{2010} (POP ETÀ SPEC)} \right) * 100.000 \right)^2 * (POP STD ETÀ SPEC)^2 * 100.000}{\sum_{anno=1993}^{2010} (POP ETÀ SPEC)}}{\sum_{età=0}^{+85} (POP STD ETÀ SPEC)}}$$

Age Standardized Incidence Rate (ASR), calcolato utilizzando l'approssimazione di Poisson, e relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%)

$$\underline{ASR}_{incidence} = \frac{\sum_{età=0}^{+85} \left( \left( \frac{\sum_{anno=1995}^{2007} (CASI INCIDENTI ETÀ SPEC)}{\sum_{anno=1995}^{2007} (POP ETÀ SPEC)} \right) * 100.000 \right) * (POP STD ETÀ SPEC)}{\sum_{età=0}^{+85} (POP STD ETÀ SPEC)}$$

$$\underline{IC}_{ASR, 95\%} = ASR \pm 1,96 * \sqrt{\frac{\sum_{età=0}^{+85} \left( \frac{\left( \frac{\sum_{anno=1995}^{2007} (CASI INCIDENTI ETÀ SPEC)}{\sum_{anno=1995}^{2007} (POP ETÀ SPEC)} \right) * 100.000 \right)^2 * (POP STD ETÀ SPEC)^2 * 100.000}{\sum_{anno=1995}^{2007} (POP ETÀ SPEC)}}}{\sum_{età=0}^{+85} (POP STD ETÀ SPEC)}}$$

Il documento è stato redatto da

**ARPA**

Fulvio Daris

Simonetta Fuser

Alessandra Petrini

Tommaso Pinat

Dario Giaiotti

Francesco Montanari

Fulvio Stel

**DIREZIONE CENTRALE SALUTE**

Loris Zanier

Francesca Valent

Elena Clagnan

Laura Deroma

**EPIDEMIOLOGIA E BIostatISTICA CRO AVIANO/ REGISTRO TUMORI FVG**

Diego Serraino

Ettore Bidoli

Silvia Birri

**ISTITUTO DI IGIENE ED EPIDEMIOLOGIA CLINICA, DSMB UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE**

Fabio Barbone

Paolo Collarile

Anica Casetta