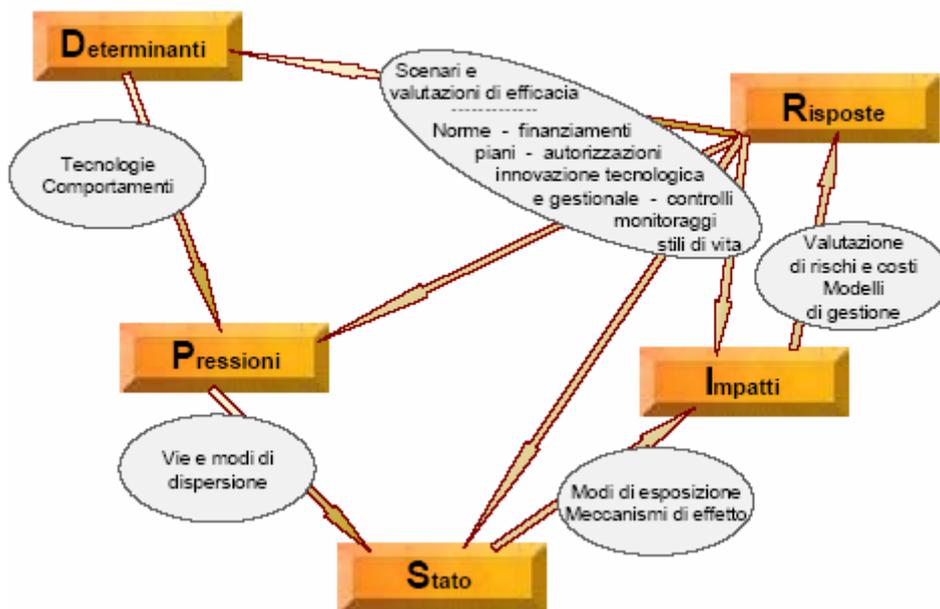


7. RIEPILOGO CRITICO DEL QUADRO CONOSCITIVO

Al fine di trasformare il *Quadro conoscitivo* in strumento di supporto alle decisioni, conviene tentarne un riepilogo critico, inclusivo sia degli aspetti caratterizzanti (e delle collegate, inevitabili lacune e questioni ancora aperte) sia delle ultime elaborazioni effettuate a seguito della maturazione di riflessioni su quanto sinora pubblicato.

Fig. 7.1: Il modello DPSIR: elementi e relazioni.



La logica che sottende il quadro conoscitivo è quella propria del modello concettuale DPSIR (*determinanti, pressioni, stato, impatti, risposte*) o, meglio ancora, di quello analogo sviluppato nell'ambito dell'*Organizzazione Mondiale della Sanità*, il modello DPSEEA (*determinanti, pressioni, stato, esposizione, effetti* cioè impatti, *azioni* cioè risposte), che vuole mettere in risalto il ruolo dei modi espositivi nel determinare l'entità delle conseguenze di una qualità ambientale alterata in un dato 'luogo'.

L'elevata capacità semplificatoria della modellizzazione proposta comporta pregi e difetti. Da un lato, si riescono a sistematizzare le informazioni, con vantaggi in termini di chiarezza, ordine e una qualche completezza d'insieme del quadro concettuale; dall'altro, si rischia di fare impropriamente apparire come troppo 'lineari' le relazioni tra i singoli elementi, cancellando invece mancanze, contraddizioni e soprattutto dettagli che possono influire sulla comprensione dei fenomeni e sul conseguente percorso valutativo-decisionale. I vantaggi superano però gli svantaggi, per cui appare opportuno correre il rischio di sbagliare semplificando.

7.1 Impatti (sanitari e d'altro tipo)

Dettagliando il modello concettuale, è bene che siano gli *impatti (effetti)* a costituire il reale punto di partenza di un discorso che punti a circoscrivere le principali criticità. Le conoscenze attuali, unite alla disponibilità di affidabili strumenti di monitoraggio ambientale, portano a individuare alcuni inquinanti come al momento i più utilizzabili ai fini del citato percorso di valutazione: si tratta del *particolato sospeso* (cui sono legati alcuni microinquinanti molto significativi sotto il profilo tossicologico: *metalli pesanti, diossine e furani, PCB e IPA*), degli *ossidi di azoto*, degli *ossidi di zolfo*, delle *sostanze organiche volatili* (tra cui il *benzene*) e dell' *ammoniaca*.

I limiti normativi alle *immissioni* sono principalmente (ancorché non esclusivamente) basati sulla protezione della salute umana. Per tale motivo sarà qui in prevalenza



Fig. 7.2 Esempio di effetti fogliari dell'ozono.

sviluppata un'analisi degli impatti di tipo sanitario piuttosto che di quelli relativi alle condizioni d'integrità

funzionale e strutturale di altre componenti biotiche (fauna e flora) e

abiotiche (materiali) presenti nell'ambiente. In tempi recenti, comunque, sforzi sempre maggiori si stanno rivolgendo a delineare e circostanziare anche quest'ultimo tipo di effetti, diretti o meno, collegati a specifiche pressioni locali o, al contrario, a fenomeni dalla valenza che può andare ben oltre la macroscale (si pensi, per esempio, alla *acidificazione delle precipitazioni atmosferiche*, all'aumento del *carico trofico* da queste mediato, all'*effetto serra* e al

consumo di ozono stratosferico).

In ogni caso, parlando d'impatti soprattutto (ma non solo) sanitari, va ribadito come sia **decisamente semplicistico collegare l'entità di un determinato effetto, osservabile in una porzione più o meno ampia di territorio, ad una sola causa**: non di rado valgono infatti, purtroppo, le regole dell'*aspecificità* e della *multifattorialità*, che spesso mettono in gioco simultaneamente sia inquinanti atmosferici diversi presenti in ambiente esterno (*outdoor*) sia altre forme d'inquinamento, comprese, nel caso per esempio della salute umana, quelle proprie di ambienti di lavoro e di vita (ambienti *indoor*) o derivanti da specifici stili di vita e abitudini voluttuarie individuali (ad esempio,



Fig.7.3 Duomo di Ferrara prima del restauro - *Eletto*.
Foto fornita da *Ferrariae Decus*,

il fumo di tabacco). Va, d'altro canto, considerata l'alta probabilità di interazioni (anche di 'tipo moltiplicativo') tra fattori di rischio diversi.

In ogni caso, che ci sia relazione tra inquinamento atmosferico e rischi anche gravi per la salute umana è ormai fatto assodato. Sotto il **profilo epidemiologico-sanitario**, conviene tralasciare le peculiarità tossicologiche di ciascuna delle sostanze sopra citate e, piuttosto, concentrarsi sulle più importanti relazioni esistenti tra alcuni effetti e l'inquinamento atmosferico (di qui in poi inteso sempre come inquinamento *outdoor*) preso nel suo complesso. L'indicatore ambientale su cui oggi si punta di più l'attenzione è costituito dal *particolato atmosferico* (PM), segnatamente nella sua componente con diametro aerodinamico estremamente basso (dai 10 micron in giù).

L'interesse per il PM10, inquinante in parte primario e in parte secondario, appare fondato. In carenza di informazioni sufficienti (come oggi avviene) per una *stima di impatto* che sommi gli effetti di singoli inquinanti senza condurre a sovrastime abnormi, risulta preferibile utilizzare un solo indicatore d'inquinamento, purché esso abbia due caratteristiche: una forte evidenza epidemiologica di effetti sulla salute e una misura della funzione di rischio. Entrambe le citate caratteristiche appaiono sufficientemente soddisfatte nel caso del PM10, che quindi, sotto il profilo epidemiologico, può venire assunto come indicatore-base per la stima di effetti sanitari da inquinamento atmosferico *tout court*, con un'unica, sostanziale eccezione: gli effetti dell'inquinamento da *ozono*, inquinante tutto secondario legato a meccanismi prevalenti nei mesi caldi dell'anno, vanno certamente computati a parte.

Per la verità alcune questioni restano aperte.

La prima questione riguarda il fatto che il **gradiente spaziale** dei vari inquinanti nell'aria non è lo stesso per tutti, ciò potendo influire sulla rilevabilità degli impatti in luoghi diversi. Si va dal gradiente bassissimo dell'*ozono* (il cui inquinamento riguarda amplissime aree di territorio con una forte omogeneità spaziale di valori) al basso gradiente del PM10, a quello medio del *biossido di azoto* (NO₂) e a quello alto del

Fig. 7.4: O₃. Giorno-tipo. Dati 2005.

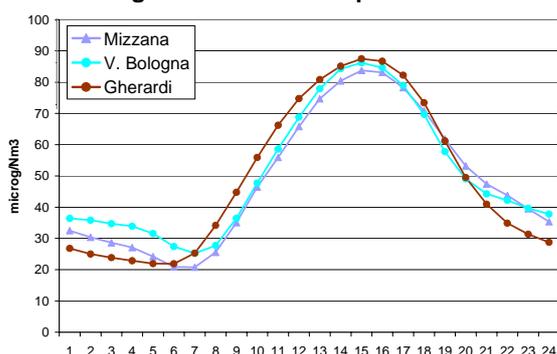
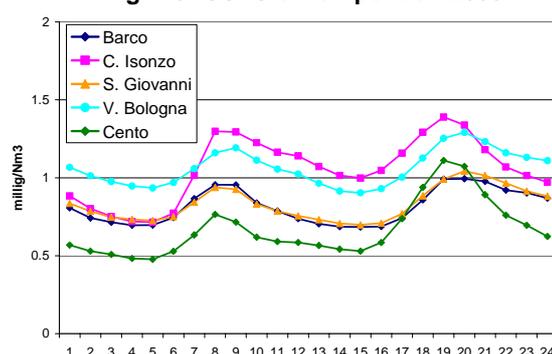
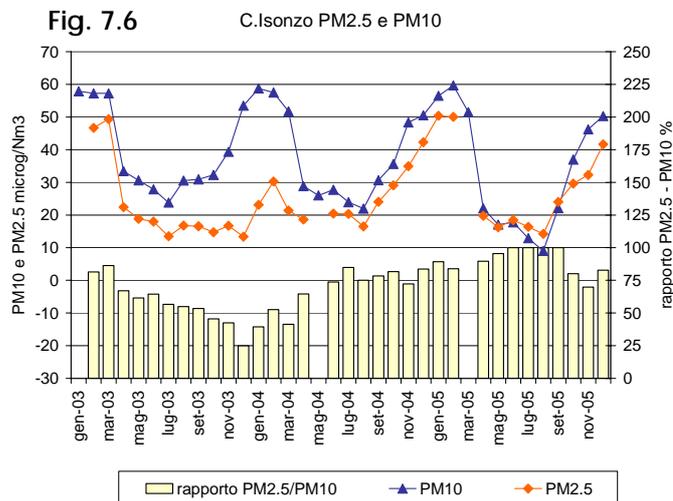


Fig. 7.5: CO. Giorno-tipo. Dati 2005.



benzene (d'origine quasi esclusiva veicolare) e del *monossido di carbonio*. Tanto per esemplificare, per questi due ultimi è comune osservare, a differenza di altri inquinanti, una considerevole variazione di concentrazioni in relazione alla distanza dalle sorgenti



emissive e una forte concomitanza temporale con il funzionamento delle stesse.

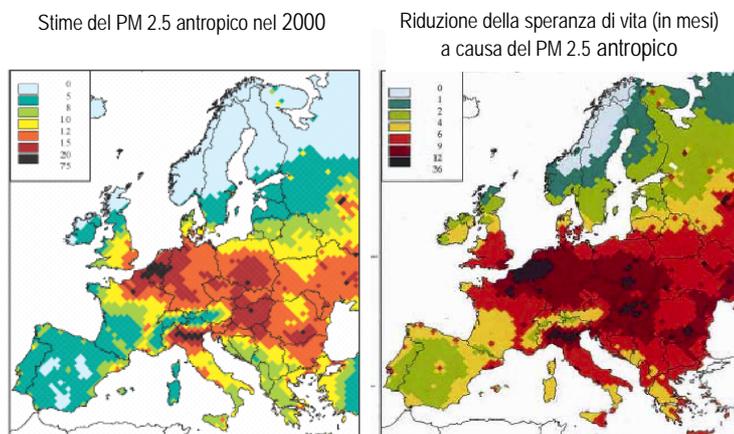
La seconda questione riguarda la correlazione tra patologie ed esposizione a specifiche componenti granulometriche del PM10, in funzione della loro massa, numero e composizione chimica. La frazione PM2.5,

ritenuta oggi probabilmente meglio correlabile con alcuni degli indicatori sanitari, non è ancora misurata in modo sufficiente, a Ferrara come altrove, né sotto il profilo spaziale né sotto quello temporale, poiché è recentissima la disponibilità di specifici strumenti di monitoraggio certificati a presidio e garanzia di un'affidabilità e omogeneità dei dati. Va tenuto presente che la frazione PM2.5 è quella che ha tempi di residenza nell'atmosfera più lunghi e può, quindi, disperdersi su raggio anche molto ampio.

Per procedere nella disamina degli effetti, si può fare riferimento ai principali tra gli indicatori sanitari, desunti dalla letteratura disponibile ed applicati alla realtà provinciale ferrarese.

Un primo indicatore sanitario è quello rappresentato dalla **riduzione della speranza di vita alla nascita attribuibile all'inquinamento**: si tratta dell'indicatore che in maniera complessiva e concreta può rendere visibile il danno prodotto dalla persistenza dell'inquinamento atmosferico.

Fig. 7.7: PM2.5 e speranza di vita. (CAFE 2005)



PROVINCIA DI FERRARA
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

In letteratura (Rapporto CAFE 2005, *Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe Programme*) è possibile rinvenire un importante lavoro di calcolo del citato indicatore sanitario in Europa in dipendenza delle concentrazioni stimate di PM2.5. Nello specifico, con l'inquinamento da PM2.5 riferito all'anno 2000, si è calcolato che la vita di ogni persona all'interno dell'Unione europea sia accorciata in media di 8.6 mesi e in Italia di 9 mesi (+6% rispetto al valore europeo). L'applicazione in provincia di Ferrara, per il 2002, di un metodo di stima analogo (*AirQ*¹) ha portato all'evidenza di una diminuzione della speranza di vita alla nascita a causa dell'inquinamento atmosferico pari a circa 1.2 anni (per confronto, nel 2003 Bologna presentava una diminuzione pari a 1.1 anni).²

Un secondo gruppo di indicatori è costituito dai **tassi di ricovero per malattie cardiovascolari** e dai **tassi di ricovero per malattie respiratorie**. Senza voler trarre conclusioni affrettate, che solo un'analisi più accurata può generare, si possono riportare i risultati di alcune elaborazioni locali: nel primo caso (che si riferisce a indicatore ritenuto oggi utile nella valutazione degli effetti di esposizione a PM2.5) si trova che i tassi provinciali di ospedalizzazione per cardiopatia ischemica del 2004 e del 2005 sono stati superiori a quelli regionali, mentre nel secondo caso si evidenziano invece tassi che, in provincia di Ferrara, si sono mantenuti per molti anni inferiori a quelli della regione presa nel suo complesso. Si stima, che nella situazione epidemiologica della città di Ferrara, all'inquinamento dell'aria si possano attribuire circa il 3.0% dei ricoveri per malattie cardiovascolari di tipo ischemico e il 2.7% dei ricoveri per malattie

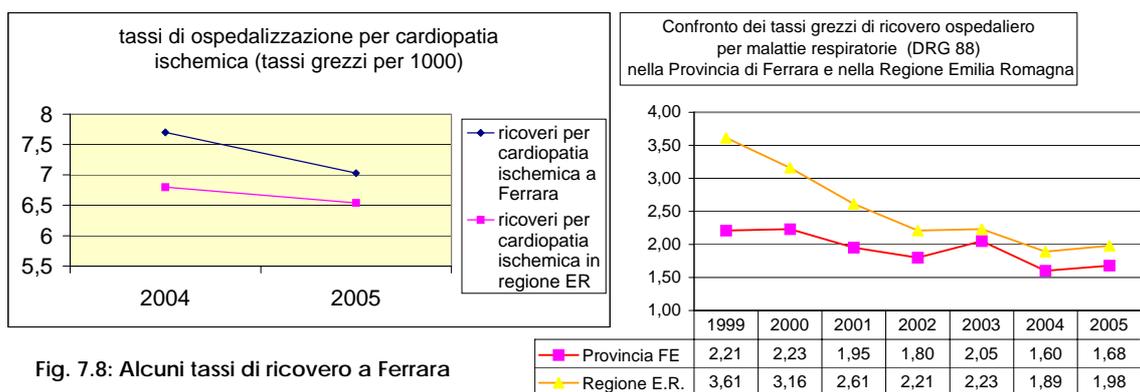
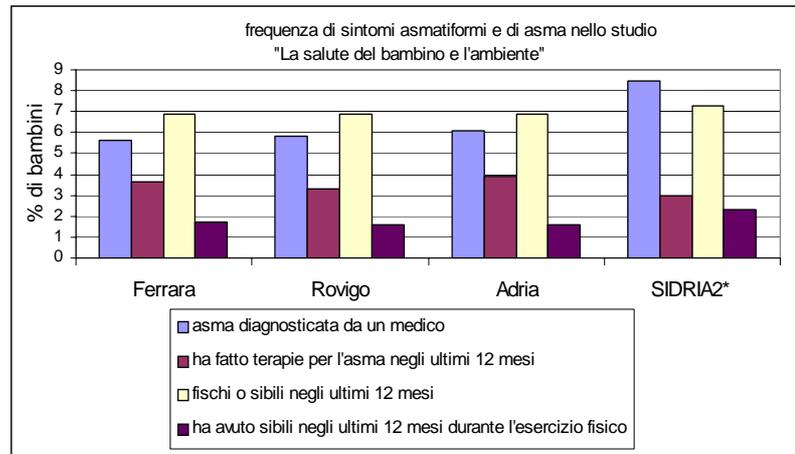


Fig. 7.8: Alcuni tassi di ricovero a Ferrara

¹AIRQ (*Air quality health impact assessment*) è un software prodotto e distribuito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità: consente di effettuare la stima degli effetti a breve e a lungo termine dell'inquinamento atmosferico, utilizzando i dati ambientali ed epidemiologici delle singole città.

² Il dato va letto così: un bambino nato nel 2002 a Ferrara avrebbe avuto una speranza di vita di 81.6 anni. Di questi però 1.2 anni (con intervallo di confidenza 0.3-2.1) sarebbero da ritenersi perduti a causa dell'esposizione ai livelli di inquinamento da PM2.5 (stimato come quota fissa, 70%, del PM10) superiori a 15 microg/m3, presenti nel 2002 e per convenzione considerati invariati per tutta la sua vita futura.

Fig. 7.9: Asma a Ferrara.



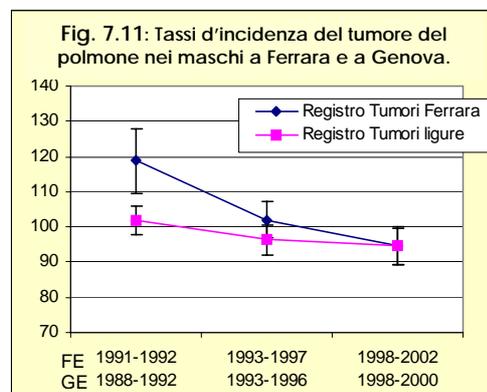
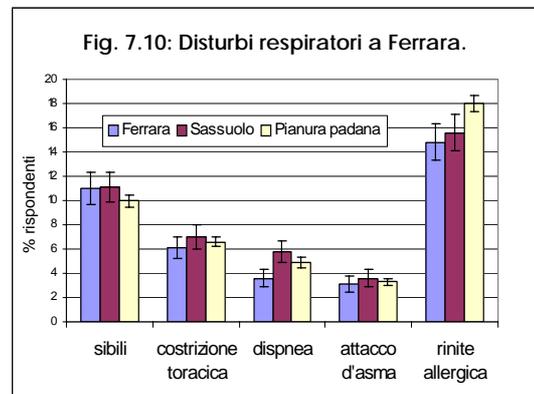
respiratorie (pari rispettivamente a circa 25 e 34 ricoveri/anno).

All'interno della tematica delle patologie respiratorie trova posto un indicatore di effetto acuto, la **frequenza di sintomi asmatici**, per il quale gli studi a oggi disponibili evidenziano analogie di distribuzione tra la provincia di Ferrara e altri territori, analogie vevolei sia per l'età infantile che per quella adulta.

L'associazione dell'asma con l'inquinamento atmosferico è complessa. L'insieme delle osservazioni epidemiologiche escluderebbe un ruolo causale dell'inquinamento atmosferico sull'inizio dell'asma. Esistono invece prove convincenti che l'aumento dell'inquinamento può scatenare crisi asmatiche in persone già malate di asma bronchiale. Si stima che, nella situazione epidemiologica del capoluogo ferrarese, all'inquinamento dell'aria siano attribuibili circa l'1.5% degli attacchi d'asma negli adulti e circa il 15% degli attacchi d'asma nei bambini.

Un altro, importante, indicatore sanitario è costituito dal **tasso d'incidenza di tumori polmonari**, ancora oggi, nei maschi ferraresi, il più elevato fra quelli riportati dai *Registri tumori* delle province italiane in cui tale *Registro* è stato attivato.

Senza nulla togliere a considerazioni riguardanti la relazione con l'inquinamento atmosferico, vale comunque la pena sottolineare come il fumo di



tabacco sia senza dubbio considerato il principale fattore di rischio per la patologia in questione. L'incidenza nei maschi appare sostanzialmente stabile nel tempo, mentre è in lieve aumento nelle femmine, probabilmente per l'effetto della loro crescente esposizione al fumo di tabacco negli ultimi decenni.³

Il grafico di figura 7.11 riporta l'andamento temporale dell'incidenza di tumore del polmone nei maschi a Ferrara. Per confronto sono riportati i dati del Registro tumori di Genova che presenta valori tra i più alti nei Registri tumori italiani, vicini ai dati ferraresi. Le linee verticali rappresentano gli *intervalli di confidenza*. L'incidenza nei maschi mostra un accenno verso la diminuzione.

Ulteriori indicatori sono rappresentati dai tassi di mortalità.

Il **tasso di mortalità per malattie cardiovascolari** mostra un andamento in apparente diminuzione sia nella regione Emilia Romagna che, con valori

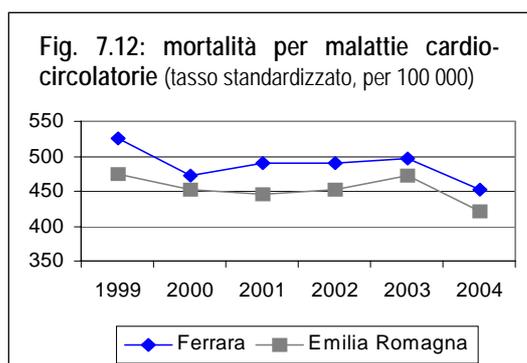
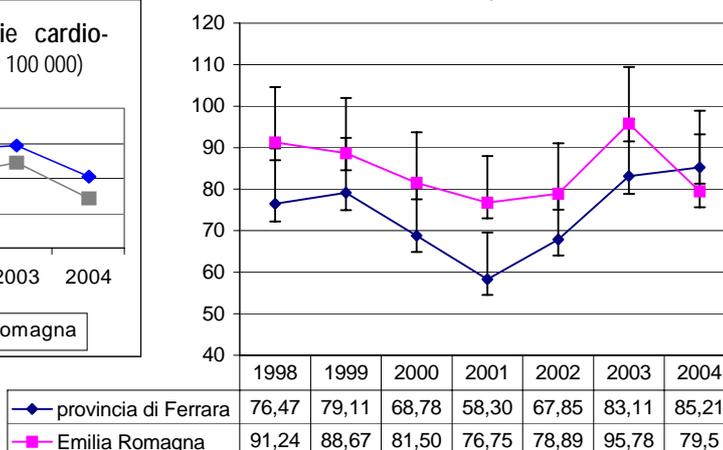


Fig. 7.13: mortalità per malattie respiratorie nei maschi (tasso standardizzato, per 100 000)



costantemente più alti, nella provincia di Ferrara. Si stima che nella situazione epidemiologica di Ferrara, sia attribuibile all'inquinamento atmosferico (rappresentato dall'indicatore PM10) circa il 2.7% della mortalità cardiovascolare.

Il **tasso di mortalità per malattie respiratorie** a Ferrara è risultato, fra il 1998 e il 2003, inferiore a quello regionale; solo nel 2004 sembra essersi verificata un'inversione di tendenza. Si stima che nella situazione epidemiologica del capoluogo ferrarese, sia

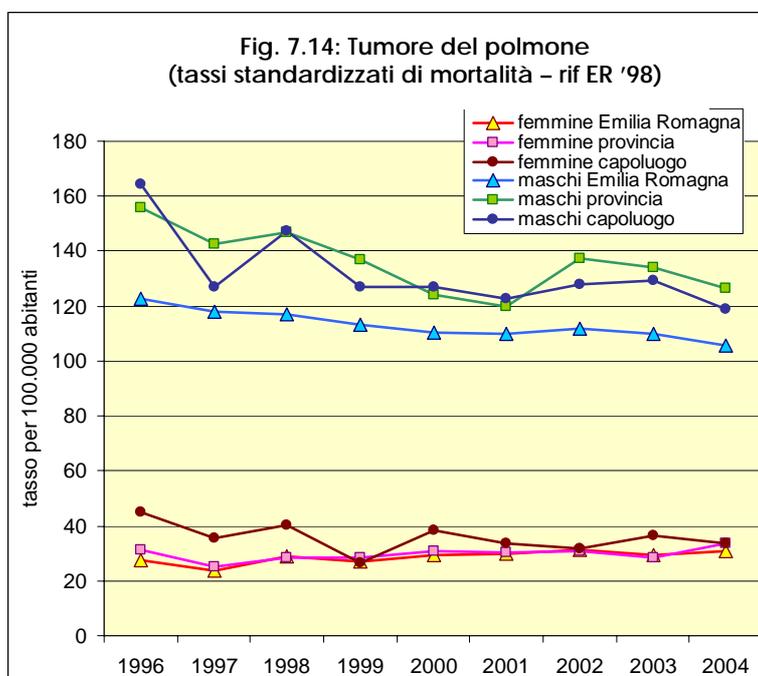
³ Secondo la recente rilevazione campionaria "In linea con la salute" (consultabile sul sito www.ausl.fe.it), in provincia di Ferrara i fumatori sono in diminuzione: attualmente fuma il 24,7% dei ferraresi contro il 31% rilevato nel 1996. Per confronto, una recente indagine regionale (PASSI) ha rilevato il 28% di fumatori in Emilia Romagna. I fumatori maschi sono il 28,6% (nell'indagine regionale appena citata i maschi fumatori sono il 31%). Nella valutazione dell'alta presenza di tumore del polmone è da tener presente la stima che nel primo dopoguerra abbia fumato circa l'80% degli uomini ferraresi.

attribuibile all'inquinamento atmosferico circa il 4% della mortalità per malattie respiratorie.

Quanto al tasso di mortalità per tumori polmonari, si osserva una differenza cospicua e costante (in più) nel numero di maschi colpiti in provincia di Ferrara rispetto alla regione.

L'andamento temporale del tasso nei maschi è sostanzialmente stabile da almeno un ventennio, con una lieve tendenza alla diminuzione, più evidente nelle persone fino ai 65 anni.

Al fine di leggere correttamente la situazione epidemiologica del tumore del polmone a Ferrara, vale la pena esplicitare due considerazioni.

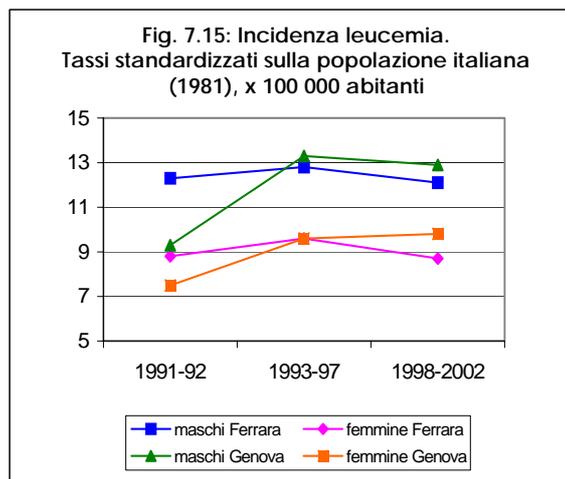


In primo luogo, fra i tumori al polmone che si manifestano, c'è da chiedersi quanti casi siano attribuibili all'inquinamento atmosferico. Autorevoli studiosi in una recente pubblicazione (P.Boffetta e F.Nyberg, IARC, *Contribution of environmental factors to cancer risk*, 2003) riportano stime che fanno l'inquinamento *outdoor* responsabile di circa il 3,6% dei tumori del polmone osservati nell'Unione Europea.

In secondo luogo, bisogna considerare quale sia il tempo di latenza dei tumori polmonari. Si è stimato che tale periodo sia decisamente lungo: occorrono venti-trenta anni dall'esposizione a fattori di rischio prima che si abbiano manifestazioni riferibili al tumore. In tal senso i casi di tumore rilevati oggi si riferirebbero ad agenti causali (fumo di tabacco, sostanze cancerogene presenti negli ambienti di vita e di lavoro, inquinamento atmosferico) avvenute intorno agli anni ottanta.

Restando nell'ambito delle patologie tumorali, v'è da spendere qualche parola anche per il **tasso d'incidenza per leucemie**, riportato dalla letteratura in riferimento al rischio, limitato ma non trascurabile, di ammalare per esposizione *outdoor* a benzene. Secondo l'Istituto Superiore della Sanità, il rischio di contrarre la malattia per i bambini che vivono in aree trafficate (circa 5000 veicoli al giorno) è circa 2.7 volte più alto di quello di bambini residenti in zone poco trafficate (circa 500 veicoli al giorno).

I dati del Registro Tumori di Ferrara mostrano un andamento stazionario. In analogia a quanto fatto per il tumore al polmone, si propone qui un confronto con il Registro Tumori di Genova, che mostra come i valori siano pressoché sovrapponibili.



7.2 Qualità dell'aria ed esposizione a inquinamento atmosferico

Restando agganciati alla modellizzazione concettuale scelta come riferimento, per quel che riguarda l'*esposizione* e lo *stato*, una loro analisi, finalizzata a giudizi di opportunità circa necessità ed estensione spazio-temporale di eventuali interventi, va fatta ragionando per inquinante, per concentrazioni misurate o stimate, per luoghi e stagioni di emissione e per densità di soggetti/oggetti esposti.

Nello specifico, quanto all'*esposizione*, si deve ricordare come essa costituisca, in termini generali, l'elemento che fa da anello di congiunzione tra determinati impatti e, nel nostro caso, la qualità dell'aria ambiente: **attenzione particolare (segnatamente quando si ha a che fare con inquinamenti a gradiente spaziale medio-alto) va posta sulle aree ad elevata densità abitativa e sui luoghi con soggetti/oggetti particolarmente sensibili/vulnerabili** (es.: alcune fasce d'età, *habitat* naturali peculiari, beni architettonici). Va anche considerato come si debbano sempre tenere rigorosamente distinti gli effetti a breve termine da quelli che compaiono dopo mesi/anni dall'esposizione.

Quanto allo **stato** (la qualità dell'aria), va ricordato che:

a) l'esistenza di *limiti* imposti da norme vigenti non riguarda tutte le forme d'inquinamento atmosferico considerate in qualche modo significative dalla letteratura scientifica;

b) il rispetto dei limiti di legge esistenti è ovviamente da intendersi come linea operativa e non come garanzia di assenza di effetti al di sotto di essi;

c) non sempre sono fattibili o sufficientemente rappresentative misure dirette di concentrazione;

d) in virtù di quanto sopra e al fine di facilitare una valutazione della qualità dell'aria nella più ampia parte del territorio, la norma attuale consente, anzi sostiene, il ricorso a *stime* (come quelle basate su campagne di misura di breve durata o su applicazioni modellistiche) in affiancamento o sostituzione delle misure dirette.

7.2.1 Qualità dell'aria: PM10

Gli elementi più importanti da prendere in considerazione sono: la stagionalità (in cui risultano **decisamente più critici i mesi freddi**) e la distribuzione spaziale, che vede uno 'zoccolo' espositivo che si spalma su ampia scala e sul quale s'innestano variazioni locali. Tali variazioni si configurano come **differenze apprezzabili fra ambito urbano e ambito rurale di fondo e, meno, fra ambiti urbani diversi**; all'interno dell'ambito urbano dell'agglomerato (città di Ferrara, inclusiva delle sue componenti industriali) le differenze sono minime, mentre non si hanno elementi di valutazione accurata sugli ambiti peri-urbani. In termini espositivi, gioca ovviamente un ruolo chiave la densità di popolazione in ciascuno degli ambiti qui citati.

Fig. 7.16: PM10. Ferrara 2005.

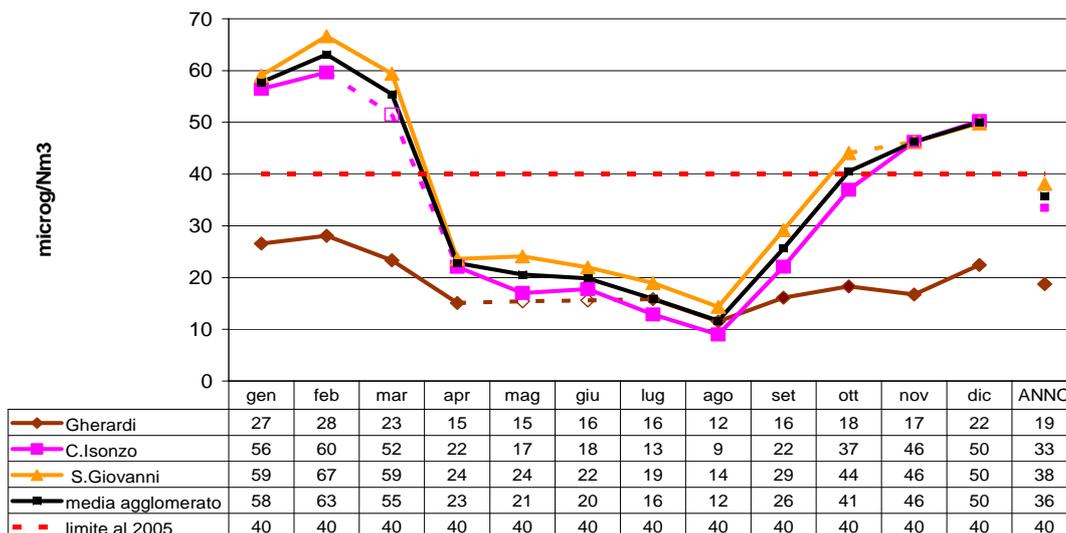
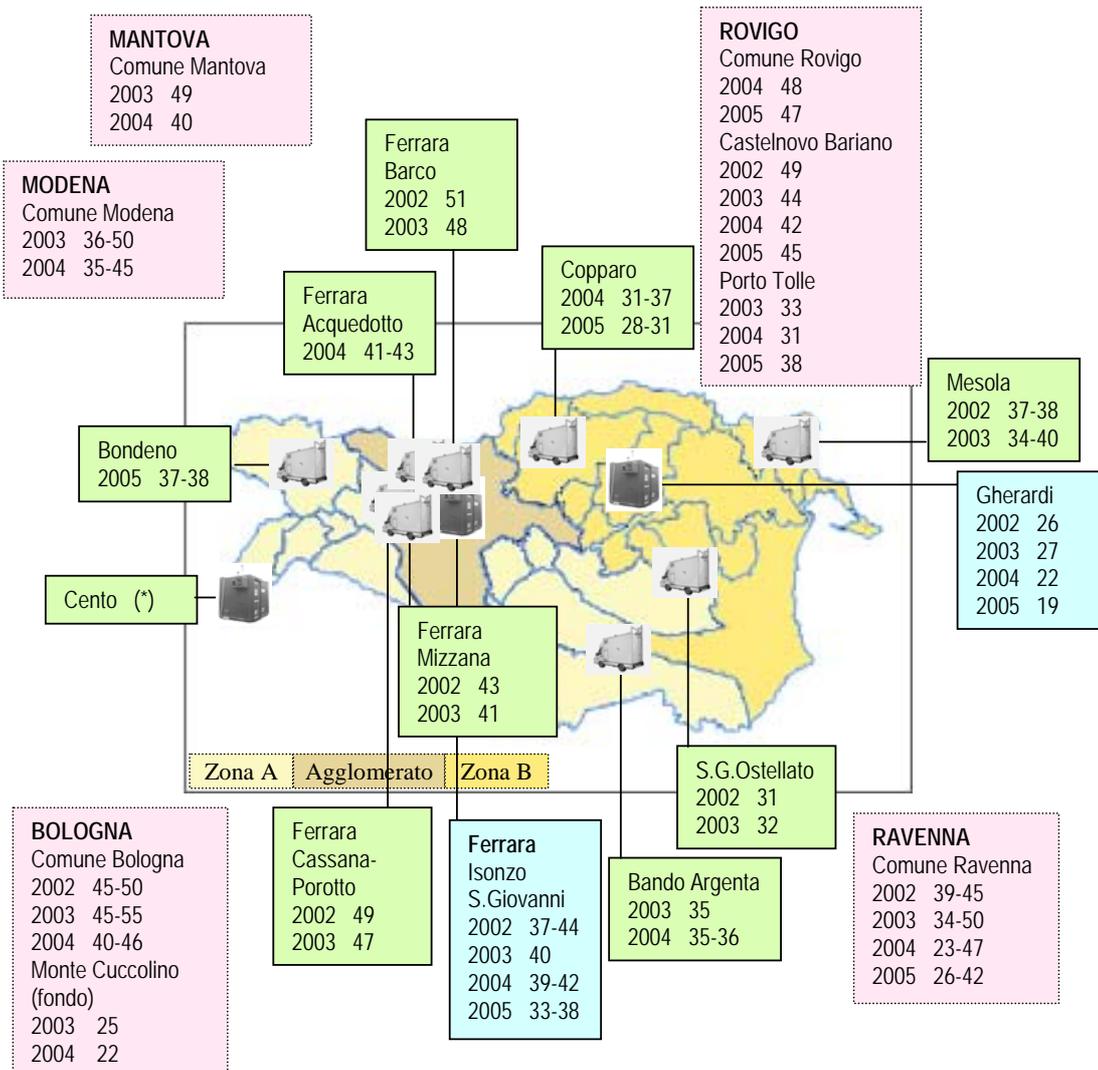


Fig. 7.17: PM10
Medie annuali (microg/Nm³), calcolate da misure (stazioni fisse) o stimate (da campagne con mezzo mobile).

(*) Per Cento manca una stima della media annuale: i valori misurati durante la campagna con Mezzo mobile nell'ottobre 2002 sono risultati sovrapponibili a quelli delle stazioni di Ferrara (Isonzo e S.Giovanni).



In ogni caso, senza nulla togliere all'esistenza di criticità strettamente locali (in funzione di eventuali rilasci in atmosfera particolarmente intensi o in occasione di eventi meteorologici particolarmente sfavorevoli), **l'inquinamento da PM10 costituisce fenomeno d'ampiezza addirittura sovra-regionale, con significativi superamenti invernali dei limiti di legge, a Ferrara come in tutta la pianura padana.**

In virtù della fondamentale influenza della meteorologia, in ciò vengono a giocare sicuramente un ruolo di non poco conto la persistenza ambientale e la circolazione del particolato, così come la generazione della quota di tipo secondario, che può avvenire a distanze anche considerevoli dalle sorgenti emissive.

7.2.2 Qualità dell'aria: biossido di azoto

Il biossido di azoto (NO₂) è forse l'inquinante attualmente più monitorato, in provincia di Ferrara come altrove. Ai pari di altri inquinanti, gli elementi più importanti da prendere in considerazione a fini valutativi sono: la stagionalità (che vede **più critici i mesi freddi**) e la distribuzione spaziale.

Il gradiente spaziale del biossido di

Fig. 7.18: NO₂ Giorno tipo. Ferrara

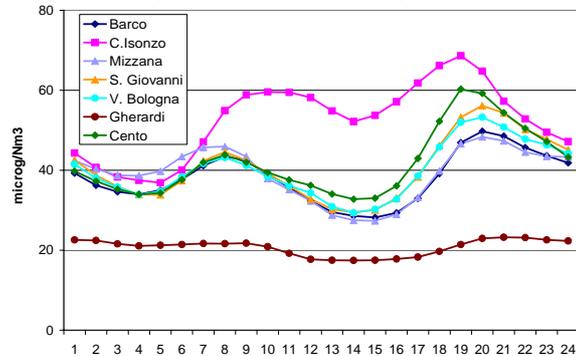
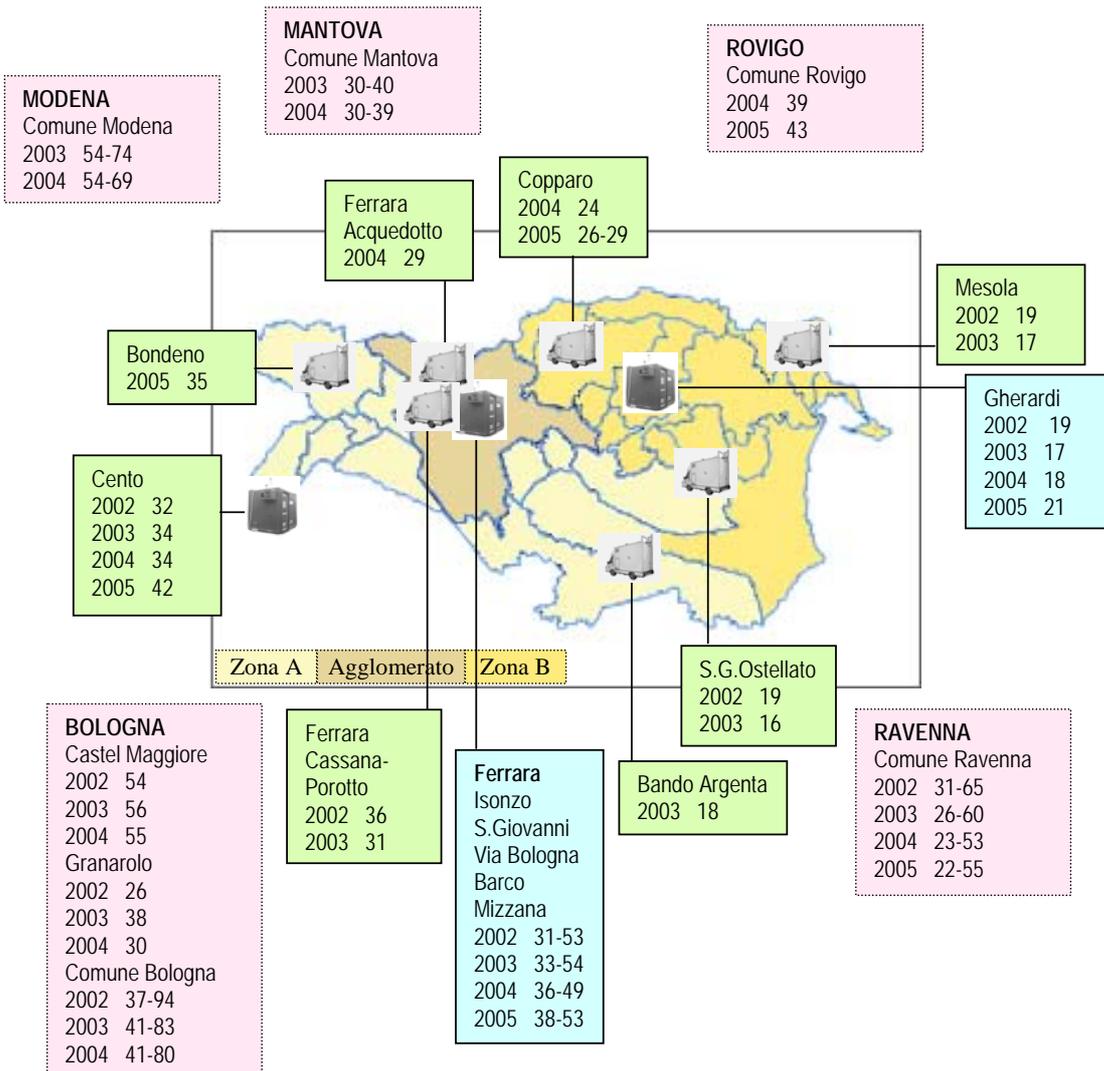


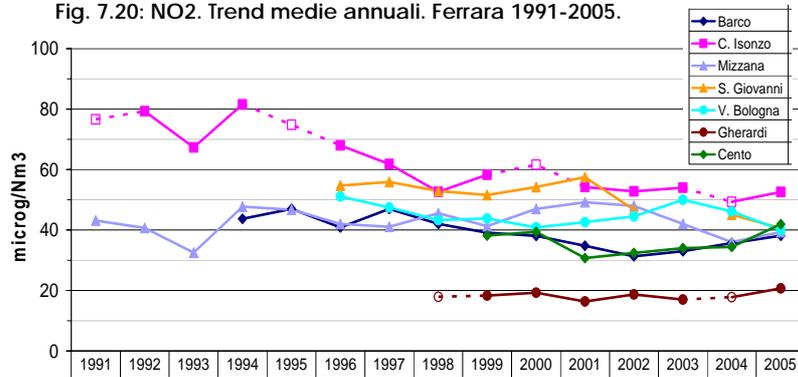
Fig. 7.19: NO₂ Medie annuali (microg/Nm₃), calcolate da misure (stazioni fisse) o stimate (da campagne con mezzo mobile).



azoto risulta medio-basso, come dimostra la rappresentazione del *giorno-tipo* con l'evidente influenza del traffico veicolare. In ogni caso, sullo 'zoccolo' espositivo s'innestano variazioni, molto bene apprezzabili, correlate con l'entità delle pressioni presenti localmente.

L'inquinamento da NO₂ costituisce comunque fenomeno critico d'ampiezza sovra-regionale. In relazione ai limiti di legge, la situazione ferrarese risulta

Fig. 7.20: NO₂. Trend medie annuali. Ferrara 1991-2005.

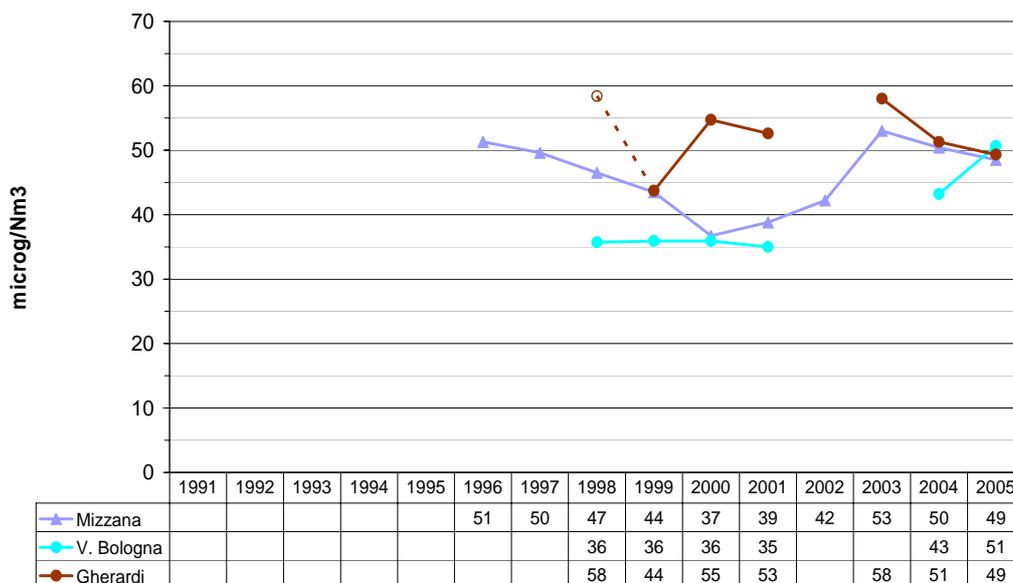


migliorata negli ultimi anni: all'assenza recente di superamenti fanno purtroppo da contrappeso valori medi annuali attestati intorno al limite (o anche superiori nelle zone più trafficate), con un andamento complessivamente stazionario.

7.2.3 Qualità dell'aria: ozono

L'ozono (O₃) è inquinante tutto secondario, che si forma in atmosfera a seguito di

Fig. 7.21. O₃. Trend medie annuali 1991-2005.



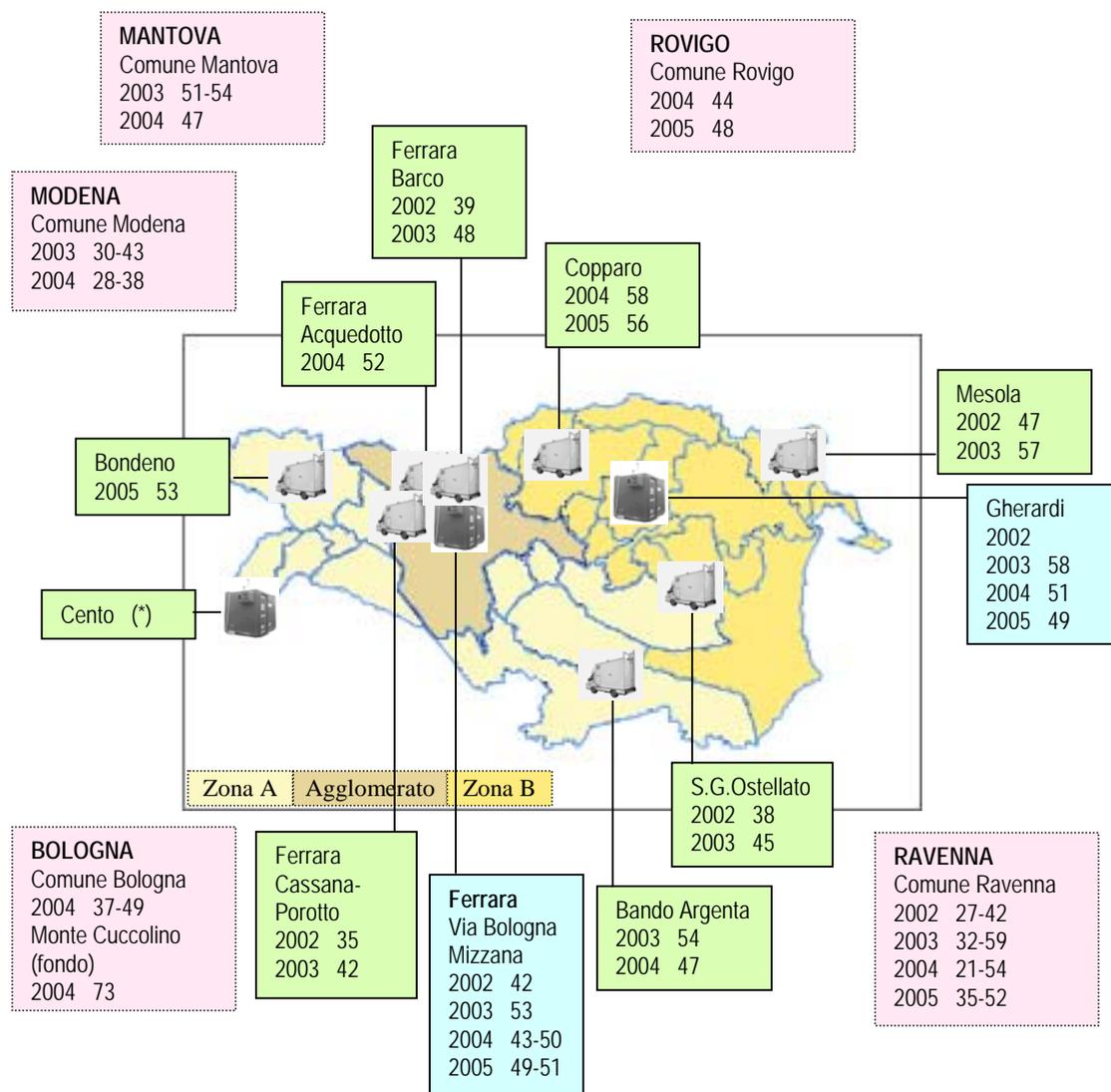
complesse reazioni chimiche sotto l'influenza della radiazione solare. Tra i suoi precursori si trovano sia svariate *sostanze organiche volatili* sia gli *ossidi di azoto*; la sua generazione solitamente avviene a distanza dai luoghi di emissione di tali sostanze.

Ai fini della interpretazione dei monitoraggi va tenuto presente che *a)* trattandosi d'inquinante fotochimico, **i valori massimi di concentrazione si rilevano nei mesi caldi e nelle ore di maggior soleggiamento**, *b)* vi è una sorta di competizione tra O₃ e NO₂ (anch'esso in gran parte secondario) per cui, in un sito di misura, a valori maggiori dell'uno corrispondono in qualche modo valori minori dell'altro.

L'inquinamento da ozono è su scala estremamente ampia. A Ferrara, come altrove, sono presenti, già dalla tarda primavera e per tutta l'estate, numerosi superamenti dei limiti di legge. Le medie annuali mostrano oscillazioni che non alterano la sostanziale stazionarietà del *trend*.

Fig. 7.22: O₃
Medie annuali (microg/Nm³), calcolate da misure (stazioni fisse) o stimate (da campagne con mezzo mobile).

(*) Per Cento manca una stima della media annuale: i valori misurati durante la campagna con Mezzo mobile nell'ottobre 2002 sono risultati sovrapponibili a quelli delle stazioni di Ferrara (Via Bologna e Mizzana).



7.2.4 Qualità dell'aria: benzene e altri idrocarburi aromatici

Il *benzene* è idrocarburo aromatico dotato di potere cancerogeno accertato ed è di origine quasi esclusivamente veicolare (dalla benzina).

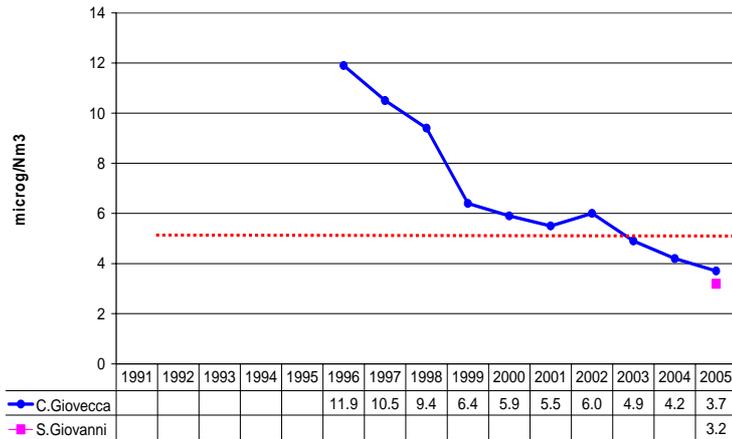
Insieme con altri idrocarburi aromatici (*toluene, xileni ed etilbenzene*), anch'essi collegati a emissioni veicolari (oltre che a emissioni industriali e artigianali di rilievo) il benzene viene monitorato regolarmente in Corso Giovecca da molti anni con metodo di campionamento manuale, mentre dal 2005 è attiva anche una stazione automatica in Piazzale S.Giovanni.

Altre importanti misure sono condotte in occasione delle campagne con *Mezzo*

mobile e, soprattutto, di specifiche campagne autunnali di rilevazione dell'inquinamento da traffico, rappresentative dell'inquinamento annuale in una trentina di punti della città di Ferrara.

Al benzene è collegato uno specifico limite di legge, che entrerà in vigore nel 2010, ma che appare già rispettato in Ferrara nella quasi totalità dei siti monitorati.

Fig. 7.23: Benzene. Medie annuali. 1996-2005

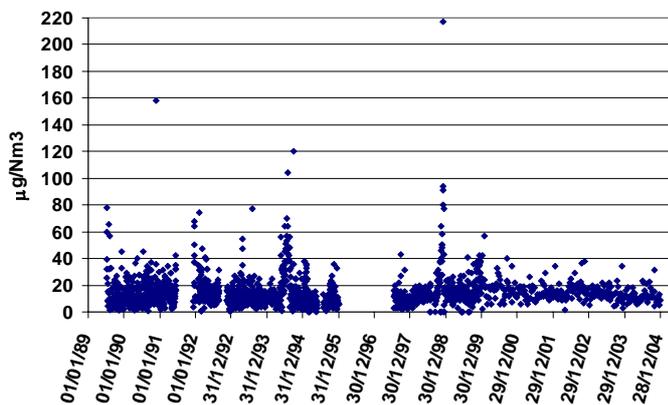


7.2.5 Qualità dell'aria: ammoniaca

L'*ammoniaca* (NH₃) è inquinante generato da fonti diverse (quali agricoltura, industria e traffico veicolare) e implicato in processi di formazione di particolato secondario (in combinazione con nitrati e solfati originati dai rispettivi ossidi) e di precipitazioni atmosferiche eutrofizzanti.

Non esistono limiti di legge per la sua concentrazione in aria. A Ferrara il suo monitoraggio,

Fig. 7.24: Ammoniaca. Mizzana-Ferrara. 1989-2004.



effettuato a Mizzana, è stato voluto in virtù della presenza di produzioni di urea e di ammoniacca all'interno del *Polo chimico* ed avviene dal 1989.

I valori riscontrati risultano stabili ormai da moltissimi anni. Solo di recente si è provveduto ad avviare qualche rilevazione in punti diversi del territorio (nella città di Ferrara e a Gherardi): i risultati, per nulla conclusivi, mostrano forti analogie con il monitoraggio di Mizzana.

7.2.6 Qualità dell'aria: altri inquinanti

Per il ***monossido di carbonio*** (CO), a Ferrara non si hanno problemi di superamento dei previsti limiti di legge. L'inquinante, ad alto gradiente spaziale, assume valore in occasione di campagne di monitoraggio d'interesse strettamente locale (in ciò, per la verità, esso è più opportunamente sostituito dal *benzene* qualora si assuma un inquinamento da traffico veicolare).

Molto più marcato risulta il rispetto dei limiti di legge per il ***biossido di zolfo*** (SO₂), presumibilmente per l'ampio ricorso al metano nelle combustioni fisse in tutta la provincia.

Per alcuni dei ***microinquinanti legati al particolato***, segnatamente per i *metalli*, se si esclude il *piombo* (ormai non più presente nelle benzine), l'esperienza del loro monitoraggio a Ferrara è fatto recente, collegato all'effettuazione delle campagne con *Mezzo mobile*, e non ha ancora portato a considerazioni conclusive. Per gli *idrocarburi policiclici aromatici* (IPA) il monitoraggio è effettuato sul PM_{2.5} destinato alla rilevazione, in una sola stazione della Rete, della *capacità mutagena del particolato*. Per le *diossine* e i *furani*, vale, come per la maggior parte dei *microinquinanti*, l'inesistenza di specifici limiti di legge nell'aria: la loro misura (più nel suolo che non in atmosfera) è frutto d'indagini mirate alla caratterizzazione d'inquinamenti di carattere locale.

Analoghe considerazioni valgono per altri ***microinquinanti organici*** quali *CVM*, *stirene* e *alfametilstirene*, *ENB*, *tricloro-* e *tetracloroetilene*, i quali, indipendentemente dalla loro tossicità talora elevata, sono o sono stati studiati in funzione dell'esistenza di fenomeni di potenziale inquinamento di carattere estremamente specifico e/o locale.

Per tutti, si rinvia agli specifici documenti del capitolo sui MONITORAGGI.