



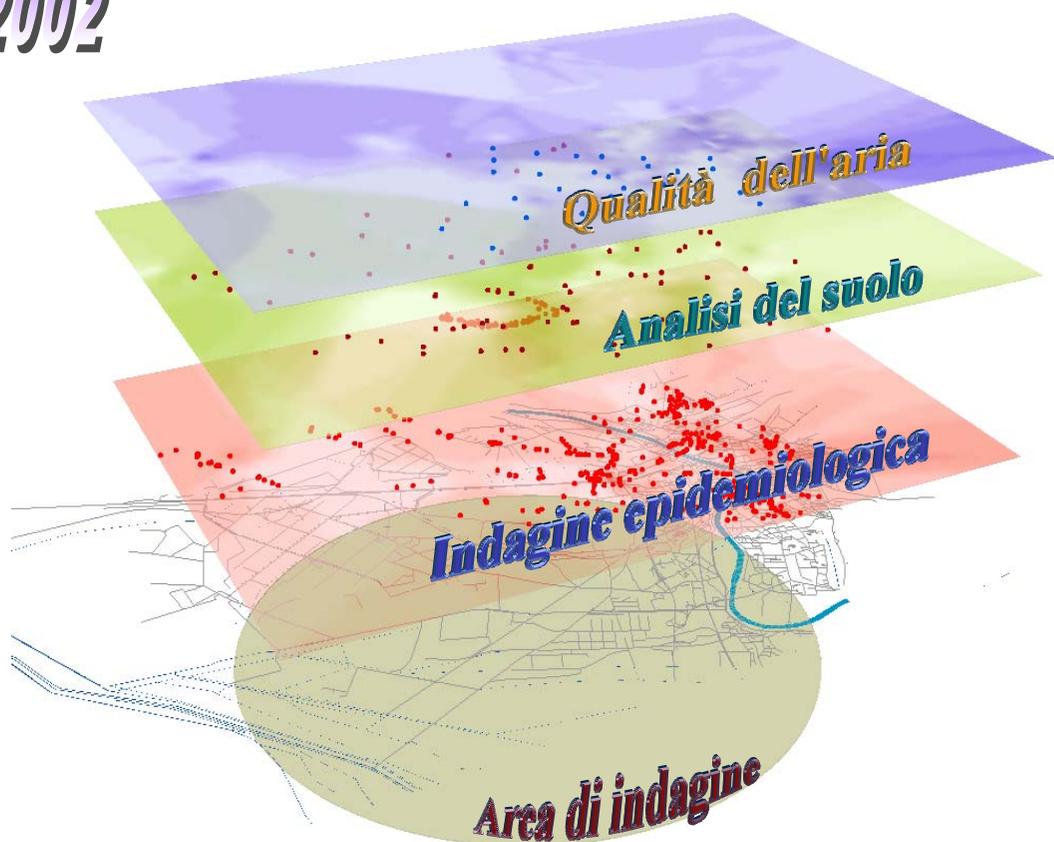
Comune di Pisa



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Area di Ricerca di Pisa

INDAGINI EPIDEMIOLOGICHE E AMBIENTALI NELL'AREA SUD-EST DEL COMUNE DI PISA

Marzo 2002



Istituto di Fisiologia Clinica – CNR, in collaborazione con:

Istituto C.N.U.C.E – CNR

Istituto Chimica del Terreno - CNR

Azienda U.S.L. n°5 “area pisana”

Azienda Ospedaliera pisana

Dipartimento Scienze dell’Uomo e dell’Ambiente, Università di Pisa

Agenzia Protezione Ambientale della Toscana

Comune di Pisa

Pisa, 20 Marzo 2002 - I Relazione

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO

Istituto di Fisiologia Clinica - CNR

Reparto Epidemiologia

Dr. Fabrizio Bianchi (coord. generale studio)
Dr.ssa Francesca Chiaverini (indagine di mortalità)
Dr.ssa Michela Franchini (indagine di morbosità)
Dr.ssa Nunzia Linzalone (segreteria tecnico-scientifica)
Dr.ssa Anna Pierini (indagine eventi riproduttivi)
Sig.ra Sonia Catalano (indagine eventi riproduttivi)
Dr.ssa Michela Rial (segreteria)

Gruppo di Epidemiologia ambientale polmonare

Dr. Giovanni Viegi (coord. indagine campionaria di morbosità)
Dr.ssa Sandra Baldacci (vice-coord. indagine campionaria di morbosità)
Sig.ra Franca Martini (indagine campionaria di morbosità)
Sig.ra Anna Angino (indagine campionaria di morbosità)
Sig. Marco Borbotti (indagine campionaria di morbosità)
Sig.ra Patrizia Silvi (segreteria)

Reparto Bio-Informatica Medica

Sig. Mauro Raciti (informatica flussi di mortalità)

Dipartimento Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Università di Pisa

Dr.ssa Maria Angela Vigotti (coord. indagine di mortalità)
Sig.na Roberta Cosio (indagine di mortalità)

Istituto CNUCE - CNR

Reparto Sistemi informativi

Dr. Matteo Bottai (analisi statistiche)
Dr. Roberto Della Maggiore (coordinamento aspetti geografici)
Dr. Roberto Fresco (GIS e GPS)
Dr. Elia Perotto (GIS e GPS)
Dr. Umberto Mammini (data base)

Istituto Chimica del terreno - CNR

Dr. Giannantonio Petruzzelli (coord. indagini ambientali)
Dr.ssa Francesca Bretzel (campionamento e analisi suolo)

Unità Sanitaria Locale n°5

Dr.ssa Maida Perco (UO Epidemiologia, studio di morbosità)
Dr.ssa Eleonora Virgone (UO Igiene e sanità pubblica, studio di mortalità)
Dr.ssa Nadi Serretti (UO Igiene e salute nei luoghi di lavoro, studio su lavoratori)
Dr. Alberto Dal Forno (UO Igiene e sanità pubblica, schede di mortalità)

Agenzia Protezione Ambientale della Toscana

Dr.ssa Laura Balocchi (indagini suolo)
Dr.ssa Gigliola Ciacchini (indagini qualità aria e acque)
Dr. Vladimiro Giaconi (resp. Dip. Provinciale di Pisa)
Dr. Gaetano Licitra (indagine campi elettromagnetici)

Comune di Pisa

Dr.ssa Laura Giannotti (Dip. Governo del Territorio, resp. per Comune di Pisa)
P.I. Giovanni Bertelloni (Anagrafe)
Geom. Marina Bonfanti (Servizi Informativi Territoriali)

Altre Collaborazioni:

Azienda Ospedaliera pisana (schede di dimissione ospedaliera)

Indice generale

PARTE I – Studi epidemiologici

Sezione 1 - *Indagine epidemiologica su flussi statistico-sanitari correnti*

1	INDAGINI EPIDEMIOLOGICHE NELL'AREA SUD-EST DEL COMUNE DI PISA: METODI E TECNICHE.....	3
2	LINEE DI INDAGINE	4
2.1	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE	4
2.2	VALUTAZIONE DELLO STATO SANITARIO.....	4
2.3	LINEE DI INDIRIZZO SULLA BASE DELLA LETTERATURA.....	5
3	STRUMENTI E METODI	6
3.1	DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO.....	6
3.2	INDAGINE SULLO STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE	6
3.2.1	<i>Descrizione della popolazione in studio.....</i>	<i>6</i>
3.2.2	<i>Georeferenziazione dei soggetti dentro l'area</i>	<i>6</i>
3.2.3	<i>Mortalità, morbosità ed eventi riproduttivi sfavorevoli.....</i>	<i>9</i>
3.2.4	<i>Questionario su malattie e sintomi.....</i>	<i>10</i>
3.3	ANALISI DELLA INTERAZIONE INCENERITORE-SALUTE ATTRAVERSO STUDI EPIDEMIOLOGICI ESISTENTI	12
3.3.1	<i>Considerazioni metodologiche</i>	<i>13</i>
3.4	INDAGINE AMBIENTALE SU SUOLO, ARIA ED ACQUA	15
4	POTENZA DEI TEST STATISTICI	18
4.1	PIANO DI ANALISI	19
5	POTENZIALITA' E LIMITI DELLO STUDIO	21
6	RISULTATI.....	22
6.1	GUIDA ALLA LETTURA E ALLA INTERPRETAZIONE DELLE TABELLE RIASSUNTIVE	22
6.2	ANALISI DELLA MORTALITÀ	23
6.2.1	<i>Tabelle sintetiche</i>	<i>24</i>
6.2.2	<i>Commento complessivo</i>	<i>30</i>
6.3	ANALISI DEI RICOVERI OSPEDALIERI	30
6.3.1	<i>Tabelle sintetiche</i>	<i>31</i>
6.3.2	<i>Commento complessivo</i>	<i>38</i>
6.4	EVENTI RIPRODUTTIVI SFAVOREVOLI	39
6.4.1	<i>Natalità</i>	<i>39</i>
6.4.2	<i>Rapporto tra generi</i>	<i>39</i>
6.4.3	<i>Durata della gestazione.....</i>	<i>39</i>
6.4.4	<i>Peso alla nascita e peso in rapporto alla durata della gestazione.....</i>	<i>40</i>
6.4.5	<i>Natimortalità e mortalità infantile.....</i>	<i>42</i>
6.4.6	<i>Malformazioni congenite</i>	<i>42</i>
6.4.7	<i>Considerazioni complessive.....</i>	<i>43</i>

7	CONSIDERAZIONI COMPLESSIVE SUI RISULTATI DELL'ANALISI SU MORTALITA', MORBOSITA', ESITI RIPRODUTTIVI	44
8	BIBLIOGRAFIA.....	45
9	SCHEDE TECNICHE - PROCEDURE DI LINKAGE - METODI DI ANALISI	46
10	TABELLE E GRAFICI.....	61
10.1	Mortalità.....	63
10.2	Ricoveri.....	68
	ALLEGATI.....	72
	RASSEGNA DI STUDI EPIDEMIOLOGICI	72
	BIBLIOGRAFIA (ORDINE CRONOLOGICO)	77
	SUPPORTO GIS E BIBLIOGRAFIA SPECIFICA.....	80
	GUIDA ALLA LETTURA ED INTERPRETAZIONE DEI GRAFICI DI MORTALITÀ	83

Sezione 2 – Indagine epidemiologica campionaria

1	INTRODUZIONE.....	2
2	SCOPO.....	5
3	MATERIALI E METODI.....	6
4	RISULTATI.....	11
4.1	CARATTERISTICHE GENERALI.....	11
4.2	TASSI DI PREVALENZA DEI DISTURBI NON RESPIRATORI	14
4.3	TASSI DI PREVALENZA DEI SINTOMI E MALATTIE RESPIRATORI	14
4.4	EFFETTI DELLA ZONA DI RESIDENZA DEI SOGGETTI (CORONE) SUI SINTOMI/MALATTIE NON RESPIRATORI.....	15
4.5	EFFETTO DELLA ZONA DI RESIDENZA SUI SINTOMI E MALATTIE RESPIRATORI.....	15
4.6	EFFETTO DELLA ZONA DI RESIDENZA SULLE CONTAMINAZIONI AMBIENTALI E SULLE PERCEZIONI SOGGETTIVE	16
5	DISCUSSIONE	17
6	APPENDICE 1	21
7	BIBLIOGRAFIA.....	27
	ALLEGATI	
	Allegato 1: Distribuzione dei soggetti selezionati in relazione alle vie locate nell'area di studio	
	Allegato 2: Questionario cartaceo	
	Allegato 3: Questionario informatizzato	
	Allegato 4: Lettera di reclutamento alle famiglie	
	Allegato 5: Dichiarazione di consenso a partecipare allo studio	

TABELLE

PARTE II – Studi ambientali

1	PREMESSA E STATO DELLE CONOSCENZE	3
1.1	PROGRAMMA DI INDAGINE AMBIENTALE.....	5
2	SUOLO.....	6
2.1	MODALITÀ OPERATIVE.....	6
2.1.1	<i>Criteria di scelta dell'area e dei punti di prelievo.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Descrizione dei punti campionati in relazione all'uso del suolo e alla posizione.....</i>	<i>6</i>
2.1.3	<i>Metodo di campionamento</i>	<i>7</i>
2.1.4	<i>Metodiche analitiche.....</i>	<i>7</i>
2.2	PROPRIETÀ FISICHE	10
2.2.1	<i>Granulometria</i>	<i>10</i>
2.3	PROPRIETÀ CHIMICHE.....	10
2.3.1	<i>pH</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Capacità di Scambio Cationica</i>	<i>11</i>
2.3.3	<i>Sostanza Organica.....</i>	<i>11</i>
2.4	PARAMETRI BIOCHIMICI	11
2.4.1	<i>Attività deidrogenasica</i>	<i>11</i>
2.4.2	<i>Attività zolfo-ossidante</i>	<i>12</i>
2.5	CONTAMINANTI	14
2.5.1	<i>Metodiche analitiche.....</i>	<i>15</i>
2.6	RISULTATI	15
2.6.1	<i>Diossine</i>	<i>16</i>
2.6.2	<i>Idrocarburi Policiclici Aromatici</i>	<i>20</i>
2.6.3	<i>Metalli pesanti totali.....</i>	<i>21</i>
2.6.4	<i>Metalli Pesanti estraibili</i>	<i>23</i>
3	ARIA	26
3.1	MODALITÀ OPERATIVE.....	26
3.2	RISULTATI	26
3.2.1	<i>Ossidi di azoto</i>	<i>27</i>
3.2.2	<i>Monossido di carbonio</i>	<i>28</i>
3.2.3	<i>Biossido di zolfo.....</i>	<i>29</i>
3.2.4	<i>Idrocarburi non metanici.....</i>	<i>29</i>
3.2.5	<i>Idrogeno solforato</i>	<i>30</i>
3.2.6	<i>PM-10.....</i>	<i>30</i>
3.2.7	<i>Benzene, Toluene ed altri Idrocarburi Aromatici.....</i>	<i>31</i>
4	ACQUE	34
4.1	ACQUE SUPERFICIALI	34
4.1.1	<i>Modalità operative.....</i>	<i>34</i>
4.1.2	<i>Risultati.....</i>	<i>34</i>
4.2	ACQUE SOTTERRANEE.....	37
4.2.1	<i>Modalità operative.....</i>	<i>38</i>
4.2.2	<i>Risultati.....</i>	<i>38</i>
5	RUMORE	42
5.1	MODALITÀ OPERATIVE.....	42
5.2	RISULTATI	43
6	CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	47

6.1	CAMPI A RADIOFREQUENZA	47
6.1.1	<i>Modalità operative</i>	47
6.1.2	<i>Risultati</i>	47
6.2	CAMPI A 50 Hz.....	49
6.2.1	<i>Modalità operative</i>	49
6.2.2	<i>Risultati</i>	49
7	CONCLUSIONI	54



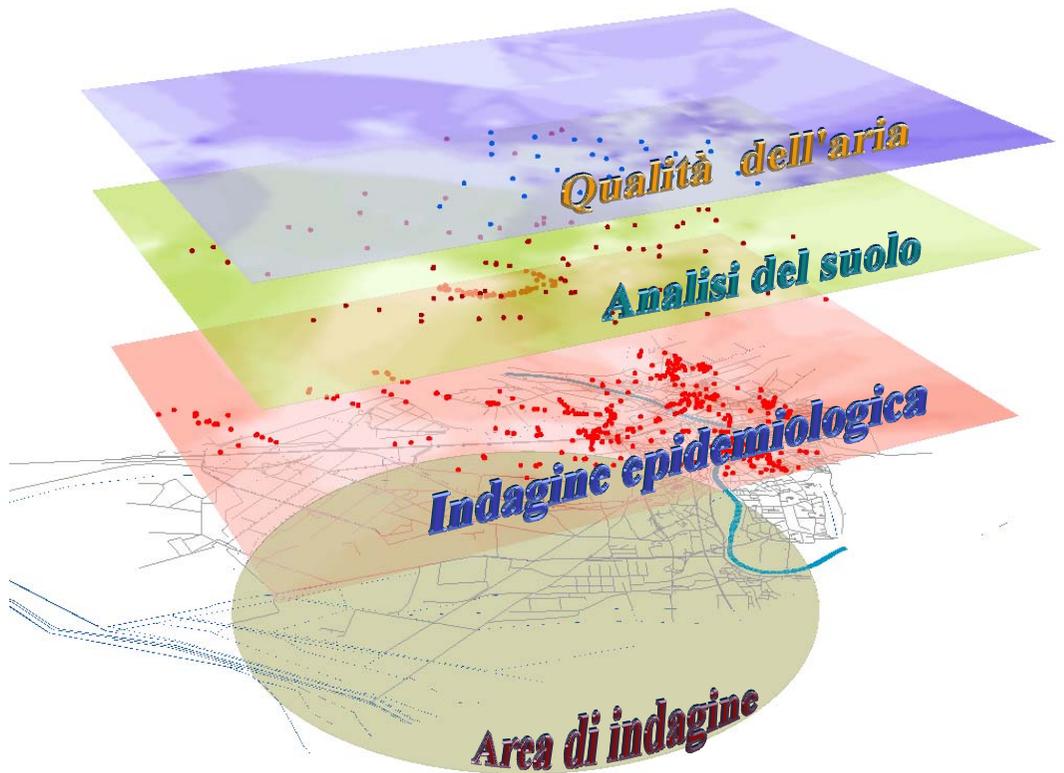
Comune di Pisa



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Area di Ricerca di Pisa

INDAGINI EPIDEMIOLOGICHE E AMBIENTALI NELL'AREA SUD-EST DEL COMUNE DI PISA

Studi epidemiologici



*Istituto di Fisiologia Clinica – CNR, in collaborazione con:
Istituto C.N.U.C.E - CNR
Azienda U.S.L. n°5 “area pisana”
Azienda Ospedaliera pisana
Dipartimento Scienze dell’Uomo e dell’Ambiente, Università di Pisa*

Pisa, 20 Marzo 2002 - I Relazione

Sezione 1 – *Indagine epidemiologica su flussi statistico-sanitari correnti*

INDICE

1	INDAGINI EPIDEMIOLOGICHE NELL'AREA SUD-EST DEL COMUNE DI PISA: METODI E TECNICHE.....	3
2	LINEE DI INDAGINE	4
2.1	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE	4
2.2	VALUTAZIONE DELLO STATO SANITARIO.....	4
2.3	LINEE DI INDIRIZZO SULLA BASE DELLA LETTERATURA	5
3	STRUMENTI E METODI	6
3.1	DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO.....	6
3.2	INDAGINE SULLO STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE.....	6
3.2.1	<i>Descrizione della popolazione in studio</i>	<i>6</i>
3.2.2	<i>Georeferenziazione dei soggetti dentro l'area.....</i>	<i>6</i>
3.2.3	<i>Mortalità, morbosità ed eventi riproduttivi sfavorevoli.....</i>	<i>9</i>
3.2.4	<i>Questionario su malattie e sintomi</i>	<i>10</i>
3.3	ANALISI DELLA INTERAZIONE INCENERITORE-SALUTE ATTRAVERSO STUDI EPIDEMIOLOGICI ESISTENTI	12
3.3.1	<i>Considerazioni metodologiche.....</i>	<i>13</i>
3.4	INDAGINE AMBIENTALE SU SUOLO, ARIA ED ACQUA	15
4	POTENZA DEI TEST STATISTICI	18
4.1	PIANO DI ANALISI	19
5	POTENZIALITA' E LIMITI DELLO STUDIO	21
6	RISULTATI.....	22
6.1	GUIDA ALLA LETTURA E ALLA INTERPRETAZIONE DELLE TABELLE RIASSUNTIVE.....	22
6.2	ANALISI DELLA MORTALITÀ	23
6.2.1	<i>Tabelle sintetiche.....</i>	<i>24</i>
6.2.2	<i>Commento complessivo.....</i>	<i>30</i>
6.3	ANALISI DEI RICOVERI OSPEDALIERI	30
6.3.1	<i>Tabelle sintetiche.....</i>	<i>31</i>
6.3.2	<i>Commento complessivo.....</i>	<i>38</i>
6.4	EVENTI RIPRODUTTIVI SFAVOREVOLI	39
6.4.1	<i>Natalità</i>	<i>39</i>
6.4.2	<i>Rapporto tra generi</i>	<i>39</i>
6.4.3	<i>Durata della gestazione.....</i>	<i>39</i>

6.4.4	<i>Peso alla nascita e peso in rapporto alla durata della gestazione</i>	40
6.4.5	<i>Natimortalità e mortalità infantile</i>	41
6.4.6	<i>Malformazioni congenite</i>	42
6.4.7	<i>Considerazioni complessive</i>	42
7	CONSIDERAZIONI COMPLESSIVE SUI RISULTATI DELL'ANALISI SU MORTALITÀ, MORBOSITÀ, ESITI RIPRODUTTIVI	44
8	BIBLIOGRAFIA	45
9	SCHEDE TECNICHE - PROCEDURE DI LINKAGE – METODI DI ANALISI	46
10	TABELLE E GRAFICI	61
10.1	MORTALITÀ.....	63
10.2	RICOVERI.....	68
ALLEGATI	72
	RASSEGNA DI STUDI EPIDEMIOLOGICI	72
	BIBLIOGRAFIA (ORDINE CRONOLOGICO).....	77
	SUPPORTO GIS E BIBLIOGRAFIA SPECIFICA.....	80
	GUIDA ALLA LETTURA ED INTERPRETAZIONE DEI GRAFICI DI MORTALITÀ	83

1 INDAGINI EPIDEMIOLOGICHE NELL'AREA SUD-EST DEL COMUNE DI PISA: METODI E TECNICHE

Le sopravvenute emergenze ambientali che pongono drammaticamente la necessità di risolvere il problema di uno smaltimento dei rifiuti urbani rapido, efficiente, sicuro e sistematico e le disposizioni della nuova normativa che regola la materia (Direttiva 2000/76/CE) hanno suscitato di recente in Italia un notevole interesse verso gli impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani.

Nonostante l'evoluzione delle tecnologie della combustione, dei sistemi di abbattimento e dei sistemi di gestione, molte sostanze inquinanti possono essere immesse nell'ambiente in seguito all'incenerimento dei rifiuti. Numerosi studi epidemiologici sono stati condotti in aree ad elevato inquinamento industriale per indagare su possibili effetti sulla salute delle popolazioni residenti e dei lavoratori addetti agli impianti. Più numerosi sono stati fino ad ora gli studi riguardanti le discariche mentre un numero minore ha riguardato aree intorno ad inceneritori.

Molte sono le sostanze da controllare nell'ambiente circostante gli impianti: 275 sono quelle proposte dalla agenzia americana per la registrazione delle sostanze tossiche e delle malattie (ATSDR).

Queste premesse impongono la necessità di effettuare intorno a tali impianti una valutazione degli impatti ambientali complessivi che risponda alla legittima esigenza di conoscenza dello stato dell'ambiente da parte della popolazione esposta alla sorgente di inquinamento.

L'area indagata nello studio è localizzata nella piana dell'Arno a Sud-Est della città di Pisa, nei pressi della frazione di Ospedaletto, ubicata a meno di 5 chilometri dall'abitato cittadino.

Essa è interessata dalla presenza di un inceneritore di RSU funzionante da oltre 20 anni, attualmente in corso di ammodernamento per la sua messa a norma, e include un'area con destinazione industriale-artigianale, quasi completamente occupata da attività di tipo artigianale e da alcune attività produttive, seppure di ridotte dimensioni e non a particolare e rilevante rischio ambientale. Nella stessa zona opera un impianto "sperimentale" di una società per il trattamento dei rifiuti speciali.

E' attualmente oggetto di richiesta, da parte della stessa società, la realizzazione di un grande impianto per il trattamento di varie tipologie di rifiuti pericolosi e non, nella medesima area.

Immediatamente a Nord, lungo la direttrice Pisa-Cascina, sono ubicate altre frazioni del comune di Pisa densamente abitate ed attraversate da vie di comunicazione ad alta intensità di traffico veicolare (via Emilia, via Tosco-Romagnola, superstrada LI-PI-FI).

Lo studio ha come obiettivo generale la valutazione dello stato dell'ambiente e della salute della comunità residente in una vasta area intorno all'inceneritore e si pone come obiettivi specifici la identificazione dei suoi possibili effetti ambientali-sanitari pregressi e la messa a punto di un sistema informativo di base sullo stato attuale dei suddetti ambiti in grado di produrre indicatori per il monitoraggio ambientale dell'area e la sorveglianza sanitaria della popolazione.

2 LINEE DI INDAGINE

Sebbene in Italia gli impianti di incenerimento siano soggetti alla valutazione preventiva dell'impatto ambientale ma non alla realizzazione di un monitoraggio dello stato di salute delle popolazioni residenti eventualmente interessate dagli effetti potenziali dell'impianto, comitati popolari, spontaneamente organizzati (a tutela della salute delle comunità di residenti nell'area oggetto dello studio), richiedono alle autorità locali di operare una valutazione dello stato dell'ambiente affiancata da una valutazione dello stato di salute sulla zona in oggetto.

2.1 Valutazione dello stato ambientale

Nell'esigenza di caratterizzare lo stato ambientale iniziale al fine di identificare le zone vulnerabili dal punto di vista ambientale (aria, acque superficiali e profonde, suoli coltivati), - e che, danneggiate, possono sviluppare un effetto sanitario sulla popolazione - si è ritenuto necessario acquisire informazioni sulla caratterizzazione fisica dell'area in riferimento a:

- stato di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee;
- direzione dei venti prevalenti, frequenza della inversione termica, piovosità;
- stabilità dei suoli e caratteristiche pedologiche;
- usi del suolo attuali e pregressi (soprattutto per quegli usi incompatibili con l'attività dell'impianto);
- livello attuale degli inquinanti e stato di degrado ambientale (elettrodotti, ripetitori, direttrici di traffico);
- dati esistenti per la zona in studio che riguardano gli ambiti impattati dall'attività.

2.2 Valutazione dello stato sanitario

La disponibilità di dati attuali sullo stato della salute pubblica, cioè precedente alla realizzazione di un nuovo impianto di combustione dei rifiuti, è necessaria al fine di identificare i parametri chiave che orientano le decisioni e guidano la pianificazione relativa al nuovo progetto e si pongono come strumento fondamentale alla valutazione successiva degli impatti sulla salute della popolazione residente, arrivando ad identificare, se esiste, quale parte di questa è vulnerabile. Per predire e monitorare gli impatti sulla salute dei residenti si è ritenuto di dover disporre delle seguenti informazioni di base:

- struttura della popolazione in studio in termini di:
 - dimensione,
 - struttura per età,
 - stato socio-economico,
 - gruppi a rischio;
- stato di salute attuale della popolazione includendo:
 - ricoveri ospedalieri,
 - mortalità,
 - malformazioni nei nati,

- altri indicatori di salute (sintomi e malattie attraverso indagine campionaria tramite questionario).

2.3 Linee di indirizzo sulla base della letteratura

Una revisione critica degli studi epidemiologici condotti negli ultimi venti anni migliora le conoscenze sui potenziali effetti sanitari degli inceneritori di rifiuti fornendo informazioni importanti a riguardo di ciò che è necessario indagare in termini di:

- outcome sanitari e bioindicatori di esposizione interna,
- inquinanti ambientali,
- ambiti spaziali su cui effettuare le analisi.

Il presente studio ha revisionato le ricerche a carattere epidemiologico effettuate sull'argomento presentando i risultati in relazione a tipo di studio, associazione rilevata, outcome riportato e tipo di esposizione. Per la metodologia seguita si rimanda al paragrafo 3.3, mentre per la descrizione dei risultati si rimanda all'Allegato.

3 STRUMENTI E METODI

Lo studio può essere suddiviso in tre ambiti di attività di diversa natura per i quali differenti strumenti operativi e metodologici vengono utilizzati.

3.1 Definizione dell'area di studio

L'area di indagine è stata definita in termini tali da comprendere la popolazione potenzialmente esposta ad un livello di inquinamento ambientale ascrivibile, con più sicurezza possibile, ad una singola fonte, (l'inceneritore posizionato come centroide dell'area da selezionare, assumendo che i suoi effetti si producano in maniera uniforme entro una circonferenza), in modo da ridurre il contributo che altre sorgenti apportano alla definizione del livello di inquinamento di background. Al contempo si rende necessaria la definizione di un'area che possa servire per testare il differenziale dei parametri ambientali monitorati e degli effetti sanitari. Nel nostro caso si è tenuto conto che la zona entro i 5 km di distanza dall'inceneritore si definisce rurale. Sono quindi necessarie due aree di controllo (cioè abbastanza lontane dall'inceneritore per non risentire dei prodotti della sua attività), di cui: l'una conserva il carattere di ruralità e l'altra è di tipo urbano-residenziale e quindi, in questo, equivalente alla zona a nord-est dell'inceneritore che presenta caratteristiche di alta densità abitativa e vie di traffico autoveicolare. L'analisi esplorativa spaziale (ESDA) condotta con lo strumento GIS ha portato ad identificare, a partire da una zona inizialmente selezionata con i requisiti congrui all'oggetto dello studio, una superficie che forniva affidabilità maggiore ai risultati finali perché meno interessata da alcuni fattori confondenti.

Pertanto da un'area iniziale di raggio massimo di 5 km, che avrebbe incluso una vasta zona del centro città caratterizzata da fattori ambientali (traffico urbano) difficilmente separabili da quelli di maggiore interesse per il presente studio, si è ristretta l'area a 4 km di raggio.

Da considerare che la gran parte dell'abitato e quindi della popolazione residente nell'area prescelta risulta localizzata in una porzione circoscritta del settore nord del cerchio, facilitando la valutazione spaziale in riferimento ai possibili effetti dei venti prevalenti e dei relativi modelli di ricaduta al suolo degli inquinanti.

3.2 Indagine sullo stato di salute della popolazione

3.2.1 Descrizione della popolazione in studio

La distribuzione della popolazione per sesso e per età (figure 3.1, 3.2, 3.3), dentro e fuori dall'area in studio, mostra una sostanziale similitudine sebbene evidenzi una differenza dovuta ad una maggiore percentuale di giovani (<15 anni) e una minore percentuale di ultra sessantacinquenni entro i 4km, specie nelle femmine (figura 3.4)

3.2.2 Georeferenziazione dei soggetti dentro l'area

La fase che sviluppa l'indagine campionaria per l'acquisizione di informazioni su malattie e sintomi nella popolazione residente entro l'area di studio, si basa su un prerequisito necessario al fine di una correlazione spaziale tra la distribuzione degli indicatori di salute e la distanza rispetto

alla fonte di inquinamento, che è la definizione della posizione geografica dei soggetti nell'area e quindi degli eventi (nascita, decesso, ricovero).

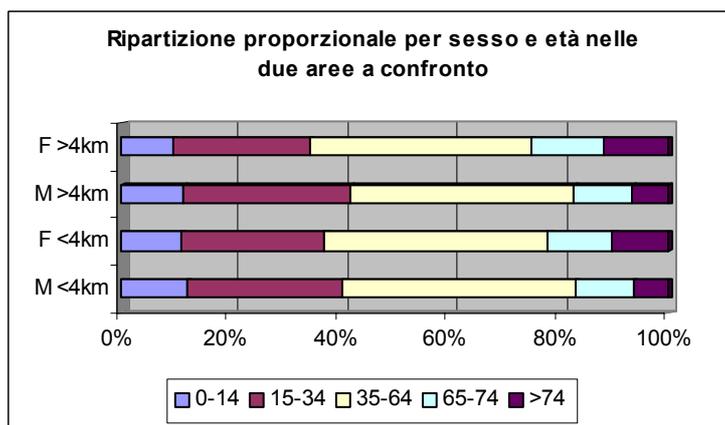
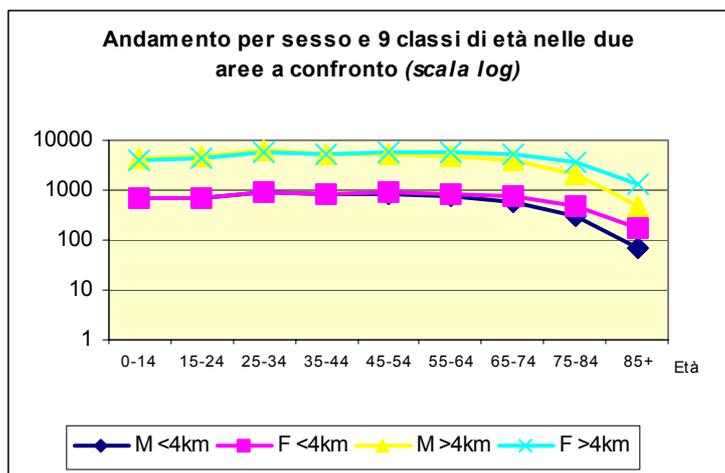
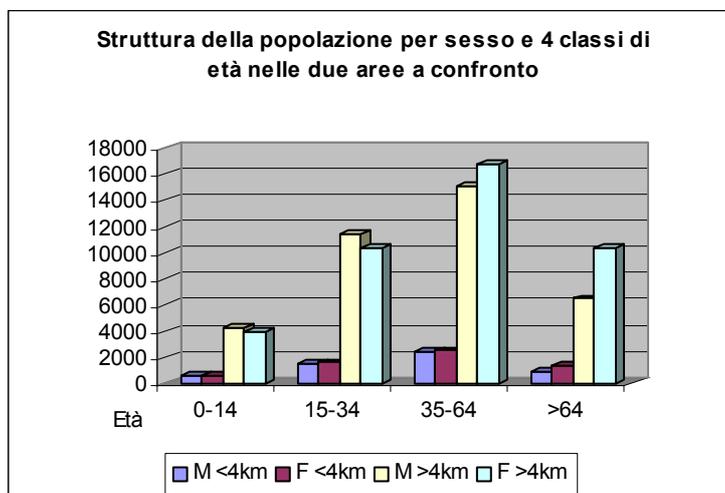


Figure 3.1 – 3.2 – 3.3: distribuzione della popolazione per sesso e per età dentro e fuori dall'area in studio.

Struttura percentuale della popolazione delle aree 1990-99

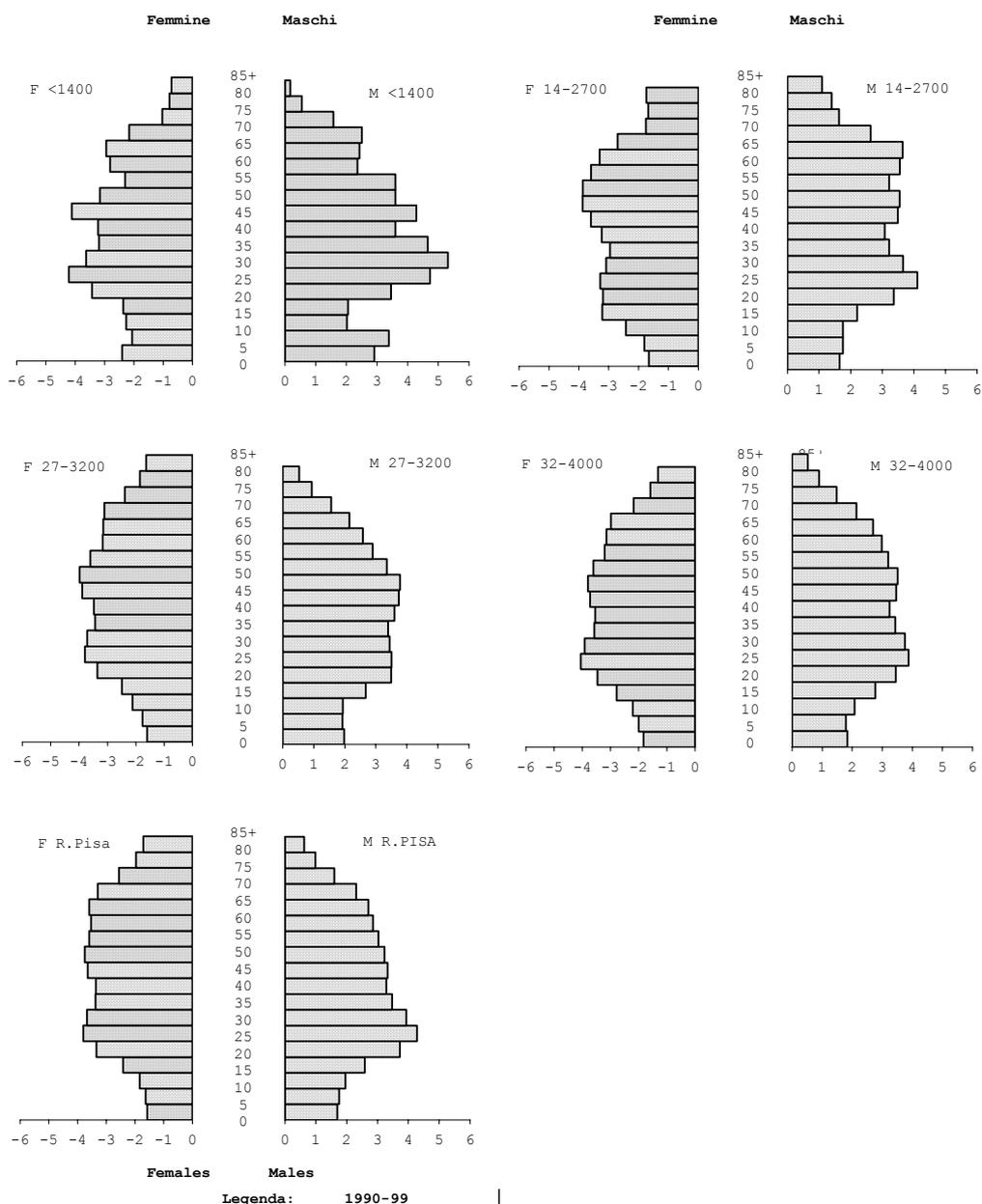


Figura 3.4 – Piramidi per età della popolazione in studio

Per la georeferenziazione dei soggetti si è adottato uno schema che fa riferimento all'indirizzo di residenza, posizionando ogni persona nella propria abitazione. Grazie al fatto che il Comune di Pisa dispone di un buon Sistema Informativo Territoriale, con cartografia dettagliata (scala di acquisizione 1:2000) ed una mappatura dei numeri civici discretamente affidabile (caso ancora abbastanza raro nello scenario della pubblica amministrazione locale italiana), è stato possibile utilizzare un riferimento di tipo puntuale per ogni cittadino, associando ad ognuno le coordinate del punto corrispondente in mappa al numero civico dell'abitazione.

Per quanto attiene la tutela della privacy individuale le attività di indagine e di analisi dei dati sensibili sono state effettuate in accordo con la Legge 675/96 e successive direttive, con particolare riferimento a quanto previsto dal Decreto Generale del Garante n.2/1999 in tema di “trattamento dei dati per scopi di ricerca scientifica, anche statistica, finalizzata alla tutela della salute [...] in campo medico, biomedico o epidemiologico...”, in modo da garantire l’anonimato dei dati sanitari e anagrafici acquisiti (database criptati) e comunque garantendo la impossibilità di identificazione dei soggetti, anche indirettamente. Tutti i risultati oggetto della ricerca sono presentati in forma anonima.

3.2.3 Mortalità, morbosità ed eventi riproduttivi sfavorevoli

Una classica analisi della mortalità è stata condotta per valutare eventuali eccessi di rischio. I passi che si sono dovuti compiere per generare il database definitivo, sul quale effettuare le analisi statistiche, sono diversi ed articolati; i dati sulla morbosità e sui nati malformati sono stati acquisiti ed elaborati seguendo le stesse operazioni come per la mortalità. Il disegno di analisi ha previsto, in tutte le indagini, il confronto fra i casi osservati e quelli attesi all’interno della corona di 4 Km, calcolati a partire dai tassi di morbosità e mortalità per causa, sesso ed età specifici relativi al comune di Pisa.

In generale la metodologia che sottostà alla produzione dei risultati finali riguarda la definizione di alcune procedure per:

- l’acquisizione delle informazioni sulla popolazione attraverso i canali adeguati cioè strutture e amministrazioni pubbliche detentori del dato di partenza e dei campi informativi ad esso associati;
- selezione dei campi con informazioni rilevanti ai fini dello studio ed elaborazione del minimum data set estraibile dal confronto tra tutti gli archivi di diversa fonte e natura raccolti e necessari per l’indagine (a tale proposito difficoltà sono emerse nella mancata disponibilità dei dati in formato elettronico per un medesimo intervallo di tempo per tutti gli archivi consultati);
- definizione della popolazione stabile di anno in anno, nelle aree selezionate per effettuare i confronti, variabile a causa degli incrementi e decrementi della numerosità legati ai flussi migratori e ai cambi di residenza;
- rintracciabilità dei soggetti (residenti, morti, nati, malformati, nati morti) da un archivio di dati all’altro.

Per georeferenziare la residenza dell’evento (nascita, ricovero, decesso) i flussi informativi sanitari sono stati accoppiati (linkati) con i dati automatizzati dell’anagrafe del Comune di Pisa. La procedura di accoppiamento ha dato risultati ottimi per la mortalità (99,8%), buoni per i ricoverati (75% dei ricoveri di residenti nel Comune di Pisa, a fronte di un riferimento regionale attorno al 65%).

I flussi informativi sanitari utilizzati sono i seguenti:

- I) flusso informativo di mortalità della popolazione residente nel periodo 1990-1999 (Fonte: anagrafe del Comune di Pisa e certificati di morte della Azienda USL n.5 area pisana);

- II) flusso informativo delle schede di dimissione ospedaliera della popolazione residente (ovunque ricoverata) nel periodo 1996-2000 (Fonte: Azienda USL n.5 area pisana, Azienda Ospedaliera Pisana, anagrafe del Comune di Pisa);
- III) flussi informativi per gli esiti della riproduzione su:
- nascite residenti nel Comune di Pisa nel periodo 1996-1998 (Fonte: anagrafe comunale e Certificato di assistenza al parto), con associate le informazioni su:
 - peso alla nascita
 - durata di gestazione
 - rapporto tra generi (sex ratio = m/f)
 - natimortalità
 - nascite con malformazioni congenite residenti nel Comune nel periodo 1992-1999 (Fonte: Registro Toscano dei Difetti Congeniti)
- IV) flusso informativo ad hoc ricavato dalla indagine campionaria familiare tramite questionario, effettuata nell'area in studio nel corso del 2001.

Nelle Schede Tecniche sono riportate in maggior dettaglio le fasi seguite per:

1. la costruzione del database di mortalità (BOX 1 mortalità/morbosità) e la procedura di linkage implementata allo scopo (BOX 2 mortalità/morbosità);
2. le fasi analitiche per la identificazione della popolazione e la georeferenziazione dei residenti dentro l'area in studio (BOX 3 mortalità/morbosità);
3. la procedura per il recupero dei dati relativi alle variabili di interesse sui nati (vivi, morti, malformati) e le fasi per lo sviluppo di una procedura di linkage per l'appaiamento dei record di diversa provenienza (BOX 4, 5 mortalità);
4. procedura per la selezione e definizione delle patologie da inserire nell'analisi per causa di ricovero (BOX 4 morbosità);
5. descrizione del disegno di analisi sviluppato per la morbosità (BOX 5 morbosità).

3.2.4 *Questionario su malattie e sintomi*

L'uso del questionario permette di avvantaggiarsi di una procedura che misura diverse variabili di interesse, ai fini dell'indagine epidemiologica, in contemporanea, descrivendo la situazione reale del soggetto al momento investigato.

L'indagine epidemiologica campionaria è organizzata su base familiare ed è rivolta ad un campione generale di popolazione a cui viene proposto un questionario standardizzato, con il quale si raccolgono informazioni sullo stato di salute dei soggetti ed altre informazioni aggiuntive sullo stile di vita, sulle malattie pregresse, le caratteristiche ambientali dei luoghi di soggiorno abituale e la percezione individuale della qualità dell'ambiente stesso. In base a considerazioni statistiche sulla potenza dei test, da effettuare sugli indicatori di morbosità analizzati nell'area, e rispetto alla prevalenza di patologie e sintomi ad esse associati, il numero di soggetti da esaminare è stato stabilito in circa 1.500, elevato a 1.700 considerando le zone di controllo. Secondo lo schema di georeferenziazione adottato ogni famiglia è stata localizzata nel punto corrispondente all'indirizzo di abitazione.

Il campionamento dei soggetti all'interno dell'area di studio è fortemente dipendente dal GIS. Secondo l'obiettivo stabilito, di selezionare i soggetti in modo che fossero distribuiti regolarmente sull'intera area, è stato calcolato il numero di persone abitanti in ciascuna zona da dover intervistare, integrando nel GIS i dati di residenza dell'Ufficio Anagrafe del Comune.

La distribuzione uniforme sul territorio dei soggetti selezionati realizza una copertura completa delle zone in cui sono presenti abitazioni, come si può vedere dalla figura 3.5 in cui ogni crocetta rossa indica l'abitazione di un soggetto selezionato.

Sulla base di ciò si sono selezionate tutte le persone abitanti all'interno del 1° cerchio, mentre per le due rimanenti zone è stata adottata una strategia mista (tabella 1). Il criterio adottato per la selezione si basa sulla densità abitativa di differenti corone: nelle zone agricole con bassa densità di abitazioni è stata selezionata l'intera popolazione, mentre nelle aree urbane e suburbane è stato stabilito un rapporto di campionamento per ciascuna delle due corone al fine di contenere il numero dei soggetti partecipanti entro il limite stabilito.

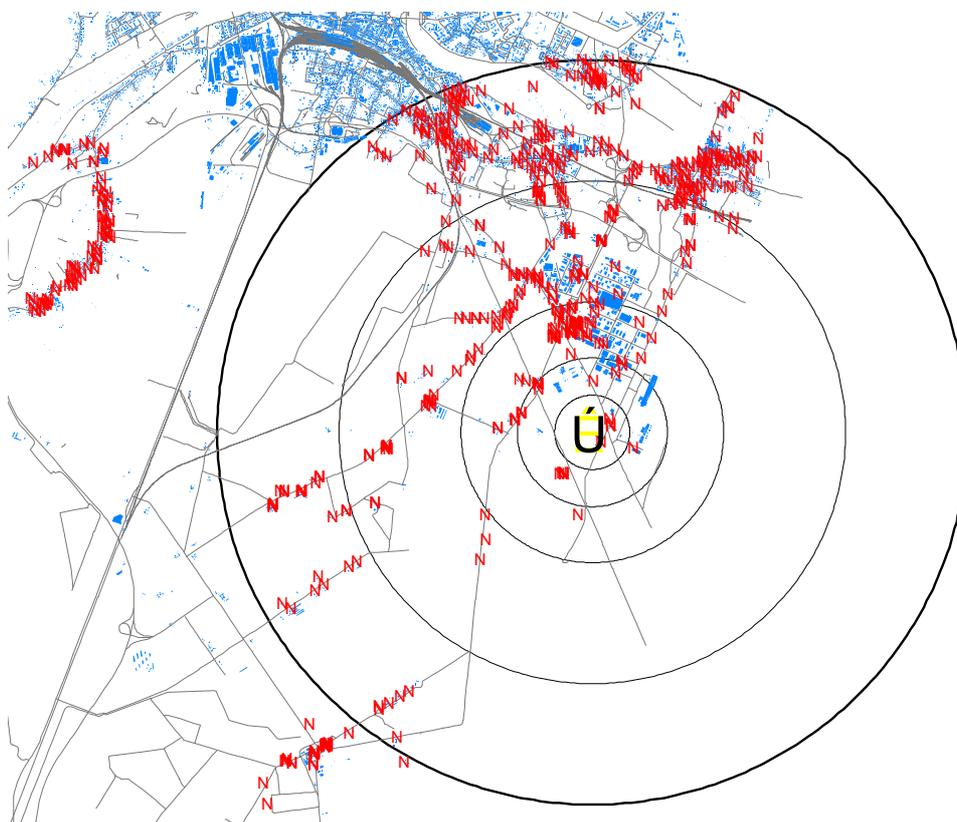


Figura 3.5 – Distribuzione dei soggetti selezionati per l'indagine epidemiologica campionaria su malattie e sintomi.

<i>Zona</i>	<i>Criterio di selezione</i>	<i>Numero dei selezionati</i>
<i>entro 1.400 m</i>	tutti	359
<i>fra 1.400 m e 2.700 m</i>		
<i>aree a bassa densità abitativa</i>	tutti	158
<i>aree ad alta densità abitativa</i>	1 su 5	206
<i>fra 2.700 m e 4.000 m</i>		
<i>aree a bassa densità abitativa</i>	tutti	180
<i>aree ad alta densità abitativa</i>	1 su 20	536
<i>aree di controllo:</i>		
<i>Coltano</i>	tutti	84
<i>S. Piero a Grado</i>	1 su 10	196
<i>Totale soggetti selezionati</i>		1719

Tabella 1: selezione dei soggetti da sottoporre all'indagine campionaria

Il questionario standardizzato, basato sul modello messo a punto da CNR e SEASD utilizzato in precedenti indagini, è stato preparato impiegando un software specifico che permette l'acquisizione dei dati mediante scanner. Tale questionario include dieci capitoli contenenti variabili che permettono di valutare, oltre le condizioni ambientali e di salute del soggetto, i principali fattori di rischio che possono confondere o modificare l'associazione tra esposizione ed effetto studiato, quali l'abitudine al fumo di sigaretta, l'esposizione al fumo passivo, l'esposizione ad agenti chimici e fisici, la valutazione dell'esposizione giornaliera agli aero-inquinanti, etc.

Per preservare la privacy dei soggetti partecipanti all'indagine si è prodotto un questionario con una prima pagina compilata con dati anagrafici per permettere l'identificazione corretta del soggetto selezionato dal campionamento, ma tale pagina è appositamente inserita per poter essere rimossa al momento della consegna del questionario.

3.3 Analisi della interazione inceneritore-salute attraverso studi epidemiologici esistenti

La rassegna esamina gli studi epidemiologici che fino ad ora hanno indagato situazioni a rischio sanitario ed ha come obiettivi:

- individuare gli inquinanti e gli indicatori di salute che risultano rilevanti in base alla letteratura internazionale disponibile, al fine di orientare la programmazione di uno studio di valutazione di impatto sanitario.
- partendo dalle esperienze effettuate nel campo della ricerca epidemiologica, sviluppare le linee di indagine e le metodologie ottimali per programmare approfondimenti che contribuiscano alla definizione delle associazioni causali esistenti tra patologie e inceneritori.

Si individuano due tipologie di soggetti principalmente interessate dagli impatti di questa attività e quindi da sottoporre ad indagine: i lavoratori presso gli impianti e le comunità di residenti nell'intorno. In associazione a questi due gruppi di esposti differenti outcomes vengono prevalentemente indagati.

Il criterio utilizzato per selezionare gli studi è stato duplice, prendendo in considerazione tutte le pubblicazioni rilevanti (sono state escluse quelle su riviste a pubblicazione irregolare e/o di diffusione limitata) ed effettuando una ricerca via Internet sul database di Medline dal 1987 al 2001 (con le parole chiave: epidemiology, incineration, incinerator/s, waste incineration). Gli studi volti alla definizione del rischio, alla descrizione di casi particolari di contaminazione e alla misura degli impatti prodotti sulle componenti biotiche ed abiotiche del sistema ambiente circostante gli impianti, non sono stati inclusi nella rassegna. Inoltre sono stati vagliati tutti i riferimenti citati dagli articoli e dalle pubblicazioni revisionate per identificare tutti i possibili studi di una certa rilevanza. Secondo questi criteri di selezione sono stati selezionati in totale 45 lavori scientifici. Di questi, tre lavori sono stati inseriti per offrire un quadro completo sulle tipologie di studi scientifici condotti a riguardo degli impatti degli inceneritori (due rappresentano indagini miste a carattere epidemiologico, su effetti sanitari riportati congiuntamente da lavoratori e popolazione limitrofa, e uno è esemplificativo degli studi su matrici ambientali, finalizzati alla definizione puntuale delle concentrazioni di inquinanti).

Dall'analisi dei testi sono state realizzate tre tipologie di schemi riassuntivi (con relative sottotabelle per tipo di esposizione):

- a. una tabella riassuntiva che classifica i lavori in ordine cronologico con indicazione del tipo di studio, di associazione rilevata, di outcome riportato, e di esposizione;
- b. una tabella riassuntiva in cui ad ogni effetto sanitario e/o indicatore di esposizione interna, per il quale è emersa almeno un'indicazione di rischio, è stato associato il tipo di significatività statistica;
- c. uno schema riassuntivo in cui ogni lavoro è stato classificato in base al tipo di significatività statistica e al disegno di studio adoperato.

3.3.1 Considerazioni metodologiche

L'intento di descrivere in termini sintetici, a conclusione della rassegna effettuata, la relazione che si può evincere da studi effettuati su scala mondiale, tra gruppi di individui esposti e la contaminazione prodotta da parte di impianti di incenerimento di rifiuti, non sembra essere proponibile. Infatti questo tipo di indagine ha confermato la difficoltà posta da studi sulla contaminazione ambientale nel definire univocamente i livelli di esposizione a cui un individuo è sottoposto. Data questa premessa, la confrontabilità fra studi risulta molto complessa perché condizionata dalla variabilità di diversi fattori che hanno un ruolo nel definire l'esposizione nonché nell'identificare gli outcome relazionabili a quel tipo di esposizione. Pertanto i risultati riportati dalla rassegna devono essere interpretati alla luce delle considerazioni espresse di seguito.

1. Una limitazione strutturale dell'oggetto in studio è legata alla tipologia di esposizione che differenti impianti di incenerimento generano. L'età degli impianti di incenerimento è un fattore discriminante nella caratterizzazione delle emissioni prodotte dall'attività di smaltimento e di conseguenza nella definizione di outcomes relazionati. Tuttavia questa età non è definita nello studio epidemiologico ed ancor più difficilmente sono precisate le caratteristiche tecniche, di gestione e di alimentazione dell'impianto stesso.

2. La residenza della popolazione in studio in un'area intorno alla sorgente è utilizzata comunemente come “proxi” dell'esposizione. Questa scelta può, in molti casi, introdurre problemi di misclassificazione anche evidenti, soprattutto se non accompagnata da opportune misurazioni ambientali e considerazioni topografiche sulla zona indagata. In ogni caso la residenza, intesa sia come appartenenza ad un luogo sia come distanza da una fonte puntuale di inquinamento, introduce un problema di non confrontabilità fra studi in quanto non è mai possibile renderla indipendente da fenomeni che tipizzano l'area di indagine quali l'orografia del territorio, la direzione dei venti prevalenti, la geometria della sorgente di emissione, la mappa di ricaduta delle ceneri.
3. La valutazione dell'esposizione tramite misure indirette si può rivelare insufficiente nella definizione dell'outcome producendo una diluizione di questo quando l'indicatore di esposizione scelto è troppo generico o non arrivando a scoprire un nesso causale con l'outcome quando questo è generato da sinergie fra le sostanze indagate e l'indicatore è invece piuttosto specifico.
4. La definizione dell'esposizione tramite stima delle emissioni, e quindi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera, deve essere accompagnata dalla valutazione delle concentrazioni assimilate dai tessuti a livello di individuo in seguito a differenti dosi di esposizione.
5. Allo stesso tempo i risultati di analisi su campioni biologici, essendo influenzati da una risposta individuale nella capacità di concentrare o eliminare sostanze tossiche (dipendente anche da abitudini alimentari e stili di vita differenti), evidenziano una elevata eterogeneità negli intervalli delle concentrazioni. Tutto ciò pone delle considerevoli limitazioni nella definizione di indicatori di esposizione pertinenti alla natura e ai livelli della contaminazione.
6. L'elevata variabilità fra i risultati degli studi ambientali è anche legata alla scarsa confrontabilità fra gli outcomes sanitari presi in esame essendo questi, molto spesso, aspecifici e raggruppati in categorie con eziopatogenesi diversa.
7. Si deve, inoltre, tenere conto che generalmente gli inceneritori o comunque gli impianti di smaltimento sono collocati all'interno di aree industriali, in vicinanza di impianti di altro genere e, molto spesso, accanto a discariche utilizzate sia per raccogliere le scorie prodotte, sia per l'attività di smaltimento di rifiuti condotta in parallelo. In questi casi la discriminazione fra la quota di esposizione dovuta all'inceneritore e quella determinata dalle altre fonti non è facile e, talvolta, neppure possibile.

Volendo esprimere comunque, in estrema sintesi, una indicazione di quanto emerge dalla rassegna condotta, si può pensare che rappresentando una ipotetica matrice di associazione fra outcomes sanitari (quelli rilevati attraverso indagini epidemiologiche) ed esposizioni ambientali a sostanze prodotte dagli impianti di incenerimento, l'area a maggiore “intensità di informazioni” risulta essere quella in cui si valutano gli effetti cancerogeni, sia in termini di incidenza o prevalenza che di mortalità, dell'esposizione ad NO_x, SO_x, CO, O₃ e diossine.

3.4 Indagine ambientale su suolo, aria ed acqua

L'indagine sugli effetti dell'inceneritore vuole evidenziare come le ricadute del particolato prodotto dalla sorgente hanno modificato lo stato del terreno. A tal fine sono stati:

- definiti degli anelli concentrici a distanze diverse dal punto sorgente,
- definite le direzioni dei venti prevalenti nei diversi periodi dell'anno,
- effettuati 500 saggi totali su 76 campioni di terreno prelevati.

La procedura ESDA (Explorative Spatial Data Analysis) ha indirizzato ad una corretta definizione del piano di indagine. Infatti, considerazioni sulla densità abitativa dell'area indagata, effettuate visivamente sulla carta, hanno evidenziato la necessità di concentrare lo studio sull'area con raggio 0-4 km utilizzando la corona 4-5 km come area di riferimento. Questa scelta consente di minimizzare gli effetti di confondimento tipici dell'area a ridosso del centro urbano di Pisa (fascia 4-5 km), ascrivibili a fonti diverse di inquinamento (traffico urbano, alta densità abitativa, altre sorgenti, ecc...) difficilmente controllabili in fase di studio (figura 3.6).

Tale scelta consente di generare un campionamento ambientale rappresentativo nella stessa area oggetto di studio epidemiologico fornendo un'analisi a pari livello di dettaglio dello stato di salute della popolazione e dello stato di contaminazione del suolo.

Pertanto il criterio metodologico adottato risulta basato sulla duplice necessità di rappresentare tutto il territorio ma con una attenzione particolare alle aree più antropizzate.

La griglia dei campionamenti ambientali effettuati sulla matrice suolo si sovrappone alla mappa dell'area che è stata suddivisa in corone concentriche individuate da cerchi di raggio definito con progressione logaritmica, a partire dal punto sorgente, rispettivamente di 0,4, 0,8, 1,4, 2,7 km (figura 3.2), e in venti settori per corona entro i quali ricadono i punti di prelievo. Nel dettaglio si è proceduto nei termini seguenti:

- si è costruita un'area di riferimento omogenea ottenuta come sovrapposizione delle aree di 100 m di raggio che contornano gli edifici (aree buffer prodotte con uno strumento GIS), (figura 3.7, area azzurra).
- è stata costruita una griglia uniforme per individuare i punti teorici di prelievo dei campioni di terreno agli incroci delle maglie, in cui la distanza tra punti è di 500 metri.
- nell'area in cui non ci sono edifici, si è mantenuta la griglia di punti iniziale che assegna, cioè, un punto unico di prelievo all'interno del settore. In questo caso in cui sono assenti le abitazioni, per i settori delle corone più interne (che sono molto ravvicinati), si è preso un numero di campioni inferiore ad uno per settore.

A riguardo delle aree da utilizzare come "bianchi" di confronto queste sono state definite in base a considerazioni sulla distanza dalla sorgente ed in base a informazioni su esposizioni ambientali.

La zona di Coltano si presenta come estrema propaggine dell'area in studio ed è stata posta come riferimento per l'area rurale; l'abitato di San Piero a Grado è stato invece individuato come area di riferimento per la parte urbana attraversata da rete viaria ad alto traffico veicolare (figura 3.7, aree verdi).

Il campionamento su suolo è stato realizzato secondo i seguenti criteri operativi:

- evitare punti teorici che cadevano su edifici o luoghi in cui il campionamento non era tecnicamente effettuabile;

- evitare quelle zone in cui l'analisi del suolo può essere fuorviante rispetto all'impatto ambientale che si sta cercando di identificare;
- evitare campionamenti in giardini o campi agrari dove per gli uni c'è la possibilità di contaminazioni diverse (trattamenti chimici somministrati per la cura delle colture) e per gli altri non si possa risalire alla storia di trattamenti o colture avvicendate ed operazioni colturali effettuate di recente.

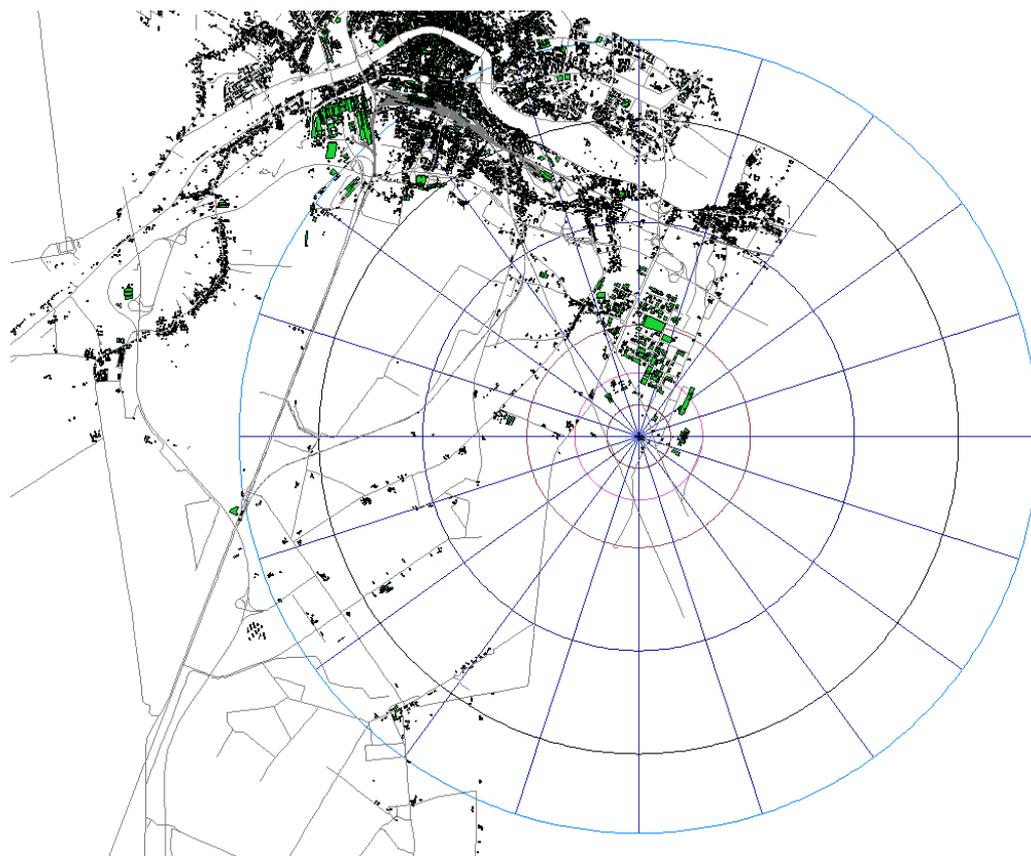


Figura 3.6 - Mappa dell'area in studio suddivisa in corone circolari e settori.

La metodologia più adeguata all'acquisizione delle informazioni è quindi basata su campionamento predisposto sia a partire dalle indicazioni teoriche sia da quelle emerse dalla indagine "in campo", cioè posizionando alcuni punti in seguito a sopralluogo nell'area e per gli altri facendo riferimento a quelli definiti già precedentemente e verificati essere adeguati ai fini dell'indagine.

Altri campioni di inaffittimento sono stati realizzati sulla base delle indicazioni emerse dalla prima campagna di campionamento secondo la necessità di rappresentare meglio aree a più alta variabilità di uso e di caratteristiche chimico-fisiche o aree prossime ai confini della zona di indagine.

Le matrici aria ed acqua sono state campionate in punti di prelievo individuati sia in campo attraverso una precedente valutazione della direzione dei venti, nel caso dell'aria, e della posizione di attività artigianali e industriali che afferiscono con scarichi nel caso delle acque superficiali, sia

in base a considerazioni teoriche sulla distanza massima di ricaduta dei prodotti di combustione dell'inceneritore.

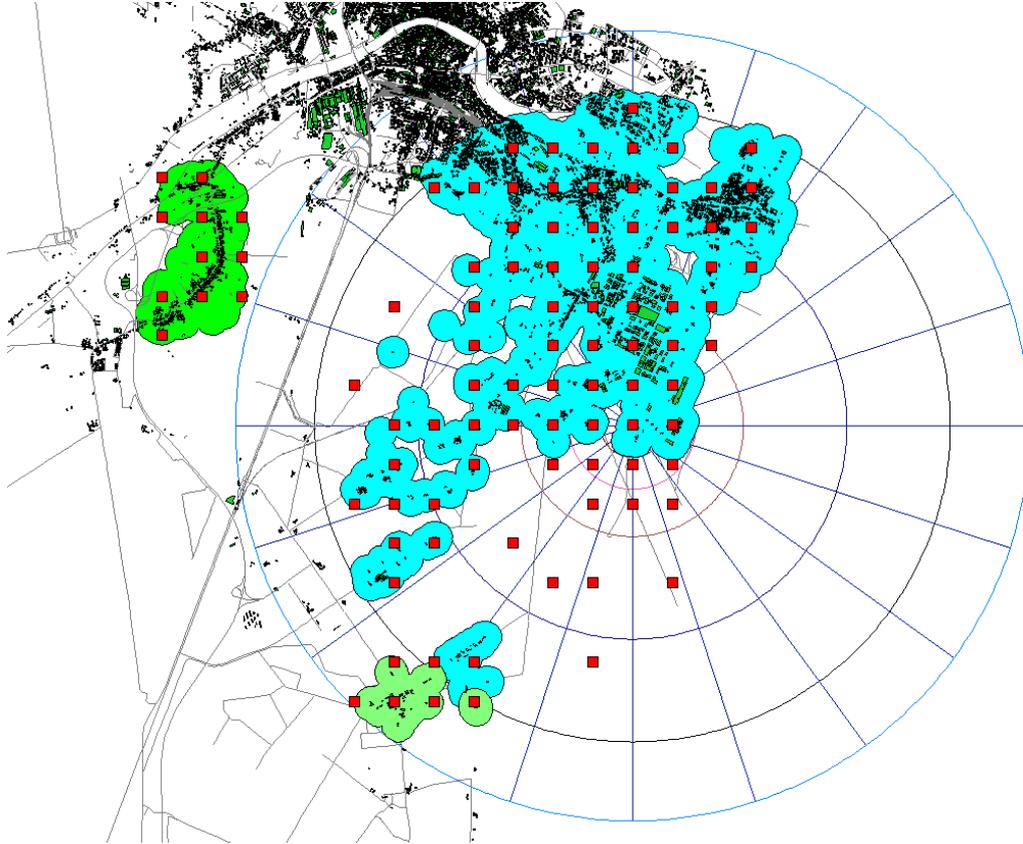


Figura 3.7 - Griglia dei campionamenti su suolo, area buffer e aree di controllo.

4 POTENZA DEI TEST STATISTICI

La valutazione dei risultati di uno studio viene fatta tramite appositi tests statistici.

Per potenza di un test statistico si intende la capacità di mettere in evidenza differenze tra ciò che si osserva nell'area in studio e riferimenti esterni; i test statistici permettono quindi di fare "inferenza statistica" cioè di valutare in termini di probabilità se le differenze rilevate siano dovute al solo effetto del caso. La potenza di un test è influenzata da tre grandezze distinte, che talvolta vengono riassunte nella frase "incertezza dei piccoli numeri":

- a) la dimensione della popolazione su cui si effettua una "inferenza statistica": più è grande più è stabile la stima, più è piccola più è instabile la stima (*esempio: nelle corone più esterne dell'area in studio la popolazione è più numerosa e l'inferenza statistica è meno incerta mentre nelle corone più vicine al centro è vero il contrario*);
- b) la frequenza della condizione (causa di mortalità, di ricovero, evento riproduttivo, sintomo acuto indagato tramite questionario, altro) oggetto di investigazione: più è ridotta più è instabile la stima e viceversa; (*esempio: ipotizzando un incremento di rischio del 30%, nel caso di una patologia rara, come la leucemia, se il numero osservato è 2 occorrerà attendere 3 casi per evidenziare il rischio, cioè un incremento del 50%; se la patologia è più frequente, come il tumore del polmone, l'incremento del 30% sarà evidenziabile osservando 13 casi e non 15 pari al 50%*);
- c) l'errore statistico, espresso in termini di livello di probabilità, che si accetta di commettere per giudicare una differenza non dovuta al solo effetto del caso (e quindi significativa). Solitamente, ed anche nel presente lavoro, vengono scelti due livelli di errore, uno più permissivo pari al 5%, l'altro più restrittivo pari all'1%: l'errore del 5% indica che si accetta di sbagliare solo 5 volte su 100 nell'affermare che la differenza rilevata non è dovuta al caso; un errore dell'1% accetta di sbagliare solo 1 volta su 100 nel fare la stessa affermazione. La incertezza di una affermazione oltre che come livello di probabilità dell'errore, può essere espressa fornendo due valori, i limiti di confidenza, che sono il valore minimo e massimo entro cui può variare il risultato ottenuto, sempre a meno di un errore al massimo del 5%.

Occorre infine accennare al problema generato dalla molteplicità di test statistici eseguiti (il ripetere tante volte i tests statistici sullo stesso set di dati, cioè per sesso, causa e corona), ognuno con una probabilità del 5% o dell'1%, che determina la possibilità che un certo numero di risultati significativi tra quelli ottenuti (appunto 5 ogni 100) possono essere dovuti all'effetto del caso.

Per incrementare la potenza statistica sono stati considerati gli eventi complessivamente osservati nei periodi disponibili (1990-1999 per la mortalità; 1996-2000 per i ricoveri; 1992-1999 e sottoperiodi per gli eventi sfavorevoli della riproduzione), lasciando ad analisi successive la valutazione di eventuali differenze di andamento temporale.

Nel presente lavoro è stata privilegiata la massima precauzione e sensibilità, utilizzando il livello di errore più permissivo (5%) e non prendendo in considerazione il fatto che alcuni tra i risultati ottenuti possano essere dovuti al caso, dato l'altissimo numero dei confronti eseguiti (centinaia per l'analisi di mortalità e centinaia per quella dei ricoveri).

Tutto ciò indirizza ad una cautela nella lettura di tutti gli indicatori di rischio presentati, sempre corredati dai rispettivi limiti di confidenza, che rappresentano appunto i limiti d'incertezza delle stime.

4.1 Piano di analisi

Tutte le analisi di seguito descritte, effettuate per le disaggregazioni per sesso, età e causa, sono state realizzate per i seguenti ambiti spaziali:

- 3 CORONE concentriche con distanza dal punto sorgente di Km <2,7; 2,7-3,2; 3,2-4,0; poste a confronto con Pisa 1990 – 1999 e Toscana 1990-1994 per la mortalità e Pisa 1996-2000 per i ricoveri ospedalieri;
- 4 CORONE concentriche con distanza dal punto sorgente di Km <1,4; 1,4-2,7; 2,7-3,2; 3,2-4,0; poste a confronto con Pisa e Toscana (come sopra);
- 7 CORONE concentriche con distanza dal punto sorgente di Km <1,4; 1,4-1,7; 1,7-2,7; 2,7-2,9; 2,9-3,2; 3,2-3,7; 3,7-4,0; poste a confronto con Pisa e Toscana (come sopra).

Il confronto con la Toscana è stato effettuato per avere informazioni su come si posizione Pisa rispetto al dato medio regionale, da utilizzare in successive indagini

Cause esaminate

Per le analisi di mortalità sono state esaminate 50 cause di morte, per i ricoveri 45, ma vengono riportati di seguito solo i risultati di qualche rilievo.

A) Analisi descrittive

Allo scopo di descrivere la distribuzione degli eventi sono presentati:

- A.1) distribuzione di frequenza e percentuale,
- A.2) tassi grezzi e standardizzati (per classi di età decennali con popolazione standard: Europa 1990-1999), per sesso e età (classi < 14, 15-64, >64 anni) per:
 - tutte le cause , - grandi gruppi di cause, - alcuni sottogruppi, - alcune cause specifiche.

B) Analisi valutative

- B.1) Per ogni causa, per sesso e per gruppi di età (classi < 14, 15-64, >64 anni) sono stati calcolati gli SMR, cioè rapporti standardizzati di mortalità o morbosità (rapporti tra casi osservati e casi attesi sulla base dei tassi standard di Pisa 1990-99 e Toscana 1990-94), ed i relativi limiti di confidenza al 95% (cioè con una probabilità di errore di I tipo uguale al 5%, tali limiti vengono utilizzati per descrivere l'ampiezza della variabilità intorno all'SMR e la sua significatività.
- B.2) Regressione logistica per studiare la relazione tra i vari eventi (variabile dipendente; y = 1 gruppo o causa specifica, 0 totale altre cause con l'esclusione di incidenti e traumatismi) e la distanza dal punto sorgente (x1), sia come misura continua entro i 4 km rispetto all'area esterna, sia come variabile categoriale (3 tipi di CORONE) sempre rispetto al resto del Comune, per ciascun genere e classe di età, con aggiustamento per

anni di età. L'analisi fornisce la stima del rischio (odds ratio) e i relativi limiti di confidenza, per le diverse corone rispetto all'area esterna. Ciascuna regressione è corredata da test di massima verosimiglianza per la valutazione della bontà di adattamento del modello.

B.3) Analisi spaziali per la verifica dell'andamento lineare mediante test chi-quadro per il trend e di tendenza alla clusterizzazione (clustering) rispetto alla distanza, su gruppi o cause specifiche per le quali sono emersi eccessi significativi di rischio nelle analisi precedentemente descritte, mediante:

B.3.1) test non parametrico di Stone (1998)

B.3.2) test parametrico di Lawson & Waller (1995)

(nota: il test di Waller è più potente per piccoli scostamenti dall'ipotesi nulla ma dipende dalla scelta di una funzione di distanza, solitamente definita $1/d^2$, il test di Stone è meno potente ma è di più facile gestione, non necessitando della scelta di una funzione di distanza, e di più facile interpretazione poiché fornisce il rapporto tra osservati e attesi nelle diverse corone di distanza)

B.3.3) test caso-controllo di Diggle per la verifica di tendenza alla clusterizzazione (cluster) rispetto alla distanza, di eventi posti a confronto con una popolazione di controllo (Diggle, 1994)

B.3.4) test caso-controllo per la identificazione di cluster spaziali inusuali, mediante espansione di corone circolari, con il metodo di Besag and Newell (1991).

Le analisi statistiche sono state effettuate con i pacchetti statistici "STATA", e "ClusterSeer-TerraSeer".

C) Analisi eventi riproduttivi

Effettuata per i seguenti endpoints:

- peso alla nascita in rapporto alla durata della gestazione (particolare un interesse sul basso peso con durata di gestazione a termine; peso < 2500 gr. con durata > 34 settimane);
- rapporto tra generi (sex ratio = m/f);
- natimortalità
- malformazioni congenite

Le indagini sono state effettuate tramite analisi descrittive della distribuzione di frequenza e dei tassi sui nati nello steso periodo (solo per natimortalità e malformazioni congenite), e tramite analisi valutative con l'uso di modelli di regressione logistica con confronto tra aree entro i 4 km e il resto dell'area comunale.

5 POTENZIALITA' E LIMITI DELLO STUDIO

Il presente studio è di tipo descrittivo-esplorativo, dunque, anche se basato su analisi statistiche valutative talvolta sofisticate, il suo scopo è quello di descrivere ed esplorare la situazione attuale “di base” dello stato di salute della popolazione residente per conoscere differenze all’interno dell’area rispetto all’esterno, identificare problemi da approfondire e fornire un quadro conoscitivo dettagliato per mettere a punto indicatori per la sorveglianza epidemiologica.

La scelta di indagare su diverse aree delimitate da corone concentriche e di testare possibili addensamenti di eventi, basata sulla residenza come unico stimatore (proxi) di esposizione, è il massimo che si può fare con i dati a disposizione.

La conoscenza di differenze in aree definite è in grado di fornire indicazioni di massima su possibili effetti sullo stato di salute della popolazione residente nell’area, conseguenti a rischi ambientali presenti da tempo sul territorio. Al contempo i risultati dell’indagine ambientale emersi non sono in grado di dare significative informazioni aggiuntive sul versante dell’associazione ambiente-salute.

Si deve, pertanto considerare che il presente studio, proprio in quanto descrittivo:

1. non è in grado di fornire spiegazioni sulle differenze di rischio riscontrate in eccesso o in difetto, ma può al più formulare ipotesi da vagliare mediante ulteriori approfondimenti mediante studi di diversa tipologia;
2. non è adeguato per attribuire gli eventi avversi osservati in eccesso all’effetto selettivo di fonti di inquinamento che sono state da tempo presenti sul territorio, per tre motivi principali:
 - a) popolazione: la popolazione non è la stessa poiché esse è “dinamica” (saldo naturale e saldo migratorio) che è stata esposta (sebbene sia stata abbastanza stabile nel periodo esaminato);
 - b) esposizione: gli eventi sono caratterizzati solo per residenza e dei soggetti non conosciamo importanti informazioni sulla esposizione individuale attribuibile alle diverse fonti inquinanti (sostanzialmente l’inceneritore e il traffico), a fattori di rischio individuale (in primis occupazione e fumo di sigarette), a possibili fattori predisponenti o di suscettibilità (es. familiarità per malattia specifica);
 - c) periodo di induzione-latenza di malattia: per molte patologie, in particolare per la maggior parte dei tumori, il periodo intercorrente tra esposizione a rischio e insorgenza di malattia (periodo di induzione-latenza) è superiore all’arco di tempo per il quale il presente studio è in grado di evidenziare effetti avversi (*esempio: per un decesso per tumore al polmone nel 1995, per il quale è verosimile un periodo di latenza di almeno 25 anni, è presumibile che l’induzione sia avvenuta negli anni ’70*).

Tutto ciò mette in evidenza la complessità di questo tipo di indagini che necessitano spesso di informazioni aggiuntive rispetto a quelle disponibili nei flussi informativi correnti e rimandano pertanto ad indagini analitiche più dettagliate e di diversa tipologia (studi epidemiologici analitico-valutativi).

6 RISULTATI

6.1 Guida alla lettura e alla interpretazione delle tabelle riassuntive

Le tabelle riportano i risultati significativi ottenuti dalle diverse analisi effettuate, evidenziati in grigio nelle tabelle in allegato (analisi SMR).

Cause

Causa o gruppi di cause di mortalità per le quali sono emersi risultati significativi dalle analisi statistiche effettuate (rapporti standardizzati di mortalità, regressione logistica multipla)

Sesso

Sesso per il quale è emerso il risultato significativo (M, F, MF).

Analisi per corona

Allo scopo di comunicare il maggior dettaglio informativo emerso dall'analisi viene riportata la corona più stretta risultata significativa, il che significa che sono significative anche le corone più ampie comprendenti quella riportata (esempio: nel caso di risultato significativo sulla corona 1,4-2,7 e 1,7-2,7, viene riportata solo la seconda corona).

Numero osservato e atteso

Viene riportato il numero di casi osservati nella corona e il numero minimo e massimo di casi attesi nella stessa corona sulla base del tasso di mortalità usato come standard di riferimento, assumendo un errore di stima del 5%.

L'intervallo tra numero minimo e massimo atteso dipende dalla dimensione della popolazione nella specifica corona ed anche dalla frequenza della causa di morte in oggetto; tanto più la popolazione è ridotta e la causa è rara tanto più è ampia l'incertezza della stima e viceversa. In altre parole le corone più vicine al centro hanno minor popolazione residente e questo aumenta la variabilità della stima, che aumenta ulteriormente se la causa in studio è rara. (esempio: range da 0 a 2 quando l'osservato è 2, variabilità = 100% rispetto all'osservato; range da 9 a 22 con osservato 22, variabilità= 60% rispetto all'osservato, range da 26 a 46 con osservato 47, variabilità= 42,5% rispetto all'osservato).

Questi dati danno al lettore una triplice informazione:

- a) sull'entità dei casi responsabili dell'eccesso o del difetto (n. osservato);
- b) sulla variabilità entro la quale tale dato si colloca (n. minimo e massimo atteso);
- c) di quanto il numero osservato supera il numero massimo atteso.

(esempio I: 2 casi osservati con un range di attesi da 0 a 2, dice che l'eccesso è dovuto a 2 casi e che questo numero è contiguo al numero massimo atteso, o in altre parole che l'eccesso è significativo ma dovuto ad un numero ridotto di decessi e di poco superiore al massimo atteso; esempio II: 36 decessi osservati rispetto ad un attesa da 15 a 29, dice che la dimensione è più cospicua e l'eccesso è sensibilmente superiore al massimo atteso).

Significatività

La significatività riporta l'esito del confronto con il riferimento di Pisa o della Toscana. Alcuni confronti risultano significativi rispetto alla Toscana e non verso Pisa, per effetto di una mortalità nel Comune più elevata rispetto al dato medio regionale. La situazione opposta di significatività verso Pisa e non verso la Toscana è motivata da una mortalità più bassa osservata nel Comune di Pisa rispetto al dato regionale (tutti i risultati significativi verso Pisa lo sono anche verso la Toscana, con l'eccezione dell'eccesso di Malattie cronico ostruttive del polmone).

A tale proposito occorre tener presente che il confronto con Pisa è effettuato sullo stesso decennio 1990-1999, mentre il confronto con la Toscana è riferito al quinquennio 1990-1994.

Sotto la voce trend è riportato il risultato del test effettuato per indagare l'esistenza o meno di un andamento lineare delle stime di rischio (odds ratio) ottenute in ciascuna corona analizzata; la presenza di un trend crescente significa una crescita significativa del rischio andando dall'esterno verso il centro, un trend decrescente marca la situazione opposta. (esempio: +(d) significa trend decrescente, con $p < 0,05$, dal centro verso l'esterno dell'area).

Sotto la voce cluster sono riportati i risultati dei test per la verifica di tendenza all'addensamento (clustering) rispetto alla distanza dal centro dell'area di studio, effettuati per le cause per le quali sono emersi eccessi significativi (esempio: (S)(W) significa risultato significativo ai test di Stone e di Waller e Lawson).

Nella analisi dei risultati, per quelle cause per le quali emerge una o più corone significativamente diverse rispetto all'esterno dell'area, la presenza o meno di un trend è da considerarsi molto importante a scopo interpretativo circa una possibile associazione crescente o decrescente rispetto al centro dell'area in studio.

6.2 Analisi della mortalità**Analisi descrittive**

L'analisi descrittiva della mortalità generale e per grandi gruppi di cause dentro e fuori l'area oggetto di studio è presentata col solo scopo di fornire al lettore una informazione "grezza" sulla dimensione del fenomeno in studio, che essendo fortemente specifico per sesso ed età necessita di strumenti analitici ad hoc e di verifiche nei gruppi e strati specifici (si vedano materiali e metodi).

Distribuzioni di frequenza e percentuali.

Comune di Pisa: decessi nel periodo 1990-1999

Area	>4 km		<4 km		Totale n.
	n.	%	n.	%	
Decessi	9.594	87,9	1.317	12,1	10.911
Popolazione (*)	82.759	86,9	12.528	13,1	95.287
Tasso x 1000	12,2		11,1		11.451

(*) Popolazione media nel decennio

La tabella mostra una simile distribuzione dei 10.911 decessi e della popolazione media nel decennio nell'area in studio e nel resto di Pisa.

Decessi per grandi gruppi di cause

gruppo	distanza	> 4 km		< 4 km		Tot. Comune	
		n.	%	n.	%	n.	%
n.c.		138	1,4	18	1,4	156	1,4
Malattie infettive		47	0,5	8	0,6	55	0,5
Tumori		2.777	28,9	383	29,1	3.160	29,0
Sistema endocrino		381	4,0	53	4,0	434	4,0
Sistema linfo-emopoietico		34	0,4	4	0,3	38	0,3
Disturbi psichici		145	1,5	17	1,3	162	1,5
Sistema nervoso		189	2,0	31	2,4	220	2,0
Sistema circolatorio		4.159	43,4	565	42,9	4.724	43,3
Sistema respiratorio		580	6,0	78	5,9	658	6,0
Sistema digerente		391	4,1	55	4,2	446	4,1
Sistema genitourinari		116	1,2	16	1,2	132	1,2
Pelle e sottocutaneo		16	0,2	2	0,2	18	0,2
Sistema muscoloschele		78	0,8	8	0,6	86	0,8
Anomalie congenite		24	0,3	3	0,2	27	0,2
Periodo perinatale		25	0,3	7	0,5	32	0,3
Condizioni maldefinit		102	1,1	13	1,0	115	1,1
Incidenti e avvelenamenti		392	4,1	56	4,3	448	4,1
Totale		9.594	100,0	1.317	100,0	10.911	100,0

La tabella mostra la dimensione dei vari gruppi di cause, evidenziando come per taluni raggruppamenti la numerosità generale, ma più in particolare quella riferita all'area di studio, risultino numericamente assai ridotte, richiamando i problemi statistici enunciati nei materiali e metodi.

Tassi grezzi per area di residenza e classi di età

Area	> 4 km			< 4 km			Pisa		
	Decessi	Tasso	LC	Decessi	Tasso	LC	Decessi	Tasso	LC
Sesso	n.	x 1.000	95%	n.	x 1.000	95%	n.	x 1.000	95%
Età									
<14	208	2,5	2,2 - 2,9	28	2,0	1,3 - 2,8	236	2,5	2,2 - 2,8
15-64	1.301	2,4	2,3 - 2,6	200	2,4	2,1 - 2,8	1.501	2,4	2,3 - 2,6
>64	8.085	48,0	47,0 - 49,1	1.089	46,9	44,2 - 49,7	9.174	47,9	46,9 - 48,9
Totale	9.594	12,2	12,0 - 12,4	1.317	11,1	10,5 - 11,7	10.911	12,1	11,8 - 12,3

(*) Popolazione media nel decennio

La tabella mostra una sostanziale uniformità dei tassi di mortalità generale entro e fuori dall'area in studio e fornisce una prima indicazione della numerosità dei decessi nelle tre classi di età, che risulta assai ridotta nella classe <14 anni.

6.2.1 Tabelle sintetiche

Il complesso delle analisi effettuate, secondo l'articolazione descritta nei metodi, ha prodotto alcuni risultati significativi che sono di seguito passati in rassegna.

Nel sottoparagrafo 10.1 sono riportati in modo completo i risultati relativi alle analisi sull'area nel suo complesso e per 3 corone.

A. Cause di mortalità risultate in eccesso nel confronto col Comune di Pisa dal complesso delle analisi spaziali effettuate (3, 4, 7 corone)

I risultati sono suddivisi secondo due categorie:

- A.1) cause per le quali si può assumere l'esistenza di una plausibilità biologica e/o epidemiologica sufficiente per ipotizzare un ruolo eziologico dell'ambiente;
- A.2) cause per le quali, o per carenza di conoscenze o per conoscenza di altre origini causali, non è verosimile porre ipotesi di associazioni con l'ambiente, ma ugualmente presentate a scopo descrittivo dello stato di salute della popolazione.

Legenda per le tabelle:

N. Oss. = numero di decessi osservati; **N. Atteso** = numero casi minimo e massimo attesi sulla base dei tassi di riferimento, calcolati secondo la distribuzione di Poisson;

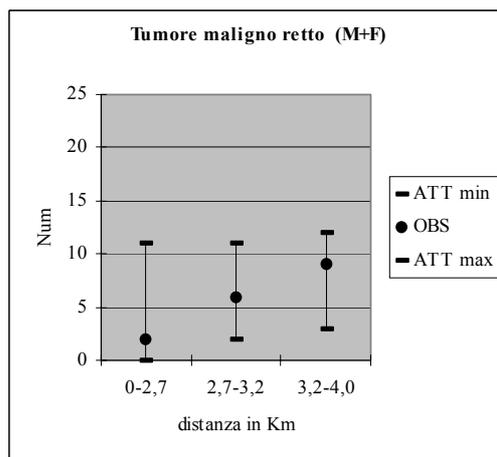
Significatività: * $p < 0,01$; + $p < 0,05$ al confronto con Pisa; (^) corona più stretta risultata significativa; **Trend:** c) crescente; d) decrescente; **Cluster:** (S) $p < 0,05$ al test di Stone; (W) $p < 0,05$ al test di Waller & Lawson; (D) $p < 0,05$ al test di Diggle.

A.1

Tumore maligno del retto (ICD.9=154)

	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività
Sesso	Significativa ^	Oss.	min	- max	p Trend Cluster
MF	3,2-3,7	8	1	- 7	+

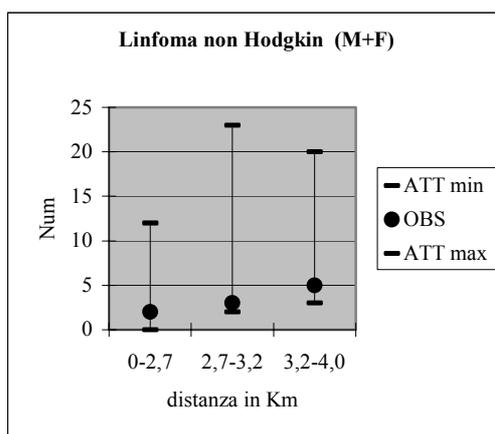
Eccesso per 8 decessi di maschi+femmine in corona medio-esterna (Km 3,2-3,7) di poco superiore a 7 decessi massimi attesi, in assenza di andamenti significativi rispetto alla distanza. L'eccesso è confermato per i soli maschi di età 35-64 (3 decessi) e >65 (3 decessi). Il fatto che i risultati ottenuti riguardino soprattutto i maschi deve essere tenuta in considerazione. Incrementi di incidenza di tumore del retto sono stati riscontrati nella letteratura di riferimento, prevalentemente legati all'alimentazione.



Linfoma Non-Hodgkin (ICD.9=200-202)

Sesso	Corona Significativa ^	N. Oss.	N. min - max	Atteso	Significatività p	Trend	Cluster
MF	0,8-1,4	2	0 - 2		+		(S)(W)

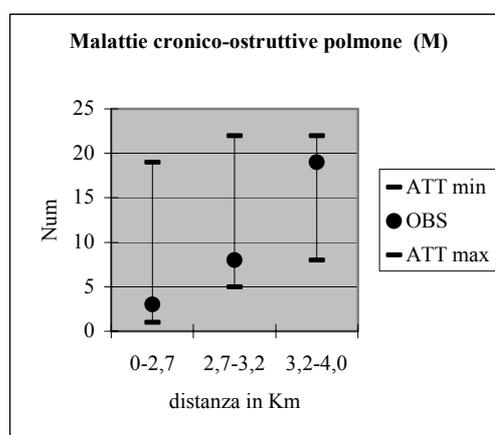
Eccesso dovuto a due decessi pari al numero massimo atteso, occorsi a metà del periodo considerato (un maschio di anni 75 e una femmina di anni 50) in area interna. Seppure in assenza di trend una tendenza all’addensamento è confermata dai test statistici più potenti. Alcuni clusters sono stati riportato nella letteratura specifica in associazione ai rischi ambientali considerati.



Malattie cronico ostruttive del polmone (ICD.9=490-496)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
M	3,2-3,7	13	4 -	13	+	+d

Un incremento su una corona esterna è emerso solo per i maschi (tutti >65 anni), con andamento decrescente dall'esterno verso l'interno. Le segnalazioni in letteratura sono molteplici soprattutto in studi di Incidenza in relazioni ad inquinamento atmosferico, in particolare da traffico veicolare. L'osservazione solo sui maschi pone problemi interpretativi di complessità superiore.

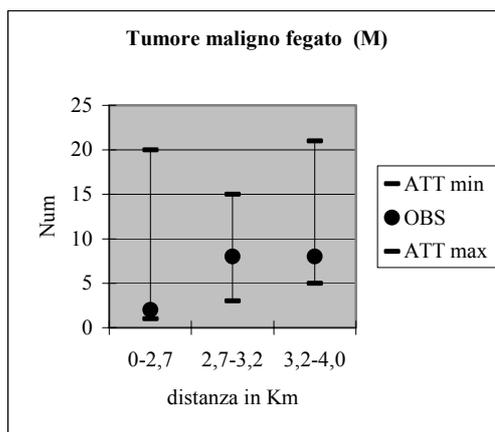
*Altri risultati emersi per specifiche classi di età*

Alcuni incrementi rispetto al riferimento di Pisa, oltre a quelli precedentemente commentati, sono emersi analizzando le cause per sesso e classe di età:

Tumore maligno del fegato (ICD.9=155)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
M	3,7-4,0	6	1 -	4	+	

Eccesso di 6 decessi rispetto ad un massimo di 4 attesi, nei soli maschi di età 35-64 in una corona esterna, in assenza di andamenti particolari. Il tumore del fegato è stato riportato in studi di mortalità e incidenza in associazione, per entrambi i sessi, con diversi rischi ambientali.

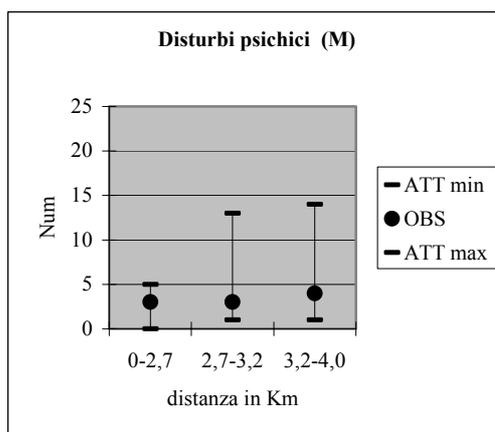


A.2

Disturbi psichici (ICD.9=290-319)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
M	1,7-2,7	3	0 -	3	+	

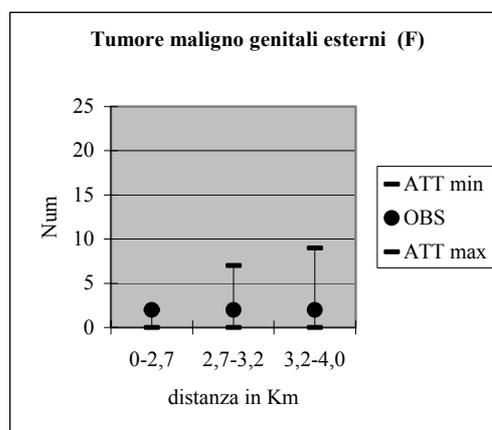
Eccesso significativo di 3 decessi, pari al numero massimo atteso, dovuto a maschi di età > 65 anni, ricadenti in corona intermedia (km 1,7-2,7), con assenza di alcun andamento significativo rispetto alla distanza. L'estrema variabilità del gruppo di cause e la ridotta numerosità debbono essere tenuti in considerazione. Nessuna segnalazione di questo tipo è stata precedentemente riportata nella letteratura specifica.



Tumore maligno dei genitali esterni (ICD.9=184)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
F	1,4-2,7	2	0 -	1	+	*c

Un modesto incremento in corona intermedia (1,4-2,7) dovuto a 2 donne >65 anni, in presenza di trend crescente dall'esterno verso l'interno. Non ci sono segnalazioni in letteratura su associazioni tra ambiente e questi tumori.



B. Cause di mortalità risultate “in difetto” nel confronto col Comune di Pisa dal complesso delle analisi spaziali effettuate (3,4,7 corone)

Malattie ischemiche del cuore (ICD.9=410-414)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
MF	3,2-4,0	65	67 -	110	+	

La corona più esterna si caratterizza per una mortalità significativamente più bassa del Comune di Pisa, solo considerando l'insieme di maschi e femmine, in assenza di trend significativo.

Malattie dell'apparato respiratorio (ICD.9=460-519)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
MF	0-2,7	4	4 -	40	+	

Una mortalità più bassa, non differenziale per sesso, emerge nell'area più interna. L'apparente trend crescente dal centro verso l'esterno non è statisticamente significativo.

Alcuni altri SMR per i quali sono emersi risultati significativamente più bassi analizzando l'area suddivisa in 7 corone, non vengono riportati a causa della elevata instabilità delle stime.

6.2.2 Commento complessivo

L'analisi della mortalità decennale nel complesso evidenzia una situazione simile nell'area in studio rispetto al resto del Comune di Pisa, con la sola eccezione di un modesto eccesso di tumori dei genitali esterni (6 femmine pari al numero massimo atteso).

Entrando in maggior dettaglio, analizzando l'area secondo corone concentriche rispetto a diversa distanza dal centro, emergono alcune differenze sia in eccesso che in difetto.

Nonostante i limiti dovuti all'elevato numero di test statistici eseguiti e alla instabilità delle stime (bassa numerosità e ridotta potenza) per precauzione sono stati presentati e commentati tutti gli scostamenti significativi, con particolare riferimento a quelli in eccesso e riferibili a possibili associazioni con l'ambiente. Tra questi sono considerati degni d'attenzione un addensamento di due decessi per linfoma non-Hodgkin nell'area più vicina al centro, e due eccessi relativi a decessi per tumore maligno del retto e per malattie cronico-ostruttive del polmone nella fascia più esterna dell'area. Il fatto che l'eccesso osservato per le malattie cronico-ostruttive del polmone, confermato anche per l'intero gruppo delle malattie respiratorie, sia risultato solo nei maschi pone problemi interpretativi più complessi rispetto ad una possibile associazione diretta con soli inquinamenti ambientali locali, rimandando ad un approfondimento da effettuarsi mediante un diverso approccio epidemiologico (studio analitico di tipo valutativo).

6.3 Analisi dei ricoveri ospedalieri

Per ottenere un primo quadro generale della situazione sanitaria dei residenti in prossimità della fonte di inquinamento sono state individuate alcune patologie *target* in base alla letteratura scientifica relativa agli effetti sanitari delle emissioni da inceneritori e, fra queste, maggiore attenzione è stata rivolta alla valutazione di quelle patologie ritenute particolarmente interessanti in seguito all'analisi di mortalità.

Tutte le patologie sono state individuate fra le quattro diagnosi riportate sulla scheda SDO (una diagnosi di dimissione e tre diagnosi accessorie) facendo riferimento al codice della classificazione ICD IX (International Classification of Disease) considerato sulla base della terza cifra.

Analisi descrittive

Percentili della distribuzione dei *ricoverati* al di sotto dei 4000 mt dal punto sorgente

Variabile	Osservazioni	Percentili	Distanza in metri dal centroide
Distanza(\leq 4000)	4.449	2,5	1207
		5,0	1707
		10,0	2500
		25,0	2924
		50,0	3208
		75,0	3722

Frequenze assoluta e percentuali dei *ricoverati* distinti in base alla distanza dal punto sorgente

Aree	N	% (1)	% (2)
0 - 1400	123	2,76	0,40
1401 - 2700	414	9,31	1,34
2701 - 3200	1639	36,84	5,31
3201 - 4000	2273	51,09	7,37
Tot < 4000	4.449	100,00	85,57
Tot > 4000	26.391		
Comune PI	30.840		100,00

(1) percentuale sul totale dei ricoverati entro i 4km

(2) percentuale sul totale dei ricoverati del Comune di Pisa

6.3.1 Tabelle sintetiche

Il complesso delle analisi effettuate, secondo l'articolazione descritta nei metodi, ha prodotto alcuni risultati significativi che sono di seguito passati in rassegna.

Nel sottoparagrafo 10.2 sono riportati in modo completo i risultati relativi alle analisi sull'area nel suo complesso e per 3 corone.

A. Cause di ricovero risultate in eccesso nel confronto col Comune di Pisa dal complesso delle analisi spaziali effettuate (3,4,7 corone)

I risultati sono suddivisi secondo due categorie:

A.1) cause per le quali si può assumere l'esistenza di una plausibilità biologica e/o epidemiologica sufficiente per ipotizzare un ruolo eziologico dell'ambiente;

A.2) cause per le quali, o per carenza di conoscenze o per conoscenza di altre origini causali, non è verosimile porre ipotesi di associazioni con l'ambiente, ma ugualmente presentate a scopo descrittivo dello stato di salute della popolazione.

Legenda per le tabelle:

N. Oss. = numero di decessi osservati; **N. Atteso** = numero casi minimo e massimo attesi sulla base dei tassi di riferimento, calcolati secondo la distribuzione di Poisson;

Significatività: * $p < 0,01$; + $p < 0,05$ al confronto con Pisa; (^) corona più stretta risultata significativa; **Trend:** c) crescente; d) decrescente; **Cluster:** (S) $p < 0,05$ al test di Stone; (W) $p < 0,05$ al test di Waller & Lawson; (D) $p < 0,05$ al test di Diggle.

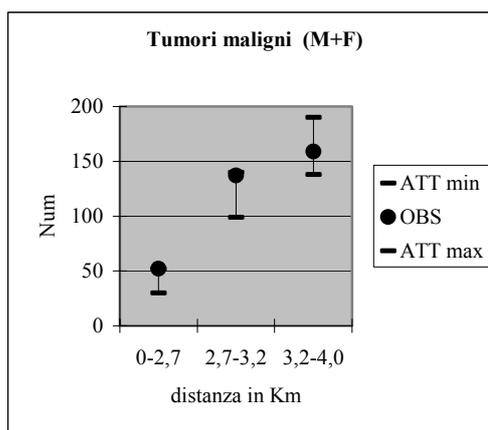
NOTA: I RICOVERI SONO RIFERITI A DIVERSI SOGGETTI

A.1

Tumori maligni (ICD.9=140-208)

Sesso	Corona	N. Oss.	N. min	N. max	Atteso	Significatività		
	Significativa ^					p	Trend	Cluster
MF	0-3,2	86	47	-	80	+	+	

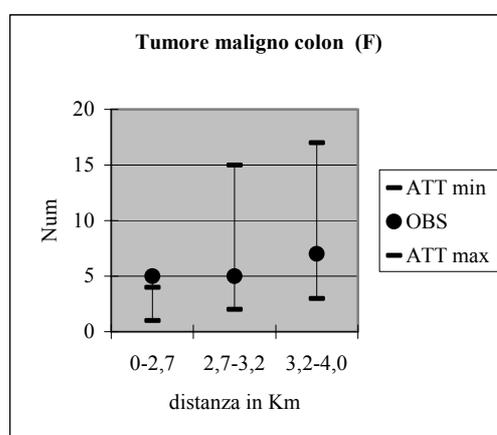
Eccesso riferito a 86 ricoverati (9 maschi in corona prossimale e 77 femmine in corona intermedia), superiore di 6 unità al numero di ricoverati massimi attesi, in presenza di un trend significativo rispetto alla distanza solo per i maschi. L'eccesso è concentrato nella classe >65.



Tumore maligno del colon (ICD.9=153)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività			
	Significativa ^	Oss.	min	-	max	p	Trend	Cluster
F	0-2,7	5	1	-	4	+		

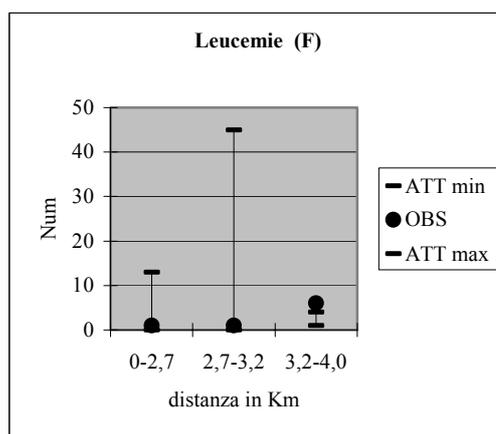
Eccesso riferito a 5 ricoveri di femmine di età 35-64 in corona prossimale al centro, di poco superiore ai 4 ricoveri massimi attesi, in assenza di andamenti significativi rispetto alla distanza.



Leucemie (ICD.9=204-208)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività			
	Significativa ^	Oss.	min	-	max	p	Trend	Cluster
F	3,2-4,0	6	1	-	4	+		

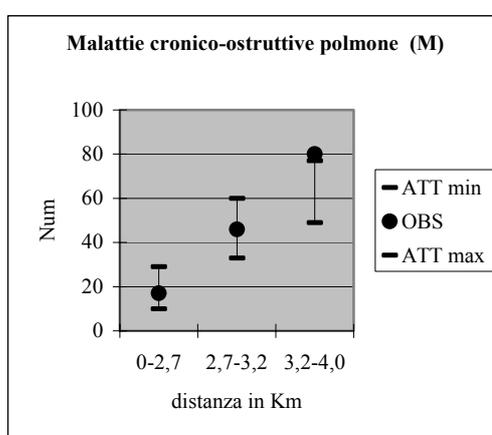
Eccesso riferito a 6 donne ricoverate di età <64 anni in corona esterna, superiore di 2 unità rispetto al numero massimo atteso, in assenza di trend significativo rispetto alla distanza.



Malattie cronico ostruttive del polmone (ICD.9=490-496)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min - max	p	Trend	Cluster
M	3,2-4,0	80	49 - 77		+	

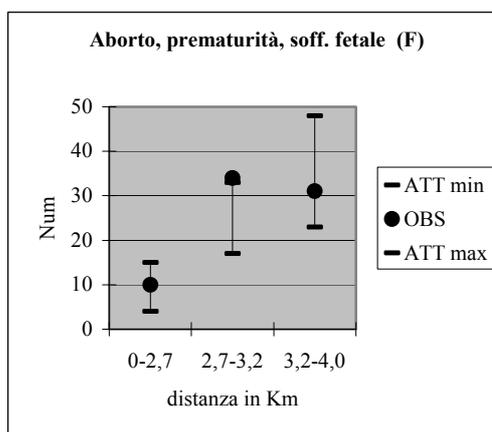
Eccesso riferito a 80 ricoverati maschi di età 15-54 in corona esterna, superiore di 3 ricoveri rispetto al numero massimo atteso, in assenza di andamenti significativi rispetto alla distanza.



Aborto, prematurità e sofferenza fetale (ICD.9=634, 656, 764, 765)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min - max	p	Trend	Cluster
F	2,7-3,2	34	17 - 33		+	

Eccesso riferito a 34 ricoverate di età <34 in corona intermedia, di poco superiore ai 33 ricoveri massimi attesi, in assenza di trend significativo rispetto alla distanza.



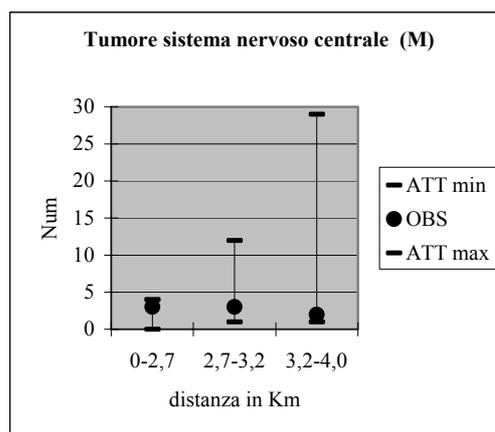
Altri risultati emersi per specifiche classi di età e in corone più ristrette

Alcuni incrementi rispetto al riferimento di Pisa, oltre a quelli precedentemente commentati, sono emersi analizzando le cause per sesso e classe di età:

Tumori del sistema nervoso centrale (ICD.9=191-192, 225, 239.6)

Sesso	Corona	N. Oss.	N. min	N. max	Atteso	Significatività	
	Significativa ^					p	Trend
M	0-1,4	2	0	-	1	+	(S)(W)

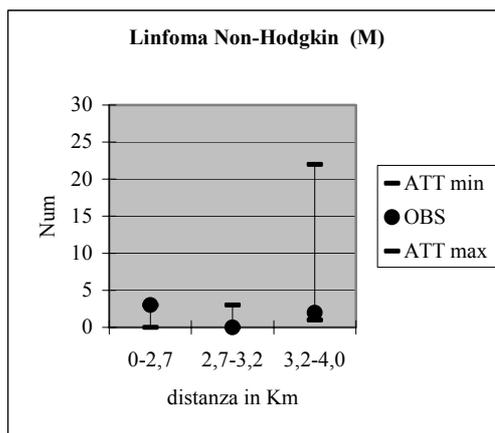
Eccesso riferito a 2 ricoveri di maschi in corona interna, superiore di una unità rispetto al numero massimo atteso, in presenza di trend significativo rispetto alla distanza e di tendenza all'addensamento (*test di Stone e di Waller-Lawson*).



Linfoma non Hodgkin (ICD.9=200,202)

Sesso	Corona	N. Oss.	N. min	N. max	Atteso	Significatività	
	Significativa ^					p	Trend
M	1,4-2,7	3	0	-	3	+	

Eccesso riferito a 3 ricoveri di maschi in corona interna (2 di età <35 anni), pari al numero massimo atteso, in assenza di trend significativo rispetto alla distanza.

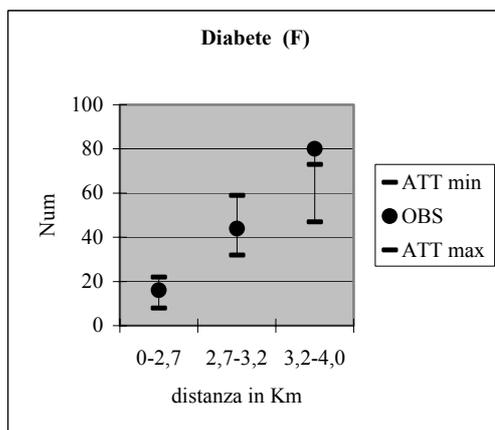


A.2

Diabete (ICD.9=250)

Sesso	Corona Significativa ^	N. Oss.	N. min - max	Atteso	Significatività p	Trend	Cluster
F	3,2-4,0	80	47 - 73	73	+		

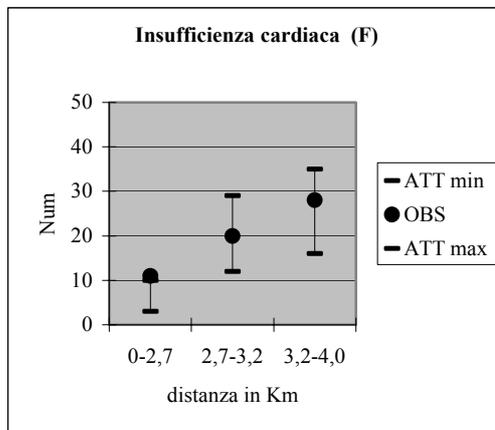
Eccesso significativo riferito a 80 ricoverate, rispetto a 73 ricoveri massimi attesi, dovuto a femmine di età > 35 anni residenti in corona più esterna, in assenza di trend significativo rispetto alla distanza.



Insufficienza cardiaca (ICD.9=428)

Sesso	Corona Significativa ^	N. Oss.	N. min - max	Atteso	Significatività p	Trend	Cluster
F	0-2,7	11	3 - 10	10	+		

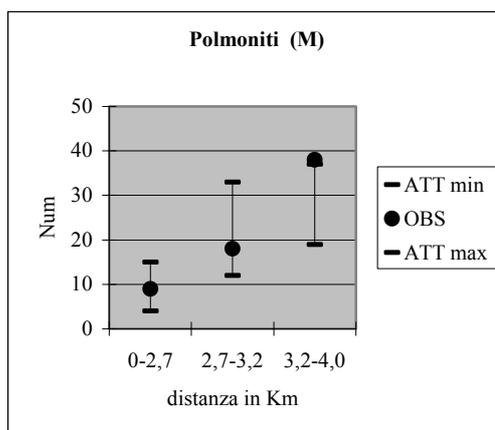
Eccesso significativo riferito a 11 ricoveri, di poco superiore al numero massimo atteso, dovuto a femmine di età > 35 anni residenti in corona prossimale, in assenza di trend significativo rispetto alla distanza.



Polmoniti (ICD.9=480-486)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
M	3,2-4,0	38	19 -	37	+	

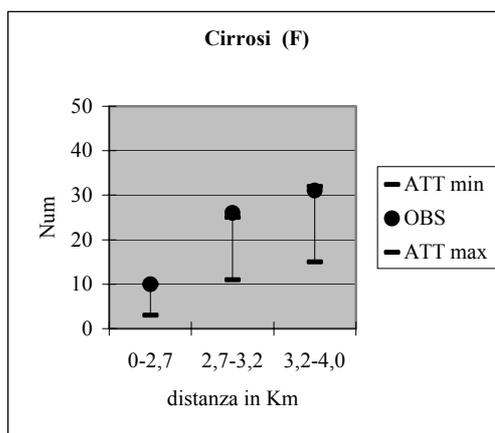
Eccesso significativo riferito a 38 ricoveri, di poco superiore al numero massimo atteso, dovuto a maschi di età > 65 anni residenti nella corona più esterna, ma in assenza di trend significativo rispetto alla distanza. Sebbene dovute a causa virale le polmoniti sono state alcune volte riportate in associazione con l'inquinamento da traffico veicolare, ipotizzando un effetto di aggravamento (modificatore di effetto).



Cirrosi (ICD.9=571)

Sesso	Corona	N.	N.	Atteso	Significatività	
	Significativa ^	Oss.	min -	max	p	Trend Cluster
F	0-3,2	36	14 -	36	+	

Eccesso significativo riferito a 36 ricoverati, pari al numero massimo atteso, dovuto a femmine di età > 65 anni ricadenti in corona intermedia, in assenza di trend significativo rispetto alla distanza.



6.3.2 *Commento complessivo*

L'analisi delle schede di dimissione ospedaliera relative al quinquennio 1996-2000 evidenzia nel complesso una situazione simile dell'area in studio rispetto al resto del Comune di Pisa, fatta eccezione per una maggiore occorrenza di ricoveri nelle femmine per: Leucemie (8 ricoveri rispetto ad un massimo atteso di 7), diabete (140 ricoverati rispetto ad un massimo atteso di 135) e cirrosi (67 a fronte di 55 attesi massimi).

L'analisi secondo corone concentriche rispetto a diversa distanza dal centro mette in evidenza alcune ulteriori differenze degne di attenzione.

Tra il gruppo di cause "tumori maligni" in eccesso per le femmine nella corona intermedia, risulta confermato un eccesso di ricoveri per leucemie ma nella corona più esterna ed in assenza di trend e un eccesso di ricoveri per tumori del colon in corona più interna, anch'esso in assenza di trend. Sempre per le donne è emerso una frequenza di ricoveri più elevata per abortività e sofferenza fetale, confermato in una sola corona spaziale ed in assenza di trend.

Alcuni eccessi emergono per i maschi in riferimento a ricoveri per malattie cronic-ostruttive del polmone e polmoniti nell'area più esterna e per tumori del sistema nervoso centrale e linfoma non Hodgkin nell'area più interna, anche se per addensamenti di numerosità estremamente ridotta.

6.4 Eventi riproduttivi sfavorevoli

6.4.1 Natalità

La natalità nell'area in studio è stata nel periodo 1996-1998 significativamente inferiore a quella nel resto di Pisa :

Tasso di natalità nel periodo 1996-1998

Area	Num.	Tasso (per 1.000 ab.)	Lim. conf. 95%
area in studio	161	4,28	(0,0 - 4,94)
resto di Pisa	1486	5,99	(5,68 - 6,29)
Comune di Pisa	1647	5,76	(5,48 - 6,04)

6.4.2 Rapporto tra generi

La distribuzione per sesso non risulta eterogenea nelle classi di distanza.

Complessivamente si osserva un rapporto tra sessi (M/F) uguale a 1,15, con 882 maschi (53,5%) e 765 femmine (46,4%), che nelle corone più interne (ad iniziare da 3,2 Km) risulta invertito con valori percentuali di femmine rispettivamente uguali a 64,3, 60,0 e 53,12, che per effetto della modesta numerosità nelle corone interne non produce significatività statistica del test.

sesso	distanza					Total
	>4,0	3,2-4,0	2,7-3,2	1,4-2,7	<1,4	
F	686	33	34	9	3	765
	89.67	4.31	4.44	1.18	0.39	100.00
	46.16	42.31	53.12	64.29	60.00	46.45
M	800	45	30	5	2	882
	90.70	5.10	3.40	0.57	0.23	100.00
	53.84	57.69	46.88	35.71	40.00	53.55
Total	1486	78	64	14	5	1647
	90.22	4.74	3.89	0.85	0.30	100.00

Pearson $\chi^2(4) = 3.8928$ Pr = 0.421

Distribuzione del sesso nei neonati secondo la distanza (4 classi < 4 km e resto di Pisa)

6.4.3 Durata della gestazione

Sono state considerate quattro classi di età gestazionale:

1) ≤ 28 settimane; 2) 29-34 settimane; 3) 35-36 settimane; 4) ≥ 37 settimane.

Non emergono differenze statisticamente significative né dall'analisi della distribuzione di frequenza per classe di distanza ($\chi^2(12)=18.19$; Pr = 0.110), né dall'analisi della varianza effettuata sulla variabile continua in settimane di gestazione ($F=1,43$, $p=0,22$).

Settimane Gestazione	distanza					Total
	>4,0	3,2-4,0	2,7-3,2	1,4-2,7	<1,4	
< 28	7 87.50 0.53	1 12.50 1.37	0 0.00 0.00	0 0.00 0.00	0 0.00 0.00	8 100.00 0.54
29-34	24 80.00 1.80	2 6.67 2.74	4 13.33 6.90	0 0.00 0.00	0 0.00 0.00	30 100.00 2.03
35-36	88 88.89 6.60	10 10.10 13.70	1 1.01 1.72	0 0.00 0.00	0 0.00 0.00	99 100.00 6.69
•37	1214 90.46 91.07	60 4.47 82.19	53 3.95 91.38	10 0.75 100.00	5 0.37 100.00	1342 100.00 90.74
Totale	1333 90.13	73 4.94	58 3.92	10 0.68	5 0.34	1479 100.00

Pearson chi2(12) = 18.1934 Pr = 0.110

Durata di gestazione per distanza (4 classi < 4 km e resto di Pisa)

dist	Summary of etagestaz		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
>4,0	35.26	12.17	1486
3,2-4,0	36.29	10.35	78
2,7-3,2	35.54	11.65	64
1,4-2,7	28.78	18.90	14
<1,4	41.00	0.70	5
Total	35.29	12.13	1647

Source	Analysis of Variance				
	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	838.972067	4	209.743017	1.43	0.2229
Within groups	241488.301	1642	147.069611		
Total	242327.273	1646	147.221915		

Bartlett's test for equal variances: chi2(4) = 28.6674 Prob>chi2 = 0.000

Durata di gestazione per classe di distanza (ANOVA)

6.4.4 Peso alla nascita e peso in rapporto alla durata della gestazione

Dall'analisi della varianza effettuata sul peso alla nascita considerato come variabile continua (in grammi) è emersa una sostanziale omogeneità tra le varie corone considerate ($F=0,72$, $p=0,58$).

dist	Summary of peso		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
>4,0	3288	519.3	1486
3,2-4,0	3252	568.6	78
2,7-3,2	3244	492.4	64

1,4-2,7	3451	435.3	14		
<1,4	3478	325.1	5		
Total	3286	519.6	1647		
Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	772981.328	4	193245.332	0.72	0.5815
Within groups	443618847	1642	270169.822		
Total	444391828	1646	269982.885		
Bartlett's test for equal variances: $\chi^2(4) = 3.6149$ Prob> $\chi^2 = 0.461$					

Peso alla nascita per classe di distanza (ANOVA)

L'analisi della combinazione tra peso alla nascita e durata gestazione è stata effettuata considerando 3 categorie:

1. basso peso per età gestazionale normale
2. basso peso per ridotta durata gestazione
3. peso e durata gestazione nella norma.

Nella categoria più importante da osservare 'basso peso per età gestazionale normale', risulta più rappresentata la percentuale di nati nella corona più esterna (3,2-4,0 Km), rispetto al valore osservato sul totale (5,5% vs 3,9%), sebbene sostenuta da una esigua numerosità.

pesodurata	distanza					Total
	>4,0	3,2-4,0	2,7-3,2	1,4-2,7	<1,4	
basso-norm.	52	4	1	0	0	57
	91.23	7.02	1.75	0.00	0.00	100.00
	3.90	5.48	1.72	0.00	0.00	3.85
basso-bassa	25	0	4	0	0	29
	86.21	0.00	13.79	0.00	0.00	100.00
	1.88	0.00	6.90	0.00	0.00	1.96
norm-norm	1256	69	53	10	5	1393
	90.17	4.95	3.80	0.72	0.36	100.00
	94.22	94.52	91.38	100.00	100.00	94.19
Totale	1333	73	58	10	5	1479
	90.13	4.94	3.92	0.68	0.34	100.00
Pearson $\chi^2(8) = 10.8535$ Pr = 0.210						

Peso per durata secondo la distanza (4 classi <4km e resto di Pisa)

6.4.5 Natimortalità e mortalità infantile

Nel periodo 1996-2000 sono stati osservati 9 nati morti residenti nel Comune di Pisa, pari ad un tasso di natimortalità di 3,28 per 1000 nati. Nell'area in studio sono stati individuati 3 soggetti residenti pari al 33,3% del totale, con un tasso di natimortalità sensibilmente più elevato rispetto al resto di Pisa, anche se statisticamente non significativo a causa della esiguità numerica.

Tasso di natimortalità nel periodo 1996-2000

Area	Num.	Tasso	Lim. conf. 95%
------	------	-------	----------------

		<i>(per 1.000 nati)</i>	
area in studio	3	11,18	(0,0 - 23,83)
resto di Pisa	6	2,42	(0,48 - 4,36)
Comune di Pisa	9	3,28	(1,14 - 5,42)

Anche per la mortalità infantile il numero di decessi è stato molto ridotto (4 nell'area, tutti per cause perinatali, rispetto a 13 all'esterno, di cui 10 per cause perinatali), così da produrre una ampia variabilità attorno ai tassi.

Tasso di mortalità infantile nel periodo 1992-1999

<i>Area</i>	<i>Num.</i>	<i>Tasso</i> <i>(per 1.000 nati)</i>	<i>Lim. conf. 95%</i>
area in studio	4	6,93	(0,14 - 13,72)
resto di Pisa	13	2,44	(1,11 - 3,77)
Comune di Pisa	17	2,88	(1,51 - 4,25)

Tutti i decessi sono riferiti a residenti nelle corone più esterne.

6.4.6 Malformazioni congenite

Nel periodo 1992-99, tramite il Registro Toscano Difetti Congeniti, sono stati rilevati 64 casi con difetti congeniti (nati vivi, nati morti o interruzioni di gravidanza a seguito di diagnosi prenatale di difetto congenito) su 4.973 nati, residenti nel Comune di Pisa, per una prevalenza alla nascita di 12,87 per 1.000 nati..

La prevalenza alla nascita risulta più elevata nell'area in studio rispetto al resto di Pisa, seppure in modo non significativo, per effetto della ridotta numerosità.

Prevalenza alla nascita di malformazioni congenite, diagnosticate in IVG e nati, nel periodo 1996-2000

<i>Area</i>	<i>Nati</i>	<i>Num.</i>	<i>Tasso</i> <i>(per 1.000 nati)</i>	<i>Lim. conf. 95%</i>
area in studio	486	9	18,51	(6,42 – 30,42)
resto di Pisa	4487	55	12,26	(9,02-15,49)
Comune di Pisa	4973	65	12,87	(19,72-16,02)

La distribuzione per 3 e 4 corone non mostra alcuna eterogeneità o trend di particolare interesse.

L'analisi del tipo di malformazioni riscontrate nell'area non evidenzia aggregati della stessa condizione o di condizioni eziologicamente omogenee.

6.4.7 Considerazioni complessive

La gran parte degli eventi riproduttivi considerati sono rari e questo determina una difficoltà intrinseca nell'analizzare indicatori riferiti a aree territoriali ristrette e a serie storiche limitate a causa della bassa potenza statistica, ovvero della ridotta capacità di evidenziare differenze con accettabili margini di

incertezza. Nonostante i numerosi confronti effettuati non siano risultati statisticamente significativi, ad eccezione della mortalità infantile, risultata più elevata nell'area in studio per 4 decessi rispetto a 2 attesi nel decennio 1990-1999, alcuni segnali di differenza dell'area in studio emergono per una inversione del rapporto tra sessi e per tassi più elevati di natimortalità e malformazioni congenite. Tali segnali, seppure basati su numerosità estremamente ridotta, se aggiunti al più basso quoziente di natalità osservato nell'area, conferiscono all'area stessa una situazione caratteristica della salute riproduttiva degna di attenzione, in particolare in riferimento a programmi di monitoraggio.

7 Considerazioni complessive sui risultati dell'analisi su mortalità, morbosità, esiti riproduttivi

I risultati delle analisi non evidenziano, in generale, differenze significative fra l'area di studio e il resto del comune di Pisa per quelle patologie maggiormente correlate con gli inquinanti ambientali indagati.

Soltanto l'analisi di morbosità rileva un eccesso di leucemie nel sesso femminile quantificabile in 7 casi attesi a fronte degli 8 casi osservati con un'estrema variabilità nei limiti di confidenza del indicatore di rischio (SMR = 262.7; IC95%: 113.3- 517.6).

Le altre patologie per le quali sono emersi risultati significativi (tumori dei genitali esterni nell'analisi di mortalità; diabete e cirrosi nell'analisi di morbosità) sono correlabili con esposizioni di vario genere fra cui assumono particolare peso quelle dovute ad abitudini di vita voluttuarie (dieta, consumo di bevande alcoliche, etc).

Il livello di maggior dettaglio, ottenuto suddividendo l'area in esame in corone concentriche, concorda sulla presenza di un eccesso di mortalità e morbosità per le malattie cronico ostruttive del polmone nella corona più esterna, sebbene tale eccesso sia quantificabile in pochi casi, limitati al solo sesso maschile e non supportati dalla presenza di un trend significativo rispetto alla distanza.

Anche in questo caso, per il quale si può avanzare una ipotesi circa una possibile associazione con l'esposizione ad inquinamento da traffico veicolare, l'eventuale effetto di inquinanti diversi da quelli ambientali non può essere ignorato in seguito alla restrizione del risultato al solo sesso maschile, per il quale risulterebbe plausibile presupporre esposizioni di tipo occupazionale o confondimenti dovuti a stili di vita quali l'abitudine al fumo.

Gli eccessi relativi al tumore del retto (mortalità) e a quello del colon (morbosità), oltre ad essere riconducibili principalmente ad abitudini alimentari non corrette, risultano discordi rispetto al sesso dei soggetti colpiti e alla loro collocazione spaziale.

I risultati dell'analisi relativa agli esiti della riproduzione (paragrafo 6.4), e la considerazione dal dato relativo ai ricoveri per abortività e sofferenza fetale, indicano la necessità di approfondire le indagini relative a questo settore.

Di difficile interpretazione appaiono invece gli eccessi di linfoma non-Hodgkin concentrati nelle corone più interne. Anche in questo caso le analisi hanno fornito risultati non pienamente concordanti in merito al sesso dei casi osservati (un maschio e una femmina per la mortalità e tre maschi per la morbosità) e all'età (sopra i 50 anni per la mortalità e due casi su tre al di sotto dei 30 anni per la morbosità), sebbene entrambe concordino sulla numerosità estremamente ridotta degli addensamenti rilevati.

La lettura congiunta dei risultati delle analisi fornisce nel complesso un quadro coerente, sebbene degno di ulteriori approfondimenti soprattutto in merito a quegli eventi sentinella evidenziati nell'ambito della morbosità, ovvero a quelle patologie per le quali sia stata assunta una plausibilità sufficiente per ipotizzare un ruolo eziologico dell'ambiente.

8 Bibliografia

Bibliografia dei metodi statistici utilizzati

Besag J, Newell J. The detection of clusters in rare diseases, *J Royal Stat Soc, Series A*, 1991; 154:143-55.

Freda E. Alexander, P.Boyle (eds). *Methods for investigating Localized clustering of Disease*. IARC Sci Publ, Lyon, 1996; 135.

Diggle PA. point process modelling approach to raised incidence of a rare phenomenon in the vicinity of a prespecified point. *J Royal Stat Soc*, 1990, 153:349-62.

Diggle PJ. Rowlinson BS. A conditional approach to point process modeling of elevated risk. *J Royal Stat Soc*, 1994; 157:433-40.

Lawson AB. *Score test for detection of spatial trend in morbidity data*, Dundee: Institute of Technology, 1989.

Stone RA. Investigations of excess environmental risks around putative sources: statistical problems and a proposed test. *Statistics in Medicine* 1998; 7:649-60.

Waller LA, Turnbull BW. Clark LC., Nasca P., *Chronic diseases surveillance and testing of clustering of disease and exposure: application to leukemia incidence and TCE-contaminated dumpsites in upstate New York*, *Environmetrics*, 1992; 3(3): 281-300.

Waller L, Lawson AB. The power of focused tests to detect disease clustering. *Statistics in Medicine* 1995; 14:2323-34.

9 Schede tecniche - Procedure di linkage – Metodi di analisi

BOX 1

Mortalità

- ❖ Recupero delle informazioni sui residenti deceduti dall'Archivio del Comune di Pisa nel periodo compreso tra il 24/06/1990 ed il 31/12/1999;
- ❖ Acquisizione delle schede individuali di morte codificate dal Registro di Mortalità Regionale (RMR) e conservate presso il Dipartimento di Prevenzione-U.O. di Igiene e Sanità Pubblica della Azienda USL.n.5 di Pisa;
- ❖ Identificazione della popolazione residente nel Comune di Pisa nel periodo 1990-1999 suddivisa per sezioni di censimento, prendendo come riferimento l'Archivio Anagrafico;
- ❖ Procedura di linkage tra i dati anagrafici e quelli ottenuti dal RMR in modo tale da avere per ogni individuo l'informazione sulla causa di morte già codificata. Questa operazione è stata condotta usando un software appositamente elaborato;
- ❖ Georeferenziazione dei soggetti al fine di individuare la popolazione abitante per corona e indagare, successivamente, l'esistenza o meno di una distribuzione spaziale anomala di decessi per causa specifica;
- ❖ Analisi dei dati (calcolo dei tassi di mortalità specifici per età, sesso e cause di morte attraverso standardizzazione diretta ed indiretta e calcolo dei rischi cumulativi). Come popolazione di riferimento si è usata la provincia pisana e la regione toscana.

BOX 2

Procedura di linkage per dati di mortalità

DEFINIZIONE DEGLI ARCHIVI:

Archivio Anagrafe del Comune di Pisa:

Archivio dei deceduti per il periodo compreso fra 24-06-1990 ed il 25-01-2001.

Records totali 12258 di cui:
11047 Records corrispondenti ai deceduti nel periodo compreso fra il 24-06-1990 al 31-12-1999.

Descrizione Campo:

- Codice Famiglia
- Codice Individuale
- Codice Stato Civile
- N° caratteri Cognome
- Cognome e Nome
- Sesso
- Rapporto di Parentela
- Cittadinanza (codice Stato)
- data di nascita
- Cod. Istat Comune di nascita
- Codice Fiscale

- Codice Via /P.zza/etc.di residenza
- N° Civico
- Esponente N° Civico
- C.A.P.
- Data inizio ultimo domicilio
- Data inizio Residenza
- Codice Istat Comune di Immigrazione
- Tipologia Variazione M = morto
- Data evento
- Cod.Istat Comune di evento

Archivio Registro di Mortalità Regionale:

Archivio dei deceduti residenti nei Comuni di Pisa e Cascina
per il periodo dal 1987 al 1999

Records totali 30065 di cui:
records 14953 corrispondenti ai deceduti nel periodo compreso dal 24-06-
1990 al 31-12-1999; tra questi i residenti nel Comune di Pisa sono
10966 records.

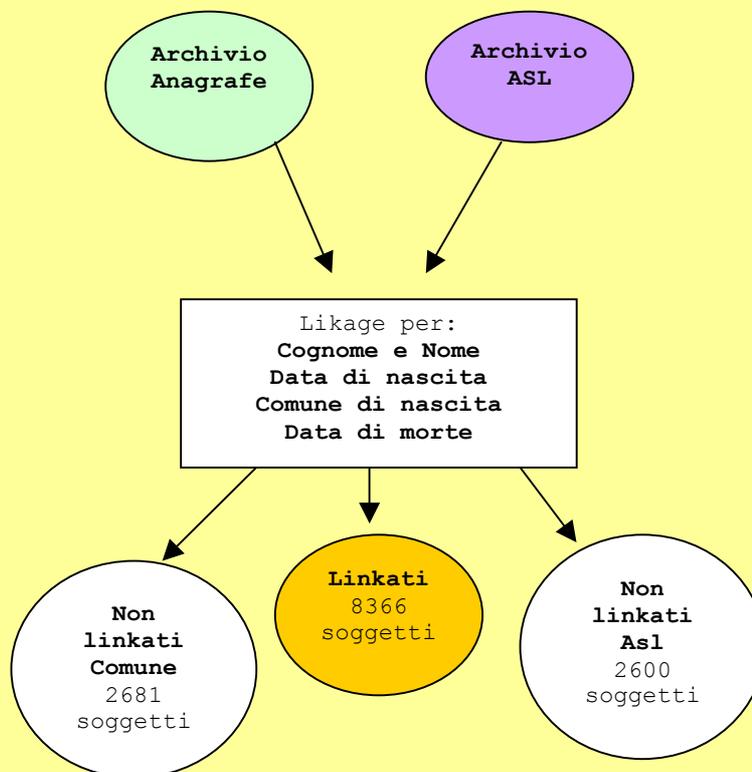
Descrizione Campo:

- Nome e Cognome
- anno di nasc
- mese di nascita
- giorno di nascita
- Prog(indica se all'interno del RMR ci sono degli omonimi)
- Numero identificativo del RMR
- sesso
- Codice Istat Comune di Morte
- Anno di morte
- Mese di morte
- Giorno di morte
- Luogo di morte
- Luogo accidentale di morte
- Cittadinanza
- Stato Civile
- Comune di Residenza
- Istruzione
- Portatore (X=tumore H=HIV K=tumore ed HIV)
- Causa morte
- Causa violenta
- Indice di qualità del RMR
- Comune di nascita
- Codice Fiscale
- Età

DESCRIZIONE DELLE FASI OPERATIVE

1. Acquisizione dell'Archivio Anagrafico dei deceduti del comune di Pisa per il periodo 1990-2000 e dell'Archivio della Asl per il periodo 1987-1999.
2. Effettuazione del linkage tra i deceduti denunciati presso l'anagrafe e l'archivio dei deceduti della Asl, considerando per entrambi il periodo dal 24-06-1990 al 31-12-1999.
Le procedure di linkage hanno prodotto archivi differenti in corrispondenza di chiavi di linkage di tipo diverso.

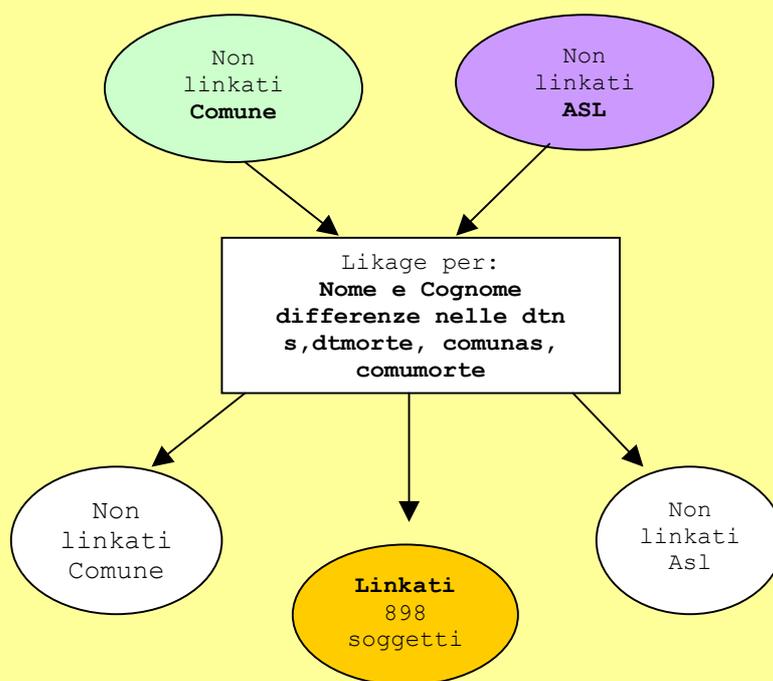
3. Esecuzione di un linkage a zero cifre, cioè accoppiamento dei dati del Comune e della Asl che coincidono perfettamente, usando come chiave COGNOME, NOME e DATA di NASCITA completi. Con questo primo Link sono stati accoppiati 8366 records, quindi è stato recuperato il 75,72% dei soggetti per il Comune ed il 76,72% dei soggetti per la Asl.



4. Per i "non linkati" è stato realizzato un ulteriore passaggio (Linkage ad una cifra) cioè accoppiamento dei dati che differiscono per una sola variabile, utilizzando una seconda chiave: NOME e COGNOME perfettamente coincidente e differenze nella DATA di NASCITA o nella DATA di DECESSO o per il COMUNE di NASCITA o il COMUNE di DECESSO.
5. Con questo secondo passaggio si sono "agganciati" 898 soggetti ovvero l'8,12%. Infine è stato fatto un ultimo Linkage Manuale accoppiando i dati che differiscono per più di una variabile, usando come la terza chiave: DATA di NASCITA, INIZIALI del NOME o del COGNOME, ASSONANZA del COGNOME. La risoluzione manuale è stata condotta usando il programma STUDEPID che consente di ricercare i dati in 2 tabelle (Anagrafe ed Asl). La procedura ha consentito il recupero di 1635 soggetti ovvero il 14% dei soggetti per il Comune ed il 15% per la ASL.
6. Controllo dei "non linkati ASL" e dei "non linkati del Comune" riuscendo ad agganciare altri 19 soggetti che non si erano potuti risolvere nei passaggi precedenti. Di questi 19 soggetti:
- il 63,2% non è stato risolto perché inserito su records riportanti al posto del nome la dicitura "SENZA NOME" oppure con un nome contenente caratteri errati;

— il 36,8% è rappresentato dai soggetti "nati e morti lo stesso giorno". Questi risultano compresi nell'Archivio dell'ASL ma non nell'Archivio dell'Anagrafe usato per il linkage.

7. Alla fine dei lavori i records accoppiati sono stati 10916 ovvero il 98,8% dei soggetti per il Comune e il 99,5% per la ASL.
per il Comune ed 8,19% per l'Asl.



BOX 3

IDENTIFICAZIONE DELLA POPOLAZIONE

Uno dei problemi più importanti nell'affrontare gli studi di mortalità riguarda la popolazione a cui riferire i dati rilevati. Occorre perciò conoscere l'ammontare della popolazione da usare come denominatore nel calcolo dei tassi.

L'ammontare complessivo della popolazione residente nelle aree geografiche in studio viene utilizzata come denominatore nel calcolo dei tassi. Il dato è reperibile consultando i Censimenti Demografici effettuati con cadenza decennale dagli uffici Anagrafici del Comune.

Identificazione dell'ammontare della popolazione residente entro 4 km dal punto sorgente:

1. Dagli archivi Anagrafici del Comune è stata recuperata la popolazione residente nel Comune di Pisa al 31-12 di ogni anno per il periodo compreso tra 1990 ed il 2000;

2. Dal Dipartimento delle Risorse ed Organizzazione (servizio sistema informativo, Comune di Pisa) sono state recuperate le informazioni sulla suddivisione territoriale:

- Codice toponimo (codice indicativo della Via)
 - Numero civico
 - Esponente
 - Sezione elettorale
 - Circostrizione
 - Distretto Sanitario
 - Distretto scolastico (è un raggruppamento variabile in funzione del numero di bambini residenti)
 - Zona urbanistica
 - CAP;
3. Recupero delle indicazioni sulle Vie che compongono la zona di studio;
 4. Identificazione delle sezioni elettorali comprese dentro l'area;
 5. Sovrapposizione dei dati sui soggetti residenti in tutto il Comune con le informazioni sulle sezioni di censimento dell'area per identificare i soggetti residenti dentro l'area di interesse;

GEOREFERENZIAZIONE

1. Tramite GIS si è provveduto alla georeferenziazione della popolazione residente nell'area individuando il numero di abitanti e di deceduti per corona per indagare l'esistenza o meno di una distribuzione spaziale anomala di decessi per cause specifiche.
Grazie alla sovrapposizione della cartografia comunale con le tabelle degli indirizzi si sono create delle tabelle con le coordinate geografiche delle abitazioni.
2. Linkando i dati di popolazione con le tabelle delle coordinate geografiche delle abitazioni si sono assegnate ad ogni soggetto le proprie coordinate metriche si è calcolata la distanza di ogni singolo individuo dal punto sorgente (X=1615417,12; Y=4836201,15).
3. Questi stessi procedimenti sono stati usati per individuare la popolazione usata come "controllo", cioè gli abitanti delle zone di S.Piero a Grado e Coltano.

BOX 4

POPOLAZIONE dei NATI

A partire da una selezione di tutti i Nati negli anni 1996,1997,1998 dal database della popolazione residente nel Comune di Pisa, con una operazione di linkage, si sono correlati i dati relativi al Parto ai dati anagrafici (operazione che si è presentata abbastanza difficoltosa per l'assenza di un collegamento diretto tra le due schede).

Contatti per il reperimento dei dati necessari:

- Regione Toscana: Certificato di Assistenza al Parto (anni disponibili: 1996-97-98)
- Registro Toscano Difetti Congeniti: nati malformati ed IVG
- Archivio Anagrafico dei deceduti del Comune di Pisa: nati morti

Il Certificato di Assistenza al Parto si divide in 5 sezioni:

- Sezione A: informazioni socio-demografiche sul/i/genitore/i
- Sezione B: informazioni sulla gravidanza
- Sezione C: informazioni sul parto e sul neonato
- Sezione D: informazioni sulle cause di nati-mortalità
- Sezione E: informazioni sulla presenza di malformazioni

Le schede Anagrafiche riportano per ogni Nato le seguenti informazioni:

- Codice Famiglia
- Codice Individuale
- Codice Stato Civile
- N° caratteri Cognome
- Cognome e Nome
- Sesso
- Rapporto di parentela
- Cittadinanza (codice Stato)
- data di nascita
- Cod. Istat Comune di nascita
- Codice Fiscale
- Codice Via /P.zza/etc. di residenza
- N° Civico
- Esponente N° Civico
- C.A.P.
- Data inizio ultimo domicilio
- Data inizio Residenza
- Codice Istat Comune di Immigrazione

Per ciascun anno si è proceduto come segue:

1. Primo linkage per la identificazione delle "possibili madri" tra i Residenti in base alla Data di Nascita (figura 1);
2. In base al Codice Famiglia si sono ricostruiti i nuclei familiari tra i Residenti;
3. Per ogni famiglia si sono selezionati tutti i "figli" nati nell'anno creando un nuovo file (figura 2);
4. Secondo linkage tra le Schede Parto e questo nuovo file collegando la Data del Parto, il Sesso ed il Comune dell'Evento Nascita con la Data di Nascita, il Sesso ed il Comune di Nascita (figura 3).
5. Con queste operazioni si sono "agganciati" solo una parte dei soggetti mentre per i rimanenti si è proceduto ad un controllo manuale andando a ricercare sull'Archivio cartaceo i singoli casi. Per i tre anni linkati si è avuta una perdita di soggetti tra il 5-8% (figura 4).

Figura 1

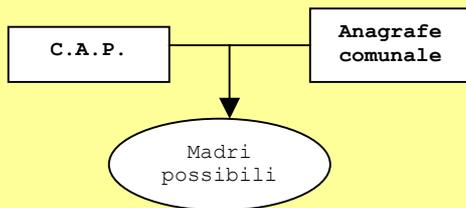


Figura 2

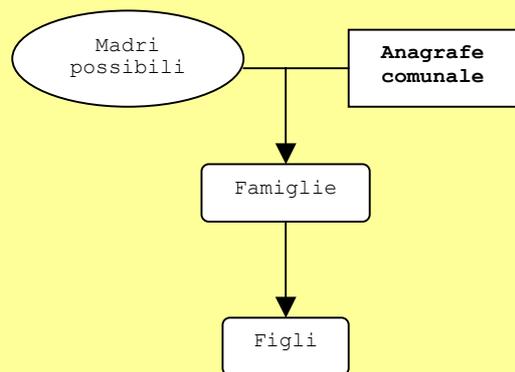
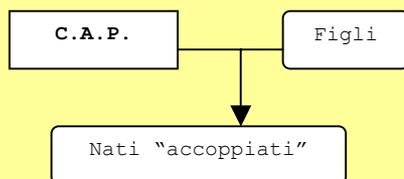


Figura 3

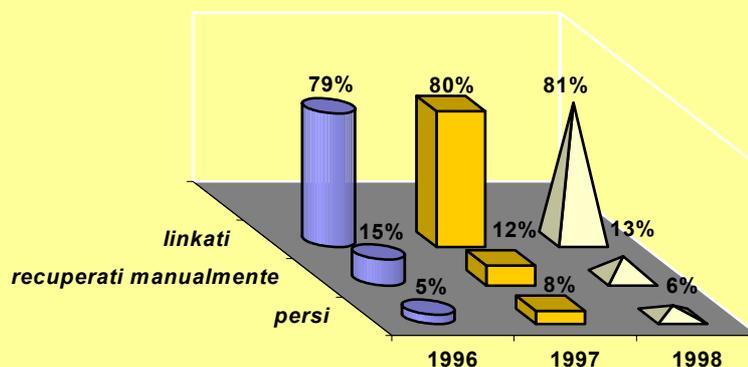


BOX 5

Malformati

Archivio Registro Toscano Difetti Congeniti:

Risultato della operazione di linkage per i Nati



Descrizione Campo:

- n° caso
- data nascita figlio
- sesso
- tipo evento (Nato Vivo, Interruzione Volontaria Gravidanza)
- peso
- durata gestazionale
- data nascita padre
- data nascita madre
- residenza madre;

Il recupero delle informazioni (figura 5) sui singoli soggetti nati malformati nel periodo di tempo dal 1992 al 1999 è stato ottenuto mediante:

- linkage delle schede del Registro Difetti Congeniti e l'Archivio Anagrafico del Comune. Il linkage è basato sulle date di nascita del padre, della madre e del figlio attraverso le quali si sono ricostruite le "famiglie" e quindi le informazioni anagrafiche relative ai nati malformati.
- Anche in questo caso la sola operazione di linkage non è stata sufficiente ad "agganciare" tutti i malformati a causa di campi vuoti riguardanti le date di nascita dei genitori. Si è proceduto ad un controllo manuale basandosi sulla età della madre ed individuando tra i Residenti le "passibili madri".
- In base al codice famiglia della madre selezionata si è ricostruita la famiglia scegliendo il figlio con la data di nascita coincidente con quella riportata sulla scheda del Registro.
- Intervista diretta ai referenti del Registro per il recupero di ulteriori casi.

Figura 5



Per recuperare le informazioni sulle IVG si è proceduto alla stessa maniera.

BOX 1

Ricoveri

- ❖ Creazione del database attraverso il recupero delle informazioni presso l'Azienda Ospedaliera Pisana (AO) e l'Azienda Unità Sanitaria Locale n°5 (AUSL) costituite dalle schede di dimissione ospedaliera (SDO, definite in seguito anche "ricoveri" o "records"). Da notare che il database fornito dall'Azienda Unità Sanitaria Locale comprende tutti i ricoveri effettuati presso le strutture facenti capo a tale Azienda, compresi quelli effettuati presso l'Azienda Ospedaliera Pisana;
- ❖ Selezione delle variabili di interesse in base agli obiettivi dell'indagine;
- ❖ Confronto fra il numero dei ricoveri dell'archivio fornito dall'Azienda Ospedaliera e il numero dei ricoveri presso la stessa riportato dal database dell'AUSL (si sono evidenziate alcune discrepanze per ogni anno considerato);
- ❖ Integrazione dell'archivio delle SDO relative a residenti nel Comune di Pisa ma ricoverati presso strutture facenti capo ad USL diverse da quella pisana, fornito in un secondo momento dall'Azienda Sanitaria Locale.
- ❖ Integrazione di questi ultimi nell'archivio sanitario attraverso un ulteriore passaggio di accoppiamento fra la scheda nosologica (anonima) e l'anagrafe sanitaria dell'USL di Pisa attraverso il campo "codice sanitario".

BOX 2

Procedura di linkage per dati di morbosità

DEFINIZIONE DEGLI ARCHIVI:

Tracciare record utilizzato:

Descrizione Campo:

- Codice Ospedale
- Numero cartella clinica
- Sesso
- Data nascita
- Comune nascita
- Stato civile
- Comune residenza
- Cittadinanza
- Cod fiscale o sanità
- Regime ricovero
- Data ricovero
- Reparto ricovero
- Provenienza
- Tipo di ricovero
- Motivo di ricovero
- Traumatismo intossicazioni
- Reparto di dimissione
- Area funz. Del rep. Dim.

- Data di dimissione
- Modalità di dimissione
- Diagnosi principale di dimissione
- Dia. Secondaria 1
- Dia. Secondaria 2
- Dia. Secondaria 3
- Tipo di DH
- Finalità del DH
- Cognome e nome
- Età in anni compiuti

DESCRIZIONE DELLE FASI OPERATIVE

Allo scopo di georeferenziare ogni singolo individuo sul territorio interessato dall'indagine attraverso l'indirizzo di residenza, i dati di carattere sanitario sono stati associati con quelli anagrafici forniti dal Comune di Pisa.

Il procedimento di accoppiamento (link) ha richiesto la creazione di un programma informatizzato ad hoc (EPIDPISA) che, basandosi su alcuni campi chiave ritenuti maggiormente affidabili, ha permesso di associare ad ogni ricovero il proprio riferimento anagrafico

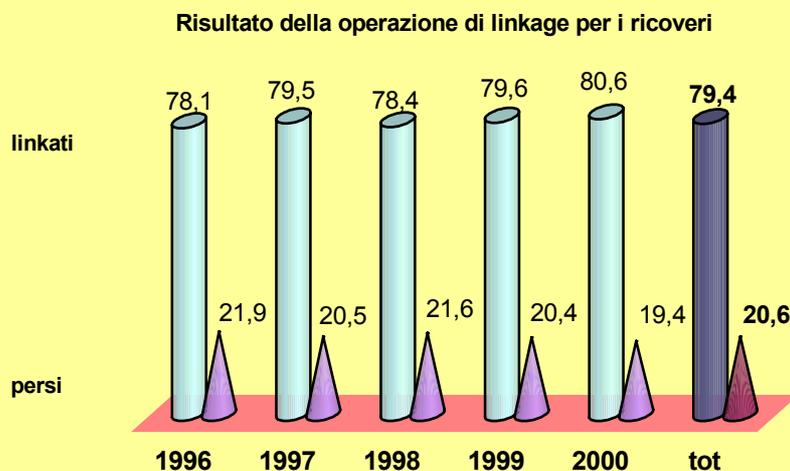
Questa operazione è stata condotta in due passaggi successivi:

- un primo link per corrispondenza esatta dati (link a zero cifre), ovvero per corrispondenza esatta fra i campi cognome, nome, data di nascita e comune di nascita dei due database.
- un secondo accoppiamento per discordanza di un dato (link a una cifra) nei campi suddetti.
Questa funzione differisce dalla precedente perché accoppia anche records con una sola differenza nei campi data di nascita o comune di nascita.

Da un ulteriore controllo di qualità dei dati è emerso che 887 ricoveri fra quelli linkati erano stati archiviati in duplice copia.

Il numero totale dei ricoveri dopo eliminazione dei suddetti si è ridotto a 69.448 e la relativa percentuale di ricoveri linkati (supponendo la presenza nel totale dei ricoveri di soli 887 ricoveri denunciati in duplice copia) si attesta intorno al 79% (figura 1).

Figura 1



BOX 3

IDENTIFICAZIONE DELLA POPOLAZIONE

Con l'ausilio del sistema informatizzato GIS, sono state assegnate ad ogni indirizzo compreso nell'area di indagine le relative coordinate cartesiane.

Il database così strutturato è stato relazionato con quello ottenuto dal processo di link, precedentemente descritto, in modo da individuare la posizione spaziale della residenza dei ricoveri linkati.

L'individuazione delle coordinate cartesiane di ogni ricovero e di quelle relative all'impianto di incenerimento esistente ha permesso di calcolare, per ogni record, la distanza della residenza dalla fonte di inquinamento e di suddividere i ricoveri in base alle corone concentriche di riferimento ricordate in precedenza.

BOX 4

INDIVIDUAZIONE DELLE PATOLOGIE TARGET

Per ottenere un primo quadro generale della situazione sanitaria dei residenti in prossimità della fonte di inquinamento sono state individuate in base alla letteratura scientifica relativa agli effetti sanitari delle emissioni da inceneritori e, fra queste, maggiore attenzione è stata rivolta alla valutazione di quelle patologie ritenute particolarmente interessanti in seguito all'analisi di mortalità.

Tutte le patologie sono state individuate fra le quattro diagnosi riportate sulla scheda SDO (una diagnosi di dimissione e tre diagnosi accessorie) facendo riferimento al codice della classificazione ICD IX (International Classification of Disease) considerato sulla base della terza cifra.

La tabella seguente evidenzia le cause prese in considerazione:

Patologia o gruppo di patologie	ICD IX
Tutti tumori	140-239
Tumori maligni	140-208
Tumori benigni	210-229
Carcinomi in situ	230-234
Tumori di natura incerta	235-239
Tumori maligni dell'apparato digerente e del peritoneo	150-159
Tumori maligni dell'esofago	150
Tumori maligni dello stomaco	151
Tumori maligni del colon	153
Tumori maligni del retto, della giunzione rettosigmoidea e dell'ano	154
Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici	155
Tumori maligni cistifellea	156
Tumore maligno del pancreas	157
Tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici	160-165
Tumori maligni della laringe	161
Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	162
Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli	171
Tumore della mammella	174, 175
Tumori maligni dell'utero	179-182
Tumori maligni dell'apparato genitale femminile	179-184
Tumori maligni dell'ovaio e di altri annessi uterini	183
Tumori maligni di altri e non specificati organi genitali femminili	184
Tumori maligni della prostata	185
Tumori maligni della vescica	188
Tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari	189

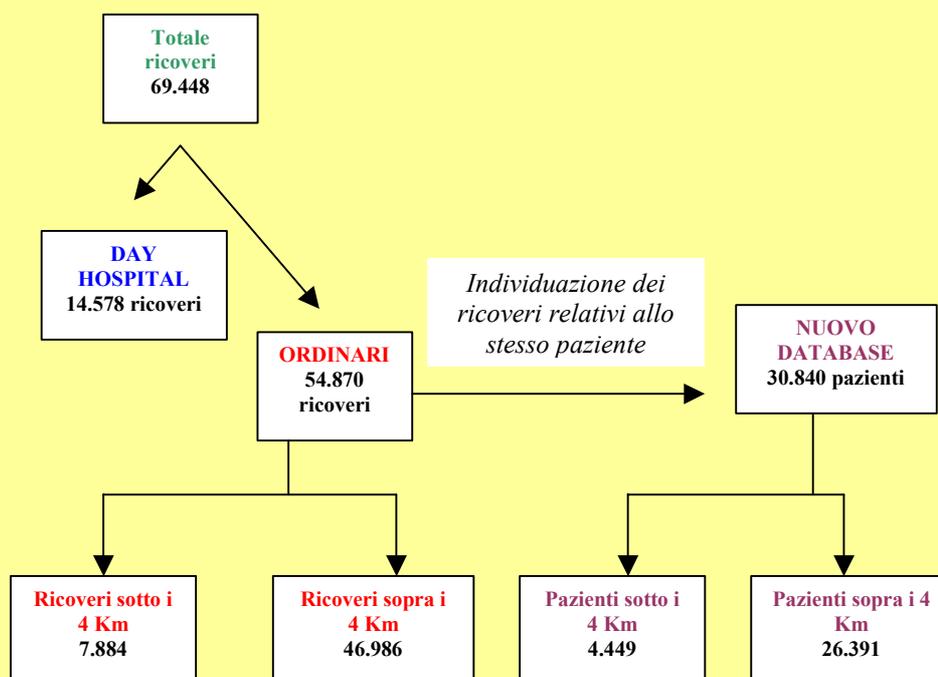
Tumori maligni del SNC	191- 192,225,23 9.6
Malattia di Hodgkin	201
Linfoma non Hodgkin	200, 202
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	203
Leucemie	204-208
Diabete mellito	250
Malattie ischemiche del cuore	410-414
Infarto acuto	410
Malattie cardiopolmonari	415-416
Aritmia	427
Insufficienza cardiaca	428
Altre malattie del cuore	420-429
Disturbi circolatori dell'encefalo	430-438
Polmoniti	480-486
Malattie polmonari croniche ostruttive e condizioni morbose affini	490-496
Altre malattie dell'apparato respiratorio	502-519
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	571
Aborto, prematurità e sofferenza fetale	634, 656, 764, 765

BOX 5

DISEGNO DI ANALISI

Si sono accorpatisi i ricoveri di tutto il periodo 1996-2000.

- In questo archivio si sono selezionati i ricoveri relativi allo stesso paziente ed ogni ricovero è stato classificato in base alla presenza di una determinata patologia, o gruppo di patologie, in almeno una delle quattro diagnosi riportate nella SDO. Il database ottenuto da questo passaggio è risultato pari a 30.840 pazienti, come evidenziato nello schema seguente:



2. Per ogni paziente compreso nel nuovo database si è proceduto calcolando l'età al momento del primo ricovero per ogni specifica patologia e si è preso in considerazione il domicilio (e quindi la distanza dal punto sorgente) relativo a quel ricovero.
I ricoveri dei residenti a distanza inferiore a 4 Km dall'inceneritore sono stati distinti da quelli relativi ai residenti nel resto del territorio comunale.
3. L'area del raggio di 4 Km è stata ulteriormente suddivisa in alcune corone concentriche di differente ampiezza sia in base ai percentili di distribuzione delle distanze dei ricoveri sia in relazione ai risultati ottenuti dall'analisi dei dati di mortalità, condotta in parallelo.
4. Per ogni categoria della variabile distanza, il rapporto fra i ricoveri per una specifica patologia o uno specifico gruppo di patologie e il totale dei ricoveri per ogni corona è stato confrontato con lo stesso rapporto calcolato nel resto di Pisa allo scopo di verificare l'eterogeneità fra la distribuzione dei ricoveri per causa all'interno dell'area di indagine e quella al di fuori della stessa, rispetto all'ipotesi nulla di equidistribuzione degli eventi.
5. Dopo aggiustamento per sesso e classe di età, si è proceduto dapprima evidenziando le differenze significative attraverso l'analisi di tabelle di contingenza con il test chi²; successivamente è stato utilizzato un modello regressivo logistico per confermare l'eventuale relazione esistente fra la distanza (variabile predittiva principale) e ogni classe di patologia (variabile dipendente).
I risultati relativi all'analisi di morbosità sono stati espressi anche in termini di SMR in modo da renderli confrontabili con quelli dell'analisi di mortalità.
La popolazione di riferimento per il dato relativo ai ricoveri ha coinciso con i residenti nella provincia di Pisa

Metodi di analisi

Tassi Grezzi (TG) x 100.000 abitanti

Esprime il numero medio annuale di decessi per 100.000 abitanti, ed indica l'impatto reale di una causa di morte in una popolazione. Si calcola come

$$TG = \frac{d}{n} \times K$$

d = numero totale di decessi osservati nella popolazione esaminata

n = numerosita' totale della popolazione residente stimata

K = 100.000

Il tasso grezzo non tiene conto della diversita' di composizione per eta' delle diverse popolazioni e quindi, essendo la mortalita' molto influenzata dall'eta', non e' la misura piu' adatta per confrontare diverse realta'. Infatti i TG risultano normalmente piu' elevati nelle popolazioni con una maggiore percentuale di anziani

I metodi di standardizzazione invece permettono di calcolare delle misure corrette per l'influenza della eta'.

Per le standardizzazioni sono state considerate 4 classi di eta': 0-4, 5-9, ...; 80-84, 85+.

Rapporti di mortalita' standardizzati col metodo indiretto

SMR sta per "Standardized Mortality Ratio" cioe' rapporto standardizzato di mortalita' e si calcola come rapporto tra il numero di decessi osservati e un numero di decessi attesi. Questi ultimi sono il numero di morti che ci si aspetterebbe se nella popolazione studiata si verificassero i tassi di mortalita' che si osservano in una popolazione scelta come riferimento. Il rapporto puo' essere moltiplicato per 100 e quindi espresso come rapporto percentuale. Si calcola come:

$$SMR = \frac{\sum_i d_i}{\sum_i T_i \times n_i} \times 100 = \frac{\text{Decessi osservati nella popolazione in studio} \times 100}{\text{Decessi attesi nella popolazione in studio}}$$

dove

T_i = tasso di mortalita' per classe di eta' nella popolazione di riferimento

Un valore di SMR intorno a (oppure maggiore di o minore di) 100 indica che il numero di decessi osservati e' simile a (oppure maggiore di o minore di) quello atteso. Se i decessi sono numerosi o perche' la popolazione e' ampia o perche' sono esaminati piu' anni insieme il rapporto e' una misura stabile; se invece i decessi sono pochi, bastano pochi decessi in piu' o in meno per rendere instabile il rapporto. La variabilita' casuale dell'SMR e' stata valutata secondo le indicazioni di Breslow e Day (1) calcolando la probabilita' che l'eccesso o il difetto osservato siano frutto di una variabilita' dovuta al caso, avendo posto la ipotesi di assenza di effetto.

Questa valutazione e' riportata con un simbolo accanto all'SMR:

+ : probabilita' bassa: solo 5 volte su 100 il rapporto osservato puo' essere dovuto al caso; quindi l'SMR indica una differenza di mortalita' (un eccesso o difetto) statisticamente significativa, cioe' non dovuta al caso.

* : probabilita' molto bassa: solo 1 volta su 100 il rapporto osservato puo' essere dovuto al caso; quindi l'SMR indica una differenza di mortalita' (un eccesso o difetto) statisticamente molto significativa, cioe' non dovuta al caso.

La presenza di questi simboli permette di affermare che esiste una differenza tra osservati e attesi, e cioe' tra la mortalita' della popolazione in esame e quella

della popolazione di riferimento, sapendo di sbagliare non piu' di 5 volte su 100 (o 1 volta su 100).

1. Breslow N, Day N. Statistical methods in cancer research. Vol II. The design and analysis of cohort study. IARC, Lyon (1987)

Tasso Standardizzato col metodo Diretto (TSD) x 100.000 abitanti:

e' un tasso costruito in modo particolare per permettere di confrontare realta' diverse. Il TSD indica il numero di decessi per 100.000 abitanti che ci si aspetterebbe in una popolazione esterna presa come riferimento standard se questa presentasse, per ogni classe di eta', i tassi di mortalita' osservati nella popolazione studiata. Si calcola secondo la formula:

$$TSD = \frac{\sum_i t_i N_i}{\sum_i N_i} \times K = \frac{\text{decessi attesi nella popolazione di riferimento}}{\text{popolazione di riferimento}} \times K$$

Dove

i = indica una generica i.esima classe di eta';

$t_i = d_i/n_i$ = tasso di mortalita' per l'i.esima classe di eta' nella popolazione presa in esame

N_i = numerosita' della popolazione "standard" nell'i.esima classe di eta'

\sum_i = simbolo di sommatoria: indica la somma per tutte le i.esime classi di eta'

L'errore standard dei TSD, calcolato solo per tutte le eta', fornisce una misura della loro variabilita' casuale e quindi la precisione delle stime. L'errore standard sara' tanto piu' piccolo quanto piu' numerosi sono i decessi, o perche' la popolazione e' piu' ampia o perche' sono esaminati piu' anni insieme. E' stato calcolato secondo la formula:

$$\text{Errore standard (TSD)} = \left(\sum_i w_i^2 \times \frac{t_i}{n_i} \right)^{1/2}$$

Dove

$$w_i = \frac{N_i}{\sum_i N_i} \times 100.000$$

10 Tabelle e grafici

Guida alla lettura e interpretazione delle tabelle dei rapporti standardizzati di mortalità e morbosità (SMR)

Ciascuna tabella riporta:

- L'intestazione del gruppo di cause o della causa analizzata, tra parentesi è riportato il codice I.C.D. 9^a revisione identificativo della causa o del gruppo di cause);
- Il riferimento utilizzato per il confronto: Pisa 1990-99, Toscana 1990-94 per la mortalità; Pisa 1996-2000 per la morbosità;
- Il sesso (Maschi, Femmine, Maschi + Femmine);
- La corona con la distanza minima e massima dal centro: 0-2700, 2700-3200, 3200-4000;

Per ogni corona è riportato:

- OSS) numero di decessi osservati;
- ATT) numero di decessi attesi sulla base del tasso di riferimento (standard);
- SMR) Rapporto Standardizzato di Mortalità = $OSS / ATT \times 100$;
- L.C.95%) Limiti di confidenza dell'SMR, calcolati con probabilità poissoniana di errore = 0,05.

L'SMR indica di quante volte il numero osservato nell'area analizzata è superiore al numero atteso sulla base del tasso di mortalità di riferimento esterno considerato come standard, cioè il numero che ci si attenderebbe se la mortalità nell'area fosse uguale a quella esterna (esempio: SMR = 140 significa che l'osservato è il 40% in eccesso rispetto all'atteso oppure SMR = 80 significa che l'osservato è inferiore del 20% all'atteso).

- SMR = 100 significa che il numero di eventi osservati è uguale al numero di eventi attesi, cioè che non vi è nessuna differenza tra tasso standard esterno all'area e tasso nella corona analizzata;
- SMR > 100 significa che l'osservato entro l'area è in eccesso rispetto all'atteso
- SMR < 100 significa che l'osservato entro l'area è in difetto rispetto all'atteso.

I limiti di confidenza dell'SMR rappresentano l'incertezza della stima passando dal dato della popolazione standard (grande numerosità) al sottogruppo incluso nella corona (ridotta numerosità). Per mezzo dei L.C. si può stabilire se l'SMR in eccesso e l'SMR in difetto sono statisticamente significativi:

- Se $SMR > 100$, un limite di confidenza inferiore > 100 indica l'esistenza di un eccesso significativo (esempio: SMR=120 con LC (110-135));
- Se $SMR < 100$, un limite di confidenza superiore < 100 indica l'esistenza di un eccesso significativo (esempio: SMR=90 con LC (80-95)).

A fini interpretativi risulta quindi indispensabile una lettura congiunta:

- del numero di eventi osservati, che indica l'entità del fenomeno,
- del valore dell'SMR per valutare la dimensione dell'eccesso o del difetto rispetto al dato esterno di riferimento
- dei limiti di confidenza dell'SMR, per valutare la variabilità della stima e l'eventuale significatività dell'inferenza statistica.

Esempi con guida al commento, riferiti a due diverse situazioni:

1. OSS=2; SMR=200, LC(105-450); commento: eccesso del doppio, statisticamente significativo seppure in presenza di un ampio range di variabilità di stima, dovuto a soli due eventi.
2. OSS=10; SMR=120, LC(110-130); commento: eccesso del 20%, statisticamente significativo in presenza di modesta variabilità di stima, dovuto a 10 eventi.

10.1 Mortalità

Rapporti standardizzati di mortalità in studio (Rif.Pisa 1990-1999; Toscana 1990-1994) per sesso e distanza in 1 corona (con aggiustamento per età).

Distanza su 1 corona (1) Km 0-4,0	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Tutte le cause	691	688.9	100.3	(93.0- 108.1)	626	663.8	94.3	(87.1- 102.1)	1317	1352.7	97.4	(92.2- 102.8)
Cause non accidentali	658	657.1	100.1	(92.7- 108.1)	603	639.1	94.4	(87.0- 102.3)	1261	1296.2	97.3	(92.0- 102.8)
Tutti i tumori	230	237.4	96.9	(84.9- 110.4)	153	163.3	93.7	(79.6- 110.0)	383	400.6	95.6	(86.3- 105.8)
Tumori maligni vie aree-dige sup.	15	16.9	88.9	(49.8- 146.6)	2	3.1	63.8	(7.7- 230.3)	17	20.0	85.0	(49.5- 136.0)
Tumori maligni dell'app.digerente	83	81.4	101.9	(81.5- 126.8)	63	61.0	103.2	(79.8- 132.7)	146	142.5	102.5	(86.7- 120.8)
Tumore maligno dello stomaco	17	13.9	122.3	(71.2- 195.8)	7	10.4	67.1	(26.9- 138.2)	24	24.3	98.6	(63.2- 146.8)
Tumore maligno del colon	24	22.8	105.2	(67.4- 156.5)	16	17.7	90.3	(51.6- 146.6)	40	40.5	98.7	(71.1- 135.4)
Tumore maligno del retto	10	6.9	144.0	(69.1- 264.7)	7	4.2	165.3	(66.4- 340.5)	17	11.2	152.0	(88.5- 243.4)
Tumore maligno tenue,colon e retto	34	30.0	113.2	(79.3- 159.6)	25	22.5	110.9	(71.8- 163.7)	59	52.6	112.2	(86.0- 145.5)
Tumore maligno fegato e cistifellea	21	21.3	98.7	(61.1- 150.9)	22	17.0	129.7	(81.3- 196.4)	43	38.2	112.5	(82.1- 152.6)
Tumore maligno del fegato	18	18.2	99.0	(58.7- 156.5)	13	11.8	110.2	(58.7- 188.5)	31	30.0	103.4	(71.1- 148.2)
Tumore maligno della cistifella	3	3.1	97.1	(20.0- 283.8)	9	5.2	174.3	(79.8- 330.7)	12	8.3	145.4	(75.1- 253.9)
Tumore maligno del pancreas	7	11.0	63.9	(25.7- 131.7)	8	9.4	85.5	(36.9- 168.4)	15	20.3	73.9	(41.4- 121.8)
Tumori maligni dell'app.respiratorio	78	76.2	102.4	(81.3- 128.3)	7	12.1	57.6	(23.1- 118.7)	85	88.3	96.2	(77.2- 119.4)
Tumore trachea,bronchi e polmoni	69	68.0	101.5	(79.4- 129.0)	7	11.3	61.8	(24.8- 127.3)	76	79.3	95.8	(75.8- 120.4)
Tumore maligno della mammella	0	.1	.0	(.0- .0)	29	29.7	97.5	(65.3- 140.1)	29	29.9	97.1	(65.0- 139.5)
Tumori maligni dell'app.genitale fem.	0	.0	.0	(.0- .0)	16	16.9	94.4	(54.0- 153.3)	16	16.9	94.4	(54.0- 153.3)
Tumore maligno dell'utero	0	.0	.0	(.0- .0)	5	6.7	74.9	(24.3- 174.8)	5	6.7	74.9	(24.3- 174.8)
Tumore maligno dell'ovaio	0	.0	.0	(.0- .0)	5	8.2	61.1	(19.8- 142.7)	5	8.2	61.1	(19.8- 142.7)
Tumore maligno dei genitali esterni	0	.0	.0	(.0- .0)	6	2.1	287.2++	(105.3- 625.1)	6	2.1	287.2++	(105.3- 625.1)
Tumore maligno della prostata	14	17.8	78.5	(42.9- 131.7)	0	.0	.0	(.0- .0)	14	17.8	78.5	(42.9- 131.7)
Tumore maligno della vescica	12	11.5	103.9	(53.7- 181.5)	1	3.1	32.0	(.8- 178.0)	13	14.7	88.6	(47.2- 151.5)
Tumore maligno rene e organi urinari	3	5.8	52.2	(10.8- 152.5)	3	3.0	101.6	(21.0- 297.0)	6	8.7	68.9	(25.3- 150.0)
Tumore maligno del sist. nervoso	1	5.2	19.2	(.5- 106.7)	4	5.8	68.7	(18.7- 175.8)	5	11.0	45.3	(14.7- 105.7)
Tumore maligno maldefinito	12	7.6	158.4	(81.8- 276.7)	4	5.3	75.3	(20.5- 192.7)	16	12.9	124.1	(71.0- 201.6)
Tumore maligno sist. linf-empoioticc	17	16.5	103.3	(60.2- 165.4)	11	14.7	74.9	(37.4- 134.0)	28	31.1	89.9	(59.8- 130.0)
Malattie infettive	5	4.1	122.4	(39.6- 285.6)	3	2.7	112.2	(23.1- 327.9)	8	6.8	118.3	(51.0- 233.1)
Malattia di Hodgkin	0	.7	.0	(.0- .0)	1	.5	209.3	(5.3-1165.9)	1	1.1	87.5	(2.2- 487.6)
Linfoma Non-Hodgkin	5	6.4	78.5	(25.4- 183.1)	5	6.3	79.4	(25.7- 185.4)	10	12.7	78.9	(37.9- 145.2)
Mieloma multiplo	5	1.8	276.4	(89.6- 645.2)	0	2.1	.0	(.0- .0)	5	3.9	127.2	(41.2- 296.8)
Leucemie	7	7.6	92.0	(36.9- 189.5)	5	5.8	86.4	(28.0- 201.7)	12	13.4	89.6	(46.3- 156.5)
Malattie sistema endocrino	27	25.3	106.6	(70.2- 155.1)	26	28.4	91.7	(59.9- 134.3)	53	53.7	98.7	(74.4- 129.8)
Diabete	17	16.7	101.6	(59.2- 162.6)	24	22.6	106.3	(68.1- 158.2)	41	39.3	104.3	(75.5- 142.5)
Disturbi psichici	10	7.3	136.9	(65.7- 251.7)	7	12.1	57.9	(23.2- 119.2)	17	19.4	87.6	(51.0- 140.3)
Malattie sist. nerv. e organi di senso	16	11.5	139.4	(79.7- 226.4)	15	16.0	93.7	(52.5- 154.6)	31	27.5	112.8	(77.6- 161.6)
Malattie dell'appar.circolatorio	254	258.9	98.1	(86.5- 111.1)	311	317.0	98.1	(87.6- 109.7)	565	575.9	98.1	(90.2- 106.6)
Ipertensione arteriosa	13	9.5	137.4	(73.2- 235.0)	14	11.0	127.1	(69.4- 213.2)	27	20.5	131.9	(86.9- 191.8)
Malattie icemiche del cuore	90	96.2	93.5	(75.5- 115.4)	60	75.5	79.5	(61.0- 102.9)	150	171.7	87.4	(74.1- 102.7)
Infarto acuto	36	40.5	88.9	(62.9- 124.1)	23	27.5	83.5	(53.0- 125.4)	59	68.0	86.7	(66.4- 112.4)
Cuore polmonare	3	3.2	93.6	(19.3- 273.7)	7	4.9	143.8	(57.7- 296.3)	10	8.1	123.9	(59.5- 227.9)
Altre malattie del cuore	53	55.7	95.1	(71.7- 125.1)	117	99.2	117.9	(97.8- 141.7)	170	154.9	109.7	(94.0- 127.7)
Disturbi circolatori dell'encefalo	77	72.3	106.5	(84.4- 133.6)	98	105.5	92.9	(75.7- 113.5)	175	177.8	98.4	(84.5- 114.3)
Malattie dell'app.respiratorio	56	49.8	112.4	(85.4- 146.7)	22	31.4	70.0	(43.9- 106.0)	78	81.3	96.0	(76.2- 120.3)
Malattie cronico-ostruttive polmone	30	26.4	113.5	(76.6- 162.0)	12	13.1	91.7	(47.4- 160.1)	42	39.5	106.2	(77.2- 144.6)
Altre malattie respiratorie	19	14.0	135.7	(81.7- 211.9)	5	6.9	72.8	(23.6- 169.9)	24	20.9	115.0	(73.7- 171.1)
Malattie dell'apparato digerente	18	26.5	67.9	(40.2- 107.2)	37	29.0	127.4	(90.6- 177.0)	55	55.6	99.0	(75.1- 129.5)
Cirrosi	10	12.5	79.7	(38.3- 146.6)	18	11.5	156.9	(93.0- 248.0)	28	24.0	116.6	(77.5- 168.5)
Malattie dell' apparato urinario	10	9.1	110.1	(52.9- 202.6)	6	6.8	88.6	(32.5- 192.8)	16	15.9	100.9	(57.7- 163.9)
Sintomi e stati morbosi maldefiniti	8	5.6	143.7	(62.0- 283.0)	5	8.2	61.3	(19.9- 143.1)	13	13.7	94.7	(50.4- 162.0)
Accidenti,avvelenamenti, traumatism	33	31.8	103.8	(72.2- 147.0)	23	24.7	93.2	(59.1- 139.8)	56	56.5	99.1	(75.4- 129.4)

Rapporti standardizzati di mortalità nell'area in studio (Rif. Pisa 1990-1999) per sesso e distanza in 3 corone.

D ^A	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Tutte le cause (ICD.9=1-999)												
1	79	96.6	81.8	(65.1- 102.4)	74	72.0	102.8	(81.1- 129.6)	153	168.5	90.8	(77.1- 106.6)
2	255	247.2	103.1	(91.0- 116.8)	251	264.0	95.1	(83.8- 107.7)	506	511.2	99.0	(90.6- 108.1)
3	357	345.2	103.4	(93.1- 114.8)	301	327.8	91.8	(81.8- 102.9)	658	672.9	97.8	(90.5- 105.6)
Cause non accidentali (ICD.9=1-799)												
1	77	92.4	83.4	(66.1- 104.6)	73	69.3	105.3	(82.9- 132.9)	150	161.7	92.8	(78.7- 109.1)
2	246	235.7	104.4	(91.9- 118.4)	240	254.3	94.4	(82.9- 107.2)	486	490.1	99.2	(90.6- 108.5)
3	335	329.0	101.8	(91.3- 113.4)	290	315.4	92.0	(81.8- 103.3)	625	644.4	97.0	(89.6- 105.0)
Tutti i tumori (ICD.9=140-239)												
1	24	32.1	74.7	(47.9- 111.2)	20	17.4	114.7	(70.1- 177.2)	44	49.6	88.8	(65.0- 120.0)
2	87	85.6	101.7	(81.8- 125.9)	61	63.4	96.2	(74.0- 124.2)	148	149.0	99.3	(84.2- 116.9)
3	119	119.7	99.4	(82.6- 119.3)	72	82.4	87.4	(68.7- 110.5)	191	202.1	94.5	(81.7- 109.1)
Tumori maligni vie aree-digerenti superiori (ICD.9=140-149,150,161)												
1	1	2.2	45.6	(1.2- 253.7)	0	.3	.0	(.0- .0)	1	2.5	39.5	(1.0- 220.1)
2	6	6.1	97.9	(35.9- 213.0)	2	1.2	166.0	(20.1- 599.3)	8	7.3	109.0	(47.0- 214.8)
3	8	8.5	93.6	(40.4- 184.4)	0	1.6	.0	(.0- .0)	8	10.1	78.9	(34.0- 155.4)
Tumori maligni dell'app.digerente (ICD.9=150-159)												
1	7	11.1	63.0	(25.3- 129.7)	9	6.5	138.9	(63.6- 263.6)	16	17.6	90.9	(52.0- 147.6)
2	32	29.3	109.1	(75.5- 155.5)	25	23.9	104.5	(67.6- 154.3)	57	53.2	107.1	(81.6- 139.5)
3	44	41.0	107.3	(78.6- 145.0)	29	30.7	94.6	(63.4- 135.9)	73	71.7	101.9	(80.2- 128.6)
Tumore maligno dello stomaco (ICD.9=151)												
1	1	1.9	52.6	(1.3- 292.9)	1	1.1	88.7	(2.2- 494.2)	2	3.0	66.0	(8.0- 238.4)
2	5	5.0	99.9	(32.4- 233.1)	2	4.1	48.8	(5.9- 176.3)	7	9.1	76.9	(30.9- 158.4)
3	11	7.0	157.3	(78.5- 281.4)	4	5.2	76.8	(20.9- 196.5)	15	12.2	122.9	(68.8- 202.7)
Tumore maligno del colon (ICD.9=153)												
1	2	3.2	63.4	(7.7- 228.9)	4	1.9	211.8	(57.7- 542.3)	6	5.0	119.0	(43.6- 259.0)
2	9	8.2	109.4	(50.1- 207.5)	6	7.0	85.8	(31.5- 186.7)	15	15.2	98.5	(55.2- 162.5)
3	13	11.4	113.7	(60.5- 194.4)	6	8.8	67.9	(24.9- 147.8)	19	20.3	93.7	(56.4- 146.3)
Tumore maligno del retto (ICD.9=154)												
1	1	.9	106.7	(2.7- 594.5)	1	.5	222.1	(5.6-1237.0)	2	1.4	144.2	(17.4- 520.5)
2	4	2.5	158.9	(43.3- 406.7)	2	1.7	120.5	(14.6- 434.9)	6	4.2	143.6	(52.7- 312.6)
3	5	3.5	143.2	(46.4- 334.2)	4	2.1	188.3	(51.3- 482.0)	9	5.6	160.2	(73.4- 304.1)
Tumore maligno dell'intestino tenue,colon e retto (ICD.9=152-154,159)												
1	3	4.1	72.7	(15.0- 212.4)	5	2.4	208.1	(67.4- 485.7)	8	6.5	122.5	(52.8- 241.3)
2	13	10.8	119.9	(63.8- 205.1)	9	8.9	101.3	(46.4- 192.3)	22	19.7	111.6	(69.9- 168.9)
3	18	15.1	119.5	(70.9- 188.9)	11	11.3	97.7	(48.8- 174.8)	29	26.3	110.2	(73.8- 158.3)
Tumore maligno del fegato e cistifellea (ICD.9=155-156)												
1	2	2.9	69.2	(8.4- 250.0)	3	1.8	169.5	(35.0- 495.4)	5	4.7	107.3	(34.8- 250.5)
2	9	7.6	118.2	(54.1- 224.2)	10	6.6	151.0	(72.5- 277.7)	19	14.2	133.4	(80.3- 208.4)
3	10	10.8	92.9	(44.6- 170.9)	9	8.6	105.0	(48.1- 199.3)	19	19.3	98.3	(59.2- 153.5)
Tumore maligno del fegato (ICD.9=155)												
1	2	2.5	81.1	(9.8- 292.8)	1	1.2	82.1	(2.1- 457.5)	3	3.7	81.4	(16.8- 238.1)
2	8	6.5	123.1	(53.1- 242.4)	6	4.6	130.6	(47.9- 284.3)	14	11.1	126.2	(68.9- 211.7)
3	8	9.2	86.9	(37.5- 171.1)	6	6.0	100.3	(36.8- 218.3)	14	15.2	92.1	(50.3- 154.6)
Tumore maligno della cistifella (ICD.9=156)												
1	0	.4	.0	(.0- .0)	2	.6	361.7	(43.8-1305.7)	2	1.0	205.0	(24.8- 740.2)
2	1	1.1	89.6	(2.3- 499.0)	4	2.0	197.4	(53.8- 505.2)	5	3.1	159.1	(51.5- 371.3)
3	2	1.6	128.9	(15.6- 465.4)	3	2.6	116.0	(23.9- 339.2)	5	4.1	120.9	(39.2- 282.1)
Tumore maligno del pancreas (ICD.9=157)												
1	1	1.5	67.0	(1.7- 373.4)	0	1.0	.0	(.0- .0)	1	2.5	40.4	(1.0- 225.0)
2	4	3.9	101.3	(27.6- 259.4)	4	3.6	110.0	(30.0- 281.6)	8	7.6	105.5	(45.5- 207.8)
3	2	5.5	36.3	(4.4- 131.0)	4	4.7	84.4	(23.0- 216.1)	6	10.3	58.5	(21.5- 127.4)

(Segue...)

D [^]	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Tumori maligni dell'app.respiratorio (ICD.9=160-169)												
1	10	10.1	98.7	(47.4- 181.5)	0	1.3	.0	(.0- .0)	10	11.4	87.6	(42.0- 161.0)
2	30	27.5	109.2	(73.7- 155.9)	3	4.7	64.1	(13.2- 187.4)	33	32.2	102.6	(71.4- 145.4)
3	38	38.6	98.5	(70.4- 136.3)	4	6.2	64.7	(17.6- 165.7)	42	44.8	93.9	(68.2- 127.8)
Tumore della trachea,bronchi e polmoni (ICD.9=162)												
1	10	9.1	110.4	(53.0- 203.0)	0	1.2	.0	(.0- .0)	10	10.3	97.4	(46.8- 179.2)
2	25	24.5	102.0	(66.0- 150.6)	3	4.4	68.9	(14.2- 201.5)	28	28.9	97.0	(64.5- 140.2)
3	34	34.4	98.8	(69.1- 139.2)	4	5.8	69.3	(18.9- 177.5)	38	40.2	94.5	(67.6- 130.8)
Tumore maligno della mammella (ICD.9=174)												
1	0	.0	.0	(.0- .0)	2	3.2	62.5	(7.6- 225.5)	2	3.2	62.1	(7.5- 224.1)
2	0	.0	.0	(.0- .0)	11	11.4	96.3	(48.1- 172.3)	11	11.5	95.9	(47.9- 171.6)
3	0	.1	.0	(.0- .0)	16	15.1	105.9	(60.6- 172.0)	16	15.2	105.4	(60.3- 171.2)
Tumori maligni dell'app.genitale femminile (ICD.9=179-184)												
1	0	.0	.0	(.0- .0)	4	1.8	219.5	(59.8- 561.9)	4	1.8	219.5	(59.8- 561.9)
2	0	.0	.0	(.0- .0)	6	6.5	91.8	(33.6- 199.7)	6	6.5	91.8	(33.6- 199.7)
3	0	.0	.0	(.0- .0)	6	8.6	69.9	(25.6- 152.1)	6	8.6	69.9	(25.6- 152.1)
Tumore maligno dell'utero (ICD.9=179-182)												
1	0	.0	.0	(.0- .0)	0	.7	.0	(.0- .0)	0	.7	.0	(.0- .0)
2	0	.0	.0	(.0- .0)	2	2.6	78.3	(9.5- 282.6)	2	2.6	78.3	(9.5- 282.6)
3	0	.0	.0	(.0- .0)	3	3.4	88.0	(18.2- 257.4)	3	3.4	88.0	(18.2- 257.4)

(Segue...)

D ^A	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Tumore maligno dell'ovaio (ICD.9=183)												
1	0	.0	.0	(.0- .0)	2	.9	227.1	(27.5- 819.9)	2	.9	227.1	(27.5- 819.9)
2	0	.0	.0	(.0- .0)	2	3.2	63.3	(7.7- 228.6)	2	3.2	63.3	(7.7- 228.6)
3	0	.0	.0	(.0- .0)	1	4.1	24.2	(.6- 134.5)	1	4.1	24.2	(.6- 134.5)
Tumore maligno dei genitali esterni (ICD.9=184)												
1	0	.0	.0	(.0- .0)	2	.2	879.9+	(106.5-3176.6)	2	.2	879.9+	(106.5-3176.6)
2	0	.0	.0	(.0- .0)	2	.8	242.6	(29.4- 875.7)	2	.8	242.6	(29.4- 875.7)
3	0	.0	.0	(.0- .0)	2	1.0	192.8	(23.3- 695.9)	2	1.0	192.8	(23.3- 695.9)
Tumore maligno della prostata (ICD.9=185)												
1	1	2.5	39.7	(1.0- 220.9)	0	.0	.0	(.0- .0)	1	2.5	39.7	(1.0- 220.9)
2	4	6.4	62.5	(17.0- 159.9)	0	.0	.0	(.0- .0)	4	6.4	62.5	(17.0- 159.9)
3	9	8.9	101.0	(46.2- 191.6)	0	.0	.0	(.0- .0)	9	8.9	101.0	(46.2- 191.6)
Tumore maligno della vescica (ICD.9=188)												
1	0	1.6	.0	(.0- .0)	0	.4	.0	(.0- .0)	0	2.0	.0	(.0- .0)
2	4	4.1	96.4	(26.3- 246.9)	0	1.2	.0	(.0- .0)	4	5.4	74.2	(20.2- 190.1)
3	8	5.8	138.4	(59.7- 272.6)	1	1.5	65.1	(1.6- 362.4)	9	7.3	123.0	(56.3- 233.4)
Tumore maligno del rene e di altri organi urinari (ICD.9=189)												
1	0	.8	.0	(.0- .0)	0	.3	.0	(.0- .0)	0	1.1	.0	(.0- .0)
2	2	2.1	96.0	(11.6- 346.7)	2	1.2	172.4	(20.9- 622.4)	4	3.2	123.4	(33.6- 315.8)
3	1	2.9	34.4	(.9- 191.7)	1	1.5	67.7	(1.7- 377.2)	2	4.4	45.6	(5.5- 164.8)
Tumore maligno del sistema nervoso centrale (ICD.9=191-192,225,239.6)												
1	0	.7	.0	(.0- .0)	1	.6	165.0	(4.2- 918.8)	1	1.3	77.8	(2.0- 433.3)
2	1	1.9	52.6	(1.3- 292.9)	1	2.2	44.8	(1.1- 249.4)	2	4.1	48.4	(5.9- 174.6)
3	0	2.6	.0	(.0- .0)	2	3.0	67.0	(8.1- 241.9)	2	5.6	35.6	(4.3- 128.4)
Tumore maligno maldefinito (ICD.9=195,199)												
1	1	1.0	95.5	(2.4- 532.2)	0	.6	.0	(.0- .0)	1	1.6	61.7	(1.6- 343.7)
2	4	2.7	147.0	(40.1- 376.4)	2	2.1	96.9	(11.7- 349.6)	6	4.8	125.4	(46.0- 272.9)
3	7	3.8	183.8	(73.8- 378.6)	2	2.7	74.8	(9.1- 270.0)	9	6.5	138.8	(63.6- 263.5)
Tumore maligno del sistema linf-empoiotico (ICD.9=200-208)												
1	2	2.2	90.3	(10.9- 325.8)	2	1.6	128.7	(15.6- 464.7)	4	3.8	106.1	(28.9- 271.6)
2	6	5.9	101.1	(37.1- 220.0)	4	5.7	69.8	(19.0- 178.6)	10	11.7	85.7	(41.1- 157.6)
3	9	8.3	108.4	(49.6- 205.7)	5	7.4	67.6	(21.9- 157.8)	14	15.7	89.2	(48.7- 149.7)
Malattie infettive (ICD.9=001-139)												
1	1	.6	179.1	(4.5- 997.5)	0	.3	.0	(.0- .0)	1	.8	119.3	(3.0- 664.2)
2	2	1.5	135.5	(16.4- 489.0)	1	1.1	95.2	(2.4- 530.3)	3	2.5	118.7	(24.5- 347.1)
3	2	2.1	97.5	(11.8- 352.0)	2	1.3	148.8	(18.0- 537.3)	4	3.4	117.8	(32.1- 301.6)
Malattia di Hodgkin (ICD.9=201)												
1	0	.1	.0	(.0- .0)	0	.1	.0	(.0- .0)	0	.1	.0	(.0- .0)
2	0	.2	.0	(.0- .0)	1	.2	527.5	(13.3-2938.3)	1	.4	230.6	(5.8-1284.6)
3	0	.3	.0	(.0- .0)	0	.2	.0	(.0- .0)	0	.6	.0	(.0- .0)
Linfoma Non-Hodgkin (ICD.9=200-202)												
1	1	.8	118.5	(3.0- 660.0)	1	.7	150.5	(3.8- 838.4)	2	1.5	132.6	(16.0- 478.7)
2	2	2.3	86.8	(10.5- 313.2)	1	2.5	40.8	(1.0- 227.3)	3	4.8	63.1	(13.0- 184.4)
3	2	3.2	62.0	(7.5- 223.9)	3	3.2	94.4	(19.5- 275.9)	5	6.4	78.1	(25.3- 182.3)
Mieloma multiplo (ICD.9=203)												
1	1	.2	419.1	(10.6-2334.3)	0	.2	.0	(.0- .0)	1	.5	212.5	(5.4-1183.8)
2	1	.7	153.4	(3.9- 854.2)	0	.8	.0	(.0- .0)	1	1.5	67.8	(1.7- 377.8)
3	3	.9	326.8	(67.4- 955.3)	0	1.1	.0	(.0- .0)	3	2.0	151.0	(31.1- 441.3)
Leucemie (ICD.9=204-208)												
1	0	1.1	.0	(.0- .0)	1	.6	164.8	(4.2- 918.0)	1	1.7	60.2	(1.5- 335.6)
2	3	2.7	109.6	(22.6- 320.5)	2	2.3	88.1	(10.7- 317.9)	5	5.0	99.9	(32.4- 233.1)
3	4	3.8	104.7	(28.5- 268.1)	2	2.9	68.7	(8.3- 248.2)	6	6.7	89.2	(32.7- 194.1)
Malattie sistema endocrino (ICD.9=240-279)												
1	3	3.4	87.4	(18.0- 255.5)	1	3.0	33.3	(.8- 185.6)	4	6.4	62.2	(16.9- 159.2)
2	9	9.1	98.8	(45.2- 187.5)	11	11.2	98.0	(48.9- 175.3)	20	20.3	98.3	(60.1- 151.9)
3	15	12.8	117.3	(65.7- 193.4)	14	14.1	99.0	(54.1- 166.1)	29	26.9	107.7	(72.1- 154.7)
Diabete (ICD.9=250)												
1	2	2.4	84.1	(10.2- 303.6)	1	2.4	41.8	(1.1- 233.0)	3	4.8	62.9	(13.0- 183.9)
2	6	6.0	100.1	(36.7- 218.0)	10	9.0	111.1	(53.3- 204.3)	16	15.0	106.7	(61.0- 173.3)
3	9	8.4	107.6	(49.2- 204.1)	13	11.2	116.3	(61.9- 198.9)	22	19.5	112.6	(70.6- 170.5)
Disturbi psichici (ICD.9=290-319)												
1	3	1.0	301.0	(62.1- 879.9)	0	1.3	.0	(.0- .0)	3	2.3	130.3	(26.9- 380.9)
2	3	2.6	114.7	(23.7- 335.3)	1	4.9	20.5	(.5- 113.9)	4	7.5	53.3	(14.5- 136.4)
3	4	3.7	108.3	(29.5- 277.2)	6	5.9	101.7	(37.3- 221.3)	10	9.6	104.2	(50.0- 191.7)
Malattie del sistema nervoso e organi di senso (ICD.9=320-389)												
1	3	1.5	193.5	(39.9- 565.8)	2	1.7	119.9	(14.5- 433.0)	5	3.2	155.4	(50.4- 362.7)
2	5	4.1	120.9	(39.2- 282.2)	6	6.2	96.3	(35.3- 209.5)	11	10.4	106.1	(53.0- 189.8)
3	8	5.8	138.2	(59.6- 272.2)	7	8.1	86.4	(34.7- 177.9)	15	13.9	108.0	(60.5- 178.0)
Malattie dell'appar.circolatorio (ICD.9=390-459)												
1	37	37.7	98.2	(69.8- 136.4)	43	34.8	123.6	(90.2- 167.7)	80	72.5	110.4	(87.9- 137.9)
2	98	92.4	106.1	(86.5- 129.7)	126	127.9	98.5	(82.3- 117.6)	224	220.3	101.7	(88.9- 116.1)
3	119	128.8	92.4	(76.8- 110.8)	142	154.3	92.0	(77.7- 108.7)	261	283.1	92.2	(81.4- 104.2)

(Segue...)

D [^]	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Iperensione arteriosa (ICD.9=401-405)												
1	2	1.3	155.9	(18.9- 562.8)	1	1.2	84.4	(2.1- 470.3)	3	2.5	121.6	(25.1- 355.4)
2	4	3.4	117.2	(31.9- 300.0)	5	4.4	113.4	(36.7- 264.7)	9	7.8	115.1	(52.7- 218.4)
3	7	4.8	147.0	(59.0- 302.7)	8	5.4	147.5	(63.6- 290.6)	15	10.2	147.3	(82.5- 242.9)
Malattie icemiche del cuore (ICD.9=410-414)												
1	13	13.7	95.1	(50.6- 162.7)	10	8.2	122.6	(58.9- 225.5)	23	21.8	105.4	(66.8- 158.2)
2	38	34.4	110.3	(78.8- 152.6)	24	30.3	79.3	(50.8- 118.0)	62	64.7	95.8	(73.9- 123.4)
3	39	48.1	81.1	(58.2- 111.7)	26	37.1	70.2	(45.8- 102.8)	65	85.2	76.3+	(59.2- 97.7)
Infarto acuto (ICD.9=410)												
1	4	5.6	71.4	(19.5- 182.7)	5	2.9	171.0	(55.4- 399.0)	9	8.5	105.5	(48.3- 200.3)
2	18	14.6	123.6	(73.3- 195.3)	6	11.0	54.6	(20.0- 118.9)	24	25.5	93.9	(60.2- 139.8)
3	14	20.3	68.9	(37.6- 115.5)	12	13.6	88.1	(45.5- 153.8)	26	34.0	76.6	(50.0- 112.2)
Cuore polmonare (ICD.9=415-416)												
1	0	.4	.0	(.0- .0)	2	.5	384.7	(46.5-1388.7)	2	1.0	209.5	(25.3- 756.1)
2	1	1.2	85.9	(2.2- 478.6)	2	1.9	103.2	(12.5- 372.5)	3	3.1	96.7	(20.0- 282.7)
3	2	1.6	124.6	(15.1- 449.8)	3	2.4	124.5	(25.7- 364.1)	5	4.0	124.6	(40.4- 290.7)
Altre malattie del cuore (ICD.9=420-429)												
1	8	8.5	94.1	(40.6- 185.4)	14	11.1	126.5	(69.1- 212.3)	22	19.6	112.5	(70.5- 170.3)
2	23	19.7	116.8	(74.0- 175.2)	44	40.3	109.2	(80.0- 147.6)	67	60.0	111.7	(87.0- 142.5)
3	22	27.5	79.9	(50.1- 121.0)	59	47.9	123.2	(94.4- 159.8)	81	75.4	107.4	(85.7- 134.0)
Disturbi circolatori dell'encefalo (ICD.9=430-438)												
1	11	10.6	103.7	(51.8- 185.6)	13	11.6	112.5	(59.9- 192.3)	24	22.2	108.3	(69.4- 161.1)
2	26	25.8	100.7	(65.8- 147.6)	45	42.6	105.6	(77.7- 142.2)	71	68.4	103.8	(81.4- 131.4)
3	40	35.9	111.4	(80.4- 152.9)	40	51.3	77.9	(56.2- 106.9)	80	87.2	91.7	(73.0- 114.6)
Malattie dell'app.respiratorio (ICD.9=460-519)												
1	4	7.4	54.3	(14.8- 139.1)	0	3.4	.0	(.0- .0)	4	10.8	37.0+	(10.1- 94.7)
2	19	17.8	106.9	(64.4- 167.0)	11	12.6	87.2	(43.5- 156.1)	30	30.4	98.8	(66.6- 141.0)
3	33	24.7	133.5	(93.0- 189.2)	11	15.4	71.6	(35.7- 128.1)	44	40.1	109.8	(80.4- 148.4)
Malattie cronico-ostruttive del polmone (ICD.9=490-496)												
1	3	3.9	77.5	(16.0- 226.6)	0	1.4	.0	(.0- .0)	3	5.3	56.9	(11.7- 166.3)
2	8	9.5	84.6	(36.5- 166.7)	5	5.2	95.7	(31.0- 223.4)	13	14.7	88.6	(47.2- 151.5)
3	19	13.1	144.8	(87.2- 226.2)	7	6.5	108.3	(43.5- 223.0)	26	19.6	132.8	(86.7- 194.6)
Altre malattie respiratorie (ICD.9=502-519)												
1	0	2.0	.0	(.0- .0)	0	.7	.0	(.0- .0)	0	2.8	.0	(.0- .0)
2	8	5.0	159.4	(68.7- 314.0)	4	2.7	146.2	(39.8- 374.3)	12	7.8	154.7	(80.0- 270.3)
3	11	7.0	157.7	(78.7- 282.1)	1	3.4	29.6	(.7- 164.6)	12	10.4	115.8	(59.8- 202.3)
Malattie dell'apparato digerente (ICD.9=520-579)												
1	1	3.6	27.7	(.7- 154.4)	5	3.1	161.5	(52.3- 376.8)	6	6.7	89.5	(32.8- 194.8)
2	8	9.6	83.4	(36.0- 164.3)	14	11.5	121.9	(66.6- 204.5)	22	21.1	104.4	(65.4- 158.1)
3	9	13.3	67.5	(30.9- 128.1)	18	14.5	124.5	(73.8- 196.8)	27	27.8	97.2	(64.0- 141.4)
Cirrosi (ICD.9=571)												
1	1	1.6	61.3	(1.6- 341.6)	3	1.2	250.6	(51.7- 732.5)	4	2.8	141.5	(38.5- 362.1)
2	6	4.5	131.9	(48.4- 287.1)	9	4.4	204.0	(93.4- 387.2)	15	9.0	167.4	(93.7- 276.1)
3	3	6.4	47.1	(9.7- 137.8)	6	5.9	102.3	(37.5- 222.8)	9	12.2	73.6	(33.7- 139.7)
Malattie dell' apparato urinario (ICD.9=580-599)												
1	0	1.3	.0	(.0- .0)	1	.7	138.8	(3.5- 772.9)	1	2.0	50.0	(1.3- 278.5)
2	2	3.3	61.3	(7.4- 221.5)	1	2.7	37.0	(.9- 206.2)	3	6.0	50.3	(10.4- 147.1)
3	8	4.5	176.2	(76.0- 347.2)	4	3.4	119.3	(32.5- 305.4)	12	7.9	152.0	(78.6- 265.6)
Sintomi e stati morbosi maldefiniti (ICD.9=780-799)												
1	0	.9	.0	(.0- .0)	0	.9	.0	(.0- .0)	0	1.8	.0	(.0- .0)
2	3	2.0	152.5	(31.5- 445.9)	1	3.3	30.0	(.8- 167.3)	4	5.3	75.5	(20.6- 193.4)
3	5	2.7	182.7	(59.2- 426.4)	4	3.9	102.5	(27.9- 262.4)	9	6.6	135.6	(62.1- 257.3)
Accidenti,avvelenamenti e traumatismi (ICD.9=800-999)												
1	2	4.2	48.0	(5.8- 173.1)	1	2.6	37.8	(1.0- 210.6)	3	6.8	44.0	(9.1- 128.7)
2	9	11.5	78.2	(35.8- 148.4)	11	9.7	113.9	(56.8- 203.8)	20	21.2	94.5	(57.7- 145.9)
3	22	16.1	136.5	(85.5- 206.6)	11	12.4	88.8	(44.3- 158.9)	33	28.5	115.8	(80.6- 164.0)

^ Distanza su tre corone (1) Km 0-2,7; (2) Km 2,7-3,2; (3) Km 3,2-4,0

10.2 Ricoveri

Rapporti standardizzati di morbosità (ricoveri ospedalieri) nell'area in studio (Rif. Pisa 1996-2000) per sesso e distanza in 1 corona (con aggiustamento per età).

Distanza su una corone (1) Km 0-4,0	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Tumori maligni	175	167.4	104.5	(89.8-121.4)	173	151.1	114.5	(98.3-133.1)	348	318.5	109.3	(98.2-121.5)
Tumori benigni	41	45.4	90.2	(65.3-123.3)	129	111.5	115.7	(96.8-137.8)	170	157.0	108.3	(92.8-126.1)
Carcinomi in situ	1	1.0	104.0	(2.6-579.4)	1	3.4	29.5	(.7-164.5)	2	4.3	46.0	(5.6-166.1)
Tumori di natura incerta	17	17.3	98.4	(57.3-157.5)	16	16.7	95.9	(54.8-155.6)	33	34.0	97.1	(67.6-137.6)
Tumori maligni dell'app.digerente	46	40.5	113.6	(83.8-152.5)	40	32.3	124.0	(89.4-170.0)	86	72.8	118.2	(94.9-146.5)
Tumori maligni dell'esofago	3	1.9	160.3	(33.1-468.7)	0	.1	.0	(.0-.0)	3	2.0	151.8	(31.3-443.9)
Tumore maligno dello stomaco	4	4.4	90.4	(24.6-231.5)	2	3.6	56.1	(6.8-202.7)	6	8.0	75.1	(27.6-163.6)
Tumore maligno del colon	16	14.7	108.5	(62.0-176.1)	17	13.1	129.4	(75.3-207.2)	33	27.9	118.3	(82.4-167.7)
Tumore mal. retto, giunz. Rettosigm-ano	9	8.5	106.4	(48.7-201.9)	4	5.7	69.9	(19.0-178.8)	13	14.2	91.6	(48.8-156.7)
Tumore maligno del fegato	11	8.8	125.1	(62.4-223.8)	11	6.4	170.9	(85.3-305.7)	22	15.2	144.4	(90.5-218.7)
Tumore maligno della cistifella	2	1.3	148.2	(17.9-535.0)	3	1.3	227.8	(47.0-666.0)	5	2.7	187.5	(60.8-437.7)
Tumore maligno del pancreas	2	2.2	92.8	(11.2-335.1)	5	3.4	146.0	(47.3-340.7)	7	5.6	125.5	(50.4-258.4)
Tumori maligni dell'app.respiratorio	29	31.8	91.1	(61.0-130.9)	8	7.2	111.0	(47.9-218.7)	37	39.0	94.8	(67.4-131.7)
Tumore maligno della laringe	7	7.0	100.5	(40.3-207.0)	0	1.0	.0	(.0-.0)	7	8.0	87.6	(35.1-180.4)
Tumore della trachea,bronchi e polmoni	21	23.3	90.0	(55.7-137.5)	7	5.0	139.0	(55.8-286.4)	28	28.4	98.7	(65.6-142.6)
Tumore mal connettivo e altri tessuti molli	3	2.0	146.4	(30.2-428.0)	1	1.3	74.6	(1.9-415.8)	4	3.4	118.0	(32.2-302.2)
Tumore maligno della mammella	0	.3	.0	(.0-.0)	61	55.2	110.5	(85.0-142.6)	61	55.5	110.0	(84.6-141.9)
Tumori maligni dell'app.genitale femminile					19	15.2	125.3	(75.4-195.6)				
Tumore maligno dell'utero					14	9.8	142.6	(77.9-239.2)				
Tumore maligno dell'ovaio					3	4.0	74.7	(15.4-218.5)				
Tumore maligno dei genitali esterni					2	1.7	117.3	(14.2-423.4)				
Tumore maligno della prostata	25	22.3	112.2	(72.6-165.5)								
Tumore maligno della vescica	33	31.7	104.0	(72.4-147.4)	6	7.9	76.0	(27.9-165.3)	39	39.6	98.4	(70.7-135.6)
Tumore maligno rene e altri organi urinari	7	10.4	67.0	(26.9-138.1)	5	4.1	123.3	(40.0-287.9)	12	14.5	82.8	(42.8-144.6)
Tumore maligno sist. nervoso centrale	8	7.0	114.1	(49.2-224.7)	9	8.0	113.1	(51.8-214.7)	17	15.0	113.6	(66.1-181.9)
Malattia di Hodgkin	0	1.1	.0	(.0-.0)	1	.4	268.4	(6.8-1494.9)	1	1.4	70.1	(1.8-390.3)
Linfoma Non-Hodgkin	5	5.3	94.2	(30.5-219.9)	2	5.0	40.2	(4.9-145.2)	7	10.3	68.1	(27.3-140.3)
Mieloma multiplo	1	2.1	46.7	(1.2-259.9)	2	2.0	98.0	(11.9-353.9)	3	4.2	71.7	(14.8-209.6)
Leucemie	4	2.8	141.7	(38.6-362.8)	8	3.0	262.7++	(113.3-517.6)	12	5.9	204.5++	(105.7-357.2)
Diabete	134	128.3	104.4	(87.7-124.0)	140	113.7	123.1++	(103.8-145.6)	274	242.0	113.2++	(100.3-127.6)
Malattie ichemiche del cuore	210	212.2	99.0	(86.2-113.5)	141	129.9	108.5	(91.6-128.3)	351	342.1	102.6	(92.2-114.0)
Infarto acuto	43	50.9	84.4	(61.6-114.5)	26	23.6	110.2	(72.0-161.5)	69	74.5	92.6	(72.4-117.7)
Cuore polmonare	11	10.2	108.2	(54.0-193.6)	11	12.8	85.8	(42.8-153.5)	22	23.0	95.7	(60.0-144.9)
Aritmia	110	97.4	112.9	(93.1-136.5)	101	92.4	109.3	(89.4-133.2)	211	189.8	111.2	(96.8-127.4)
Insufficienza cardiaca	64	66.9	95.6	(74.1-122.7)	59	46.2	127.6	(97.7-165.5)	123	113.2	108.7	(90.6-130.0)
Altre malattie del cuore	197	202.0	97.5	(84.5-112.3)	190	177.6	107.0	(92.5-123.6)	387	379.6	102.0	(92.1-112.7)
Disturbi circolatori dell'encefalo	121	120.7	100.3	(83.4-120.1)	109	110.6	98.6	(81.2-119.3)	230	231.2	99.5	(87.2-113.3)
Polmoniti	65	52.3	124.2	(96.4-159.1)	43	38.5	111.8	(81.6-151.6)	108	90.8	119.0	(97.9-144.0)
Malattie cronico-ostruttive del polmone	143	122.6	116.7	(98.6-137.7)	52	64.5	80.6	(60.6-106.3)	195	187.1	104.2	(90.3-120.1)
Altre malattie respiratorie	64	67.4	95.0	(73.6-121.9)	39	36.2	107.8	(77.4-148.5)	103	103.5	99.5	(81.5-121.0)
Cirrosi	71	55.9	127.0	(99.7-160.9)	67	42.8	156.7**	(122.1-199.9)	138	98.7	139.9**	(117.8-165.6)
Prematurità	23	17.5	131.1	(83.1-196.8)								
Abortività e sofferenza fetale					75	63.5	118.1	(93.4-148.7)				

Rapporti standardizzati di morbosità (ricoveri ospedalieri) nell'area in studio (Rif. Pisa 1996-2000) per sesso e distanza in 3 corone (con aggiustamento per età).

D ^a	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Tumori maligni (ICD.9=140-208)												
1	32	22.6	141.5	(97.9-201.6)	20	16.7	119.5	(73.0-184.5)	52	39.4	132.1	(99.4-174.3)
2	60	60.6	99.0	(76.0-128.0)	77	56.9	135.3+	(107.3-169.8)	137	117.5	116.6	(98.1-138.1)
3	83	84.2	98.6	(78.9-122.7)	76	77.4	98.1	(77.7-123.3)	159	161.6	98.4	(83.9-115.2)
Tumori benigni (ICD.9=210-229)												
1	6	5.9	101.8	(37.3-221.5)	20	12.5	159.5	(97.4-246.3)	26	18.4	141.0	(92.1-206.6)
2	12	16.7	71.8	(37.1-125.4)	50	41.8	119.7	(89.5-158.8)	62	58.5	106.0	(81.8-136.6)
3	23	22.8	100.7	(63.9-151.1)	59	57.2	103.1	(79.0-133.7)	82	80.1	102.4	(81.8-127.6)
Carcinomi in situ (ICD.9=230-234)												
1	0	.1	.0	(.0-.0)	0	.4	.0	(.0-.0)	0	.5	.0	(.0-.0)
2	0	.3	.0	(.0-.0)	0	1.3	.0	(.0-.0)	0	1.6	.0	(.0-.0)
3	1	.5	207.0	(5.2-1152.9)	1	1.7	57.3	(1.4-319.0)	2	2.2	89.7	(10.9-323.9)
Tumori di natura incerta (ICD.9=235-239)												
1	2	2.3	86.7	(10.5-312.8)	3	1.8	162.8	(33.6-475.8)	5	4.2	120.5	(39.0-281.1)
2	6	6.3	95.7	(35.1-208.3)	5	6.3	79.8	(25.9-186.3)	11	12.5	87.8	(43.8-157.0)
3	9	8.7	103.4	(47.3-196.2)	8	8.6	93.2	(40.2-183.6)	17	17.3	98.3	(57.2-157.4)
Tumori maligni dell'app.digerente (ICD.9=150-159)												
1	6	5.6	107.9	(39.6-234.8)	7	3.5	198.2	(79.6-408.3)	13	9.1	143.0	(76.1-244.5)
2	21	14.6	143.7	(88.9-219.6)	16	12.2	131.5	(75.2-213.5)	37	26.8	138.1	(98.2-191.9)
3	19	20.3	93.5	(56.3-146.0)	17	16.6	102.6	(59.8-164.3)	36	36.9	97.6	(69.0-136.2)
Tumori maligni dell'esofago(ICD.9=150)												
1	0	.3	.0	(.0-.0)	0	.0	.0	(.0-.0)	0	.3	.0	(.0-.0)
2	2	.7	295.7	(35.8-1067.3)	0	.0	.0	(.0-.0)	2	.7	279.5	(33.8-1008.9)
3	1	.9	107.1	(2.7-596.4)	0	.1	.0	(.0-.0)	1	1.0	101.0	(2.6-562.3)
Tumore maligno dello stomaco (ICD.9=151)												
1	0	.6	.0	(.0-.0)	0	.4	.0	(.0-.0)	0	1.0	.0	(.0-.0)
2	2	1.6	127.6	(15.4-460.5)	2	1.3	149.4	(18.1-539.2)	4	2.9	137.6	(37.5-352.2)
3	2	2.2	90.5	(11.0-326.8)	0	1.8	.0	(.0-.0)	2	4.0	49.4	(6.0-178.5)
Tumore maligno del colon (ICD.9=153)												
1	2	2.0	97.7	(11.8-352.8)	5	1.4	348.3+	(112.8-812.8)	7	3.5	201.0	(80.7-414.1)
2	5	5.3	94.1	(30.5-219.7)	5	5.0	100.0	(32.4-233.3)	10	10.3	97.0	(46.5-178.3)
3	9	7.4	121.8	(55.7-231.1)	7	6.7	104.5	(41.9-215.2)	16	14.1	113.5	(64.9-184.4)
Tumore maligno dell'intestino retto della giunzione rettosigmoidea e dell'ano (ICD.9=154)												
1	2	1.1	176.9	(21.4-638.6)	0	.6	.0	(.0-.0)	2	1.8	113.8	(13.8-410.9)
2	4	3.1	130.0	(35.4-332.9)	1	2.2	46.2	(1.2-257.5)	5	5.2	95.4	(30.9-222.7)
3	3	4.3	70.5	(14.5-206.1)	3	2.9	102.1	(21.1-298.6)	6	7.2	83.4	(30.6-181.6)
Tumore maligno del fegato (ICD.9=155)												
1	1	1.2	85.0	(2.2-473.4)	2	.7	281.3	(34.0-1015.4)	3	1.9	158.9	(32.8-464.6)
2	6	3.2	188.7	(69.2-410.7)	4	2.4	166.2	(45.3-425.5)	10	5.6	179.0	(85.9-329.2)
3	4	4.4	90.2	(24.6-230.8)	5	3.3	150.6	(48.8-351.5)	9	7.8	116.0	(53.1-220.2)
Tumore maligno della cistifella (ICD.9=156)												
1	0	.2	.0	(.0-.0)	0	.1	.0	(.0-.0)	0	.3	.0	(.0-.0)
2	2	.5	406.1	(49.1-1466.1)	1	.5	199.8	(5.1-1113.0)	3	1.0	302.1	(62.3-883.3)
3	0	.7	.0	(.0-.0)	2	.7	298.5	(36.1-1077.6)	2	1.4	148.1	(17.9-534.7)
Tumore maligno del pancreas (ICD.9=157)												
1	1	.3	339.5	(8.6-1890.8)	0	.4	.0	(.0-.0)	1	.7	148.2	(3.7-825.2)
2	1	.8	126.8	(3.2-706.3)	3	1.3	234.5	(48.4-685.6)	4	2.1	193.4	(52.7-495.2)
3	0	1.1	.0	(.0-.0)	2	1.8	113.3	(13.7-408.9)	2	2.8	70.5	(8.5-254.5)
Tumori maligni dell'app.respiratorio (ICD.9=160-165)												
1	5	4.3	117.5	(38.1-274.1)	2	.8	252.2	(30.5-910.6)	7	5.0	138.6	(55.6-285.6)
2	11	11.6	94.9	(47.3-169.7)	3	2.7	110.0	(22.7-321.5)	14	14.3	97.7	(53.4-164.0)
3	13	16.0	81.4	(43.3-139.2)	3	3.7	81.4	(16.8-237.9)	16	19.7	81.4	(46.6-132.2)
Tumore maligno della laringe(ICD.9=161)												
1	1	.9	110.4	(2.8-615.1)	0	.1	.0	(.0-.0)	1	1.0	98.5	(2.5-548.6)
2	2	2.6	78.4	(9.5-283.1)	0	.4	.0	(.0-.0)	2	2.9	67.9	(8.2-245.1)
3	4	3.5	114.0	(31.1-291.8)	0	.5	.0	(.0-.0)	4	4.0	99.2	(27.0-253.9)
Tumore della trachea,bronchi e polmoni (ICD.9=162)												
1	4	3.1	127.3	(34.7-325.8)	2	.5	363.9	(44.0-1313.5)	6	3.7	162.5	(59.6-353.6)
2	9	8.5	105.9	(48.5-200.9)	3	1.9	157.3	(32.5-459.8)	12	10.4	115.3	(59.6-201.4)
3	8	11.7	68.4	(29.5-134.7)	2	2.6	77.6	(9.4-280.0)	10	14.3	70.0	(33.6-128.8)
Tumore maligno del tessuto connettivo e di altri tessuti molli (ICD.9=171)												
1	0	.3	.0	(.0-.0)	0	.2	.0	(.0-.0)	0	.4	.0	(.0-.0)
2	0	.7	.0	(.0-.0)	0	.5	.0	(.0-.0)	0	1.3	.0	(.0-.0)
3	3	1.0	293.0	(60.5-856.5)	1	.7	146.1	(3.7-813.8)	4	1.7	234.1	(63.8-599.4)
Tumore maligno della mammella (ICD.9=174, 175)												
1	0	.0	.0	(.0-.0)	7	6.2	113.5	(45.6-233.9)	7	6.2	112.8	(45.3-232.4)
2	0	.1	.0	(.0-.0)	30	20.8	144.1	(97.2-205.7)	30	20.9	143.4	(96.8-204.8)
3	0	.1	.0	(.0-.0)	24	28.2	85.0	(54.5-126.5)	24	28.4	84.6	(54.2-125.9)
Tumori maligni dell'app.genitale femminile (ICD.9=179-184)												
1					4	1.7	239.8	(65.3-613.9)				
2					6	5.7	105.7	(38.7-230.0)				
3					9	7.8	115.1	(52.7-218.4)				

D ^A	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Tumore maligno dell'utero (ICD.9=179-182)												
1	0	.0	.0	(.0-.0)	3	1.1	275.7	(56.9-805.9)	3	1.1	275.7	(56.9-805.9)
2	0	.0	.0	(.0-.0)	4	3.7	108.8	(29.6-278.5)	4	3.7	108.8	(29.6-278.5)
3	0	.0	.0	(.0-.0)	7	5.1	138.4	(55.6-285.2)	7	5.1	138.4	(55.6-285.2)
Tumore maligno dell'ovaio (ICD.9=183)												
1	0	.0	.0	(.0-.0)	1	.4	230.6	(5.8-1284.7)	1	.4	230.6	(5.8-1284.7)
2	0	.0	.0	(.0-.0)	1	1.5	66.7	(1.7-371.4)	1	1.5	66.7	(1.7-371.4)
3	0	.0	.0	(.0-.0)	1	2.1	48.1	(1.2-267.7)	1	2.1	48.1	(1.2-267.7)
Tumore maligno dei genitali esterni (ICD.9=184)												
1	0	.0	.0	(.0-.0)	0	.2	.0	(.0-.0)	0	.2	.0	(.0-.0)
2	0	.0	.0	(.0-.0)	1	.6	157.0	(4.0-874.7)	1	.6	157.0	(4.0-874.7)
3	0	.0	.0	(.0-.0)	1	.9	114.2	(2.9-636.3)	1	.9	114.2	(2.9-636.3)
Tumore maligno della prostata (ICD.9=185)												
1	5	3.1	161.4	(52.3-376.8)	0	.0	.0	(.0-.0)	5	3.1	161.4	(52.3-376.8)
2	4	7.9	50.4	(13.7-129.1)	0	.0	.0	(.0-.0)	4	7.9	50.4	(13.7-129.1)
3	16	11.3	142.1	(81.2-230.7)	0	.0	.0	(.0-.0)	16	11.3	142.1	(81.2-230.7)
Tumore maligno della vescica (ICD.9=188)												
1	8	4.3	184.8	(79.7-364.0)	0	.9	.0	(.0-.0)	8	5.2	153.4	(66.1-302.1)
2	7	11.4	61.3	(24.6-126.3)	4	3.0	135.0	(36.8-345.6)	11	14.4	76.5	(38.2-136.8)
3	18	16.0	112.7	(66.8-178.1)	2	4.0	49.4	(6.0-178.4)	20	20.0	99.9	(61.0-154.3)
Tumore maligno del rene e di altri organi urinari (ICD.9=189)												
1	2	1.4	146.8	(17.8-530.1)	0	.4	.0	(.0-.0)	2	1.8	110.6	(13.4-399.1)
2	1	3.8	26.3	(.7-146.8)	2	1.5	132.1	(16.0-477.0)	3	5.3	56.5	(11.7-165.2)
3	4	5.3	75.7	(20.6-193.8)	3	2.1	143.3	(29.6-419.0)	7	7.4	94.9	(38.1-195.5)
Tumore maligno del sistema nervoso centrale (ICD.9=191-192,225,239.6)												
1	3	.9	326.4	(67.4-954.3)	0	.9	.0	(.0-.0)	3	1.8	164.9	(34.0-482.1)
2	3	2.6	117.0	(24.1-342.1)	3	3.0	101.2	(20.9-295.7)	6	5.5	108.5	(39.8-236.2)
3	2	3.5	56.7	(6.9-204.5)	6	4.1	146.7	(53.8-319.3)	8	7.6	105.0	(45.3-206.8)
Malattia di Hodgkin (ICD.9=201)												
1	0	.1	.0	(.0-.0)	0	.0	.0	(.0-.0)	0	.2	.0	(.0-.0)
2	0	.4	.0	(.0-.0)	1	.1	667.0	(16.9-3715.3)	1	.5	184.3	(4.7-1026.5)
3	0	.5	.0	(.0-.0)	0	.2	.0	(.0-.0)	0	.7	.0	(.0-.0)
Linfoma Non-Hodgkin (ICD.9=200-202)												
1	3	.7	436.8	(90.1-1276.8)	0	.6	.0	(.0-.0)	3	1.2	241.8	(49.9-707.0)
2	0	2.0	.0	(.0-.0)	2	1.9	106.0	(12.8-382.7)	2	3.8	52.1	(6.3-188.1)
3	2	2.7	74.9	(9.1-270.4)	0	2.5	.0	(.0-.0)	2	5.2	38.5	(4.7-138.8)
Mieloma multiplo (ICD.9=203)												
1	0	.3	.0	(.0-.0)	0	.2	.0	(.0-.0)	0	.5	.0	(.0-.0)
2	0	.8	.0	(.0-.0)	1	.8	127.9	(3.2-712.4)	1	1.6	64.3	(1.6-358.0)
3	1	1.1	93.2	(2.4-518.9)	1	1.0	96.4	(2.4-536.9)	2	2.1	94.8	(11.5-342.1)
Leucemie (ICD.9=204-208)												
1	0	.4	.0	(.0-.0)	1	.3	297.5	(7.5-1657.2)	1	.7	139.4	(3.5-776.4)
2	3	1.0	287.2	(59.2-839.4)	1	1.1	88.2	(2.2-491.0)	4	2.2	183.6	(50.0-469.9)
3	1	1.4	71.6	(1.8-398.9)	6	1.6	381.1+	(139.7-829.5)	7	3.0	235.6	(94.6-485.4)
Diabete (ICD.9=250)												
1	17	17.1	99.2	(57.7-158.8)	16	12.3	129.6	(74.1-210.5)	33	29.5	111.9	(77.9-158.6)
2	46	46.7	98.5	(72.7-132.2)	44	43.1	102.2	(74.8-138.1)	90	89.8	100.3	(80.9-123.7)
3	71	64.5	110.1	(86.4-139.5)	80	58.3	137.2*	(109.3-171.5)	151	122.8	123.0+	(104.4-144.6)
Malattie ischemiche del cuore (ICD.9=410-414)												
1	15	15.9	94.6	(53.0-156.0)	6	5.6	107.3	(39.3-233.5)	21	21.4	97.9	(60.6-149.7)
2	51	44.0	116.0	(87.0-153.4)	19	19.4	98.2	(59.1-153.3)	70	63.3	110.6	(86.6-140.3)
3	56	60.2	93.1	(70.7-121.5)	31	26.2	118.1	(81.2-169.2)	87	86.4	100.7	(81.0-124.6)
Infarto acuto (ICD.9=410)												
1	6	6.7	89.0	(32.6-193.8)	3	2.6	115.4	(23.8-337.4)	9	9.3	96.4	(44.1-182.9)
2	16	18.7	85.5	(48.9-138.8)	8	8.9	89.5	(38.6-176.4)	24	27.6	86.8	(55.6-129.2)
3	21	25.5	82.4	(51.0-125.9)	15	12.1	124.4	(69.6-205.1)	36	37.5	95.9	(67.8-133.8)
Cuore polmonare (ICD.9=415-416)												
1	3	1.4	214.3	(44.2-626.5)	1	1.4	70.6	(1.8-393.1)	4	2.8	142.0	(38.7-363.5)
2	3	3.7	82.1	(16.9-240.0)	4	4.8	82.6	(22.5-211.5)	7	8.5	82.4	(33.1-169.7)
3	5	5.1	97.9	(31.7-228.5)	6	6.6	91.4	(33.5-199.0)	11	11.7	94.2	(47.0-168.6)
Aritmia (ICD.9=427)												
1	18	13.6	132.5	(78.5-209.4)	12	10.1	119.2	(61.6-208.1)	30	23.7	126.8	(85.6-181.0)
2	41	34.9	117.3	(84.9-160.3)	31	35.2	88.0	(60.5-126.0)	72	70.2	102.6	(80.7-129.7)
3	51	48.9	104.3	(78.2-138.0)	58	47.1	123.2	(94.1-160.1)	109	96.0	113.6	(93.6-137.4)
Insufficienza cardiaca (ICD.9=428)												
1	10	9.3	108.1	(51.9-198.8)	11	5.0	221.3+	(110.4-395.9)	21	14.2	147.7	(91.4-225.7)
2	26	24.1	107.9	(70.5-158.1)	20	17.8	112.3	(68.6-173.5)	46	41.9	109.8	(81.0-147.4)
3	28	33.6	83.4	(55.4-120.6)	28	23.5	119.4	(79.3-172.5)	56	57.0	98.2	(74.7-128.2)
Altre malattie del cuore (ICD.9=420-429)												
1	25	28.1	89.0	(57.6-131.4)	29	19.3	150.1+	(100.5-215.6)	54	47.4	113.9	(86.2-149.5)
2	80	72.6	110.2	(87.8-137.7)	62	67.9	91.4	(70.5-117.7)	142	140.4	101.1	(85.4-119.4)
3	92	101.4	90.8	(73.5-111.7)	99	90.4	109.5	(89.3-133.8)	191	191.7	99.6	(86.1-115.0)

D [^]	Maschi				Femmine				Maschi+Femmine			
	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%	OSS	ATT	SMR	L.C.95%
Disturbi circolatori dell'encefalo (ICD.9=430-438)												
1	19	17.1	111.1	(66.9- 173.4)	12	11.9	101.2	(52.3- 176.8)	31	29.0	107.0	(73.6- 153.4)
2	42	43.0	97.7	(71.0- 133.0)	40	42.6	93.9	(67.7- 128.8)	82	85.6	95.8	(76.5- 119.3)
3	60	60.6	99.0	(76.0- 128.1)	57	56.1	101.6	(77.5- 132.4)	117	116.7	100.3	(83.2- 120.5)
Polmoniti (ICD.9=4680-486)												
1	9	6.7	134.8	(61.7- 255.9)	9	4.6	195.9	(89.7- 371.7)	18	11.3	159.7	(94.7- 252.4)
2	18	19.3	93.3	(55.3- 147.4)	17	14.4	118.4	(69.0- 189.6)	35	33.7	104.0	(73.2- 145.9)
3	38	26.4	144.2+	(103.0- 199.4)	17	19.5	87.1	(50.7- 139.5)	55	45.9	119.9	(90.9- 156.9)
Malattie cronico-ostruttive del polmone (ICD.9=490-496)												
1	17	16.8	101.3	(59.0- 162.2)	5	7.3	68.8	(22.3- 160.5)	22	24.1	91.5	(57.3- 138.5)
2	46	44.2	104.0	(76.7- 139.6)	16	24.3	65.9	(37.7- 106.9)	62	68.5	90.5	(69.8- 116.5)
3	80	61.6	129.9+	(103.5- 162.4)	31	33.0	94.0	(64.7- 134.7)	111	94.5	117.4	(96.9- 141.8)
Altre malattie respiratorie (ICD.9=502-519)												
1	7	8.9	78.3	(31.4- 161.2)	2	4.1	48.3	(5.8- 174.4)	9	13.1	68.8	(31.5- 130.5)
2	25	24.6	101.7	(65.8- 150.1)	21	13.6	154.7	(95.8- 236.5)	46	38.2	120.6	(89.0- 161.9)
3	32	33.8	94.5	(65.4- 134.7)	16	18.5	86.7	(49.6- 140.8)	48	52.3	91.8	(68.2- 122.4)
Cirrosi (ICD.9=571)												
1	5	7.2	69.0	(22.4- 161.1)	10	4.7	212.2+	(101.8- 390.2)	15	12.0	125.5	(70.3- 206.9)
2	29	20.6	140.5	(94.1- 201.8)	26	16.0	162.2+	(105.9- 237.7)	55	36.7	150.0*	(113.8- 196.3)
3	37	28.0	132.1	(93.9- 183.5)	31	22.0	140.8	(96.8- 201.7)	68	50.0	135.9+	(106.1- 173.1)
Prematurità (ICD.9=764,765)												
1	3	1.9	162.1	(33.5- 474.0)								
2	9	6.8	133.3	(61.0- 252.9)								
3	11	8.9	123.1	(61.4- 220.3)								
Aborto e sofferenza fetale (ICD.9=634,656,764)												
1					10	7.3	136.8	(65.6- 251.5)				
2					34	23.4	145.4+	(101.8- 204.9)				
3					31	32.8	94.5	(65.0- 135.5)				

^ Distanza su tre corone (1) Km 0-2,7; (2) Km 2,7-3,2; (3) Km 3,2-4,0

Allegati

Rassegna di studi epidemiologici

Studi su popolazioni di residenti

Trentuno studi sono stati condotti su residenti in aree intorno ad impianto di incenerimento. Di questi, venticinque svolgono una indagine di tipo epidemiologico, tre sono studi metodologici (di analisi spaziale della distribuzione delle malattie) e tre sono improntati alla definizione di modelli tossicologici di assunzione degli inquinanti attraverso inalazione o ingestione.

Effetti sulla salute riproduttiva

Dei cinque studi esaminati sugli effetti riproduttivi (tabella 1), quattro definiscono una coorte di individui potenzialmente esposti perché residenti in un'area ritenuta a rischio e valutano la comparsa dell'effetto (parti gemellari, basso rapporto tra sessi, insorgenza di schisi orofacciale nei nati) in associazione con la distanza della residenza dall'inceneritore o la disposizione della residenza sotto venti prevalenti. L'unico studio di tipo caso-controllo (Dolk H. et al, 1998), svolge una indagine sulla associazione dell'outcome (anomalie congenite non-cromosomiche) con la distanza usata come variabile continua per identificare l'esistenza o meno di un trend decrescente del rischio relativo all'aumentare della distanza dalla sorgente, e individua un confine tra una zona di maggiore esposizione (<3 km) e una di minore contaminazione. In corrispondenza dell'area prossima alla sorgente il rischio ottenuto è moderato ma statisticamente significativo.

Le associazioni in complesso analizzate, in termini di significatività statistiche trovate, mostrano in cinque casi un eccesso di malformazioni congenite a fronte di tre indagini dai risultati non significativi.

Effetti sul rischio cancerogeno

Tutti gli studi valutano la variazione dell'incidenza e della mortalità per varie neoplasie al variare della distanza dall'inceneritore (tabella 2), volendo individuare un cut-off che serva a delimitare l'area di rischio per la popolazione. Le diverse tipologie di studio utilizzate nell'indagare l'associazione della distanza dall'impianto con la mortalità per causa specifica (tre tipi di studio: metodologico, caso-controllo, coorte), mostrano in complesso dieci associazioni significative con il variare della distanza (eccessi di incidenza per tumore in diverse sedi, sarcoma dei tessuti molli, tumore dello stomaco, linfoma non Hodgkin, tumore del polmone, del colon-retto, del fegato, della vescica, del sistema ematopoietico) a fronte di cinque associazioni non significative. La mortalità per diverse neoplasie risulta significativa in quattordici casi (si tratta di tumore del polmone, esofago, stomaco laringe, sistema ematopoietico e tumori infantili) e non significativa in nove. In

un caso si riporta un eccesso di mortalità per tutte le cause e in quattro un difetto di mortalità per tutte le cause.

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
Lloyd O. et al, 1988	+S (autocorrelazione spaziale)	Parti gemellari in capi di bestiame e uomini	Residenza e direzione del vento	Coorte; osservazionale
Williams FL et al, 1992	+S (eccesso di femmine)	rapporto tra sessi	Residenza	Coorte retrospettivo
Dolk H. et al, 1998	+S	anomalie congenite (declino con la distanza)	Residenza della madre	Caso-controllo
	+S	difetti tubo-neurale/ difetti setti cardiaci/ grandi arterie e vene (distanza tra 0 e 3 Km)		
	+NS	anomalie tracheo-esofagee/ ipospadie/ gastroschisi (distanza tra 0 e 3 Km)		
Rydstroem H, 1998	NS cluster spaziale	Parti gemellari	Residenza	Coorte retrospettivo
Tusscher GW et al, 2000	+S	schisi orofacciale non sindromica nei nati	Clinica di nascita	Coorte retrospettivo; incidenza

Tabella 1 – Studi epidemiologici su effetti dell’incenerimento di rifiuti sulla riproduzione in popolazioni di residenti

Effetti sulle patologie respiratorie

Quattro studi trasversali ed uno di biomonitoraggio hanno rilevato, attraverso alcuni indici, la funzionalità dell’apparato respiratorio e gli stati sintomatici e patologici connessi (tabella 3). I metodi utilizzati nella definizione dell’esposizione sono vari, si basano sia sulla dinamica di dispersione delle emissioni sia sulle misure della attività respiratoria in soggetti esposti e non, sia su indicatori indiretti di effetti sull’apparato (consumo di farmaci specifici).

In complesso tre casi riportano un eccesso di rischio contro quattro risultati di indagini non significativi. L’esame della letteratura in questo caso evidenzia inconsistenza nei risultati ottenuti.

Effetti sugli indicatori di esposizione interna

Negli ultimi anni sono incrementati gli studi che valutano l’esposizione attraverso misure di esposizione interna soprattutto nei confronti dei metalli pesanti e della diossine (tabella 4). La quantità della esposizione giornaliera valutata attraverso la presenza di biomarcatori nell’organismo è soggetta a grossa variabilità in associazione con lo stile di vita e alla costituzione del soggetto (maggiore capacità di eliminazione di prodotti della degradazione delle molecole tossiche) a parità di tempi di esposizione. In generale si evidenzia un trend di accumulo di biomarcatori all’avvicinarsi alla sorgente ed una eterogeneità nella tipologia di outcome indagato.

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
Elliot P. Et al, 1992	incidenza e associazione con la distanza: NS NS	k laringe k polmone	Distanza dall'inceneritore (<3, 3-10 km)	Coorte; analisi spaziale; incidenza
Barbone F. Et al, 1995	+S	k polmone	Distanza dall'inceneritore	Caso-controllo; analisi spaziale; mortalità
Biggeri A. et al, 1996	+S	k polmone	Distanza dalle sorgenti	Caso-controllo; mortalità
Elliot P. et al, 1996	associazione con la distanza: +S NS NS	Tutti i tumori, K stomaco, K colon retto, K epatico, K polmone, K vescica, K sangue e linfoma non Hodgkin. K sistema ematopoietico e linfatico K connettivo, k sangue	Distanza dall'inceneritore < 7,5 km (0.5, 1, 2, 3, 4.6, 5.7, 6.7, 7.5 km)	Coorte; osservazionale ripetuto; incidenza
Michelozzi P. Et al, 1998	associazione con la distanza: NS	k epatico/ k polmone/ k rene/ neoplasie del sistema ematopoietico e linfatico/ k laringe	Distanza dalle sorgenti (0-3, 3-8, 8-10)	Coorte retrospettivo; mortalità
Elliot P. et al, 2000	+S NC	k laringe negli uomini k epatico	Distanza dall'inceneritore	Revisione e validazione dei risultati dello studio del 1996; mortalità
Knox EG, 2000	+S	K linfatico/ K mieloide/ K monolitico/ Leucemie n.a.c./ Linfomi / Neuroblastomi/ K osseo/ Tumori benigni fatali	Distanza dall'inceneritore alla nascita e alla morte	Metodologico; analisi spaziale: mortalità
Ohta S. et al, 2000	NC	neoplasie	Presenza di inceneritore	Livello di inquinamento in campioni ambientali

Tabella 2 – Studi epidemiologici sul rischio cancerogeno dell'incenerimento di rifiuti in popolazioni di residenti

Studi su coorti occupazionali

Gli studi occupazionali sono caratterizzati da una diversa modalità di esposizione, per tempi e forma prevalente di contaminazione, e natura dei tossici a cui gli individui sono soggetti. Il tipo di esposizione genera, in questo caso, effetti prevalentemente di tipo cronico degenerativo. Gli outcomes indagati nei tredici studi sono, infatti, relativi a patologie neoplastiche ben analizzate attraverso studi di coorte. Data la stretta dipendenza dell'esposizione individuale dalla variabilità di diversi parametri, i risultati appaiono poco confrontabili tra loro e quindi inconsistenti (tre casi di significatività per mortalità per patologie neoplastiche a fronte di quattro risultati non significativi). Si aggiungono altre indagini di biomonitoraggio che sono sensibili nei confronti di marcatori la cui presenza in concentrazioni significativamente maggiori in soggetti esposti rispetto a gruppi di controllo, è considerata fattore di rischio nella comparsa di processi tumorali in quanto predisponenti alla patologia. Come per le neoplasie i risultati sono inconsistenti tra loro.

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
Zmirou D. et al, 1984	+S	consumo di farmaci per patologie respiratorie	Residenza	Trasversale
Gray EJ et al, 1994	NS	Asma e allergia nei bambini	Residenza	Trasversale
Shy CM et al, 1995	NS	patologie e sintomi respiratori (acuti e cronici)	Residenza	Trasversale; prevalenza
Lee JT et al , 1999	NS	rilevazione della funzione respiratoria giornaliera	Residenza	Trasversale
Hu S-W et al, 2001	NS tutti gli inceneritori +S inceneritore rifiuti speciali / FVC +S inceneritore rifiuti urbani / FVC	Risultati della spirometria	Residenza Indice di esposizione (distanza/direzione della residenza)	Biomonitoraggio

Tabella 3 – Studi epidemiologici su effetti dell'incenerimento di rifiuti sull'apparato respiratorio in popolazioni di residenti

Referenza	Risultato	Outcome	Esposizione	Tipo di studio
Hodke B. et al, 1998	+S	Concentrazione di PCB in campioni ematici	Residenza	Biomonitoraggio
Kurtio P. et al, 1998	incremento di rischio inversamente proporzionale alla distanza ma i livelli di Hg sono ritenuti NS	Concentrazione di Hg nei capelli	Residenza Impiego	Biomonitoraggio ripetuto
Osius N. et al, 1998		stato ormonale in adolescenti in relazione a particolari inquinanti	Residenza	Biomonitoraggio
	NS, -S, +S NS NS -S, NS, NS NS, NS, + S	T3,T4, TSH -> Cd T3,T4, TSH -> Pb T3,T4, TSH -> Hg T3,T4, TSH -> PCBs T3,T4, TSH -> PCB118		
Ardevol E. et al, 1999	NS	Concentrazione di tioetere nelle urine	Residenza	Biomonitoraggio
Evans RG et al, 2000	NS	Marcatori ematici per TCDD	Residenza	Confronto prima-dopo
Gonzales C.A. et al, 2000	NS +S	livelli di PCDD/PCDF, PCB ematico. Piombo	Residenza Impiego	Confronto prima-dopo
Shuhmacher M. et al, 2001	NS NS	assunzione giornaliera di PCDD/PCDF diretta indiretta	Residenza dieta giornaliera	Metodologico; tossicologico
Staessen JA et al, 2001	+S	biomarcatori (Pb, Cd, PCB, diossine) in sangue e urine funzionalità renale misure citogenetiche sviluppo sessuale	residenza	Biomonitoraggio

Tabella 4 – Studi epidemiologici sulla presenza di biomarcatori di inquinamento da incenerimento di rifiuti in popolazioni di residenti

Bibliografia (ordine cronologico)

- Zmirou D, Parent B, Potelon JL. Epidemiologic study of the health effects of atmospheric waste from an industrial and household refuse incineration plants. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1984; 32(6):391-397.
- Smith AH. Infant exposure assessment for breast milk dioxins and furans derived from waste incineration emissions. *Risk Anal* 1987; 7(3):347-53.
- Lloyd O.L., Lloyd M.M., Williams F.L.R. and Lawson A. Twinning in human populations and in cattle exposed to air pollution from incinerators. *Brit J Ind Med* 1988; 45: 556-560.
- Gustavsson P. Mortality among workers at municipal waste incinerator. *Am J Ind Med* 1989; 15(3):245-253.
- Hattemer-Frey, II.A., and C.C. Travis. Comparison of human exposure to dioxin from municipal waste incineration and background environmental contamination. *Chemosphere* 1989; 18(1-6): 643-650.
- Scarlett J.M., Babish J.G., Blue J.T., Voekler W.E. and Lisk D.J. Urinary mutagens in municipal refuse incinerator workers and water treatment workers. *J. Toxicol. Environ. Health* 1990; 31: 11-27.
- Bresnitz E.A., Roseman J., Becker D. and Gracely E. Morbidity among municipal waste incinerator workers. *American Journal of Industrial Medicine* 1992; 22:363-378.
- Elliot P., Hills M., Beresford J., Kleinschmidt I., Jolley D., Pattenden S., Rodrigues L., Westlake A. and Rose G. Incidence of cancers of the larynx and lung near incinerators of waste solvents and oils in Great Britain. *The Lancet* 1992; 339: 854-858.
- Ma XF, Babish JG, Scarlett JM, Gutenmann WH, Lisk DJ. Mutagens in urine sampled repetitively from municipal refuse incinerator workers and water treatment workers. *J Toxicol Environ Health* 1992; 37(4):483-494.
- Malkin R, Brandt-Rauf P, Graziano J, Paridies M. Blood lead levels in incinerator workers. *Environ Res* 1992; 59(1):265-270.
- Williams FL, Lawson AB, Lloyd OL. Low sex ratios of births in areas at risk from air pollution from incinerators, as shown by geographical analysis and 3-dimensional mapping. *Int J Epid* 1992; 21(2): 311-9.
- Gustavsson P., Evanoff B. and Hogstedt C. Increased risk of esophageal cancer among workers exposed to combustion products. *Environmental Health* 1993; 48 (4): 243-245.
- Gray E., Peat J., Mellis C., Harrington J., and Woolcock. Asthma severity and morbidity in a population sample of Sydney school children: Part I – Prevalence and effect of air pollutants in coastal regions. *Aust N Z J Med.* 1994; 24:168-175.
- Barbone F, Bovenzi M, Biggeri A, Lagazio C, Cavallieri F, Stanta G. Comparison of epidemiologic methods in a case-control study of lung cancer and air pollution in Trieste, Italy. *Epidemiol Prev* 1995; 19(63):193-205.
- Eitzer BD. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in raw milk samples from farms located near a new resources recovery incinerator. *Chemosphere* 1995; 30(7):1237-48.
- Schechter A, Papke O, Ball M, Lis A, Brandt-Rauf P. Dioxin concentrations in the blood of workers at municipal waste incinerators. *Occup Environ Med* 1995 Jun; 52(6):385-7.
- Shy CM, Degnan D, Fox DL, Mukerjee S, Hazucha MJ, Boehlecke BA, Rothenbacher D, Briggs PM, Devlin RB, Wallace DD et al. Do waste incinerators induce adverse respiratory effects? An air quality and epidemiological study of six communities. *Environ Health Perspect* 1995; 103(7-8):714-724.

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(7):750-4.

Deml E., Mangelsdorf I. And Greim H. Chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans (PCDD/F) in blood and human milk of non occupationally exposed persons living in the vicinity of a municipal waste incinerator. *Chemosphere* 1996; 33 (10):1941-1950.

Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, Grundy C. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 1996;73(5):702-710.

Rapiti E, Sperati A, Fano V, Dell'Orco V, Forastiere F. Mortality among workers at municipal waste incinerator. *Am J Ind Med* 1997; 31(5):659-6.

Dolk H, Vrijheid M, Armstrong B, Bianchi F, Garne E, Nelen V, Robert E, Scott E, Stone D, Tenconi R. Risk of congenital anomalies near hazardous waste landfill sites in Europe: EUROHAZCON study. *Lancet* 1998; 352:423-427.

Holdke B, Karmaus W, Kruse H. Body burden of polychlorinated biphenyl compounds in whole blood of 7-10-year-old children in the area of a hazardous waste incineration facility. *Gesundheitswesen* 1998; 60(8-9):505-512.

Knox E.G. and Gilman E.A. Migration patterns of children with cancer in Britain. *J. Epidemiol Community Health* 1998; 52: 716-726.

Kurttio P., Pekkanen J., Alfthan G., Paunio M., Jaakkola J.J.K. and Heinonen O.P. Increased mercury exposure in inhabitants living in the vicinity of a hazardous waste incinerator: A 10-year follow-up. *Archives of Environmental Health* 1998; 53 (2): 129-137.

Michelozzi P, Fusco D, Forastiere F: Ancona C, Dell'Orco V, Perucci CA. Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution *Occup Environ Med* 1998; 55(9):611-615.

Osius N. and Karmaus W. Thyroid hormone level in children in the area of a toxic waste incinerator in South Essen. *Gesundheitswesen* 1998; 60:107-112.

Rydhstroem H. No obvious spatial clustering of twin births in Sweden between 1973 and 1990. *Environmental Research* 1998; 76: 27-31.

Ardevol E., Minguillon C., Garcia G., Serra M.E., Gonzalez C.A., Alvarez L., Eritja R. and Lafuente A. Environmental tobacco smoke interference in the assessment of the health impact of a municipal waste incinerator on children through urinary thioether assay. *Public Health* 1999; 113: 295-298.

Boudet C, Zmirou D, Laffond M, Balducci F, Benoit-Guyod JL. Health risk assessment of a modern municipal waste incinerator. *Risk Anal* 1999; 19(6):1215-22.

Lee JT, Shy CM. Respiratory function as measured by peak expiratory flow rate and PM10: six communities study. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1999; 9(4):293-299.

Elliott P, Eaton N, Shaddick G, Carter R. Cancer incidence near municipal waste incinerators in Great Britain. Part 2: histopathological and case-note review of primary liver cancer cases. *Br J Cancer* 2000; 82(5):1103-1106.

Evans RG, Shadel BN, Roberts DW, Clardy S, Jordan-Izaguirre D, Patterson DG, Needham LL. Dioxin incinerator emissions exposure study Times Beach, Missouri. *Chemosphere* 2000; 40(9-11):1063-74.

Fontana V, Baldi R, Franchini M, Gridelli P, Ceppi M, Magnoni U, Puntoni R. An epidemiologic study of residents living in the south-eastern area of La Spezia municipality. *Epid Prev* 2000; 24(4):172-179.

Gonzales CA, Kogevinas M, Gadea E, Huici A, Bosch A, Bleda MJ, Papke O. Biomonitoring study of people living near or working at a municipal solid-waste incinerator before and after two years of operation. *Arch Environ Health* 2000; 55(4):259-67.

Knox EG. Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites. *Int J Epidemiol* 2000;29:391-397.

Ohta S, Kurikama S, Aozasa O, Nakao T, Takao T, Tanahashi M, Miyata H. Survey on levels of PCDDs, PCDFs, and non-ortho Co-PCBs in soil and sediment from a high cancer area near a batch-type municipal solid waste incinerator in Japan. *Bull Environ Contam Toxicol* 2000; 64(5):630-637.

Tusscher GW, Stam GA, Koppe JG. Open chemical combustions resulting in a local increased incidence of orofacial clefts. *Chemosphere* 2000; 40(9-11):1263-1270.

Viel JF, Arveux P, Baverel J, Cahn JY. Soft-tissue sarcoma and Non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal waste incinerator with high dioxin emission levels. *Am J Epidemiol* 2000; 152(1):13-19.

Kumagai S, Koda S, Miyakita T, Yamaguchi H, Katagi K, Yasuda N. Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran concentrations in the serum samples of workers at continuously burning municipal waste incinerators in Japan. *Occup Environ Med* 2000; 57(3):204-10.

Kitamura K., Kikuchi Y., Watanabe S., Waechter G., Sakurai H. and Takada T. Health effects of chronic exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and coplanar PCBs (Co-PCB) of municipal waste incinerator workers. *Am J Epidemiol* 2000; 10 (4): 262-270.

Hu SW, Hazucha M, Shy CM. Waste incineration and pulmonary function: an epidemiologic study of six communities. *J Air Waste Manag Assoc* 2001; 51(8):1185-94.

Schuhmacher M, Meneses M, Xifro A, Domingo JL. The use of Monte-Carlo simulation techniques for risk assessment: study of a municipal waste incinerator. *Chemosphere* 2001;43(4-7):787-99.

Staessen JA, Nawrot T, Hond E [et al]. Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. *The Lancet* 2001; 357:1660-1669.

Wrbitzky R, Beyer B, Thoma H, Flatau B, Hennig M, Weber A, Angerer J, Lehnert G. Internal exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDDs/PCDFs) of Bavarian chimney sweeps. *Arch Environ Contam Toxicol* 2001; 40(1):136-40.

Supporto GIS e bibliografia specifica

Il progetto è stato realizzato con l'apporto di settori disciplinari diversi, coinvolgendo competenze di natura medico-sanitaria, chimico-fisica e statistica; per il coordinamento delle attività sul territorio si è fatto ricorso anche alla scienza dell'informazione geografica, con l'introduzione di un sistema GIS (Geographical Information System). Il GIS è stato usato sia come strumento tecnologico per lo svolgimento del progetto, sia come sistema di supporto delle decisioni per l'impostazione delle operazioni da compiere, avendo preventivamente svolto una analisi esplorativa spaziale del sito di studio. Il GIS viene anche utilizzato a sostegno dell'analisi geostatistica dei dati raccolti.

I settori principali per i quali si è ritenuto opportuno il ricorso al GIS sono riportati di seguito:

- l'indagine epidemiologica, articolata su aspetti diversi:
 - lo studio della mortalità negli ultimi dieci anni,
 - lo studio della morbosità negli ultimi sette anni,
 - lo studio degli eventi riproduttivi sfavorevoli,
 - la campagna campionaria su sintomi e malattie;i soggetti partecipanti ai diversi tipi di indagine sono stati considerati in riferimento all'indirizzo di residenza di ciascuno;
- l'ambiente, studiato sotto diversi aspetti:
 - caratterizzazione del suolo, sia chimica che biologica;
 - qualità dell'aria, per mezzo di centraline di monitoraggio tradizionali e campionatori di sostanze organiche volatili;
 - analisi delle acque di superficie e sotterranee;
- l'integrazione dei dati in un contesto territoriale unico.

L'approccio GIS è particolarmente apprezzabile per studi di questo genere perchè la posizione geografica costituisce un legame implicito fra dati multidisciplinari.

Le fasi attraverso le quali la tecnologia GIS ha rappresentato lo strumento adeguato per la realizzazione dell'indagine si individuano in:

Supporto nella fase preparatoria del progetto

All'interno di questa fase le seguenti problematiche e filoni di indagine si sono avvalsi delle tecniche di georeferenziazione:

- Definizione dell'area di indagine
- Georeferenziazione della popolazione residente
- Indagine epidemiologica campionaria
- Indagine sulle caratteristiche del suolo

Supporto durante la raccolta e la preparazione dei dati

I settori indagati e di seguito riportati, hanno necessitato una costante revisione dei protocolli operativi di raccolta dati definiti in partenza per adeguarsi alle peculiarità dell'area emerse nel corso dei lavori.

- Indagine epidemiologica
- Indagine sulle caratteristiche del suolo
- Indagini sull'aria e sull'acqua

Supporto per la valutazione dei risultati

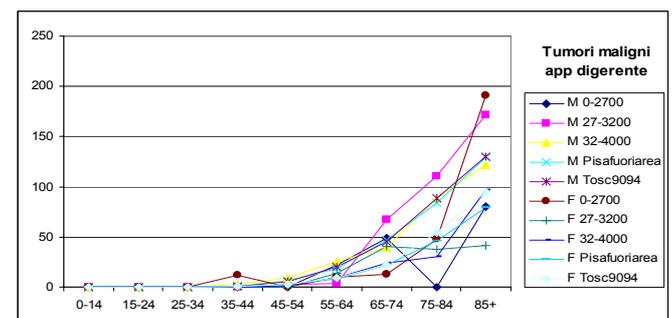
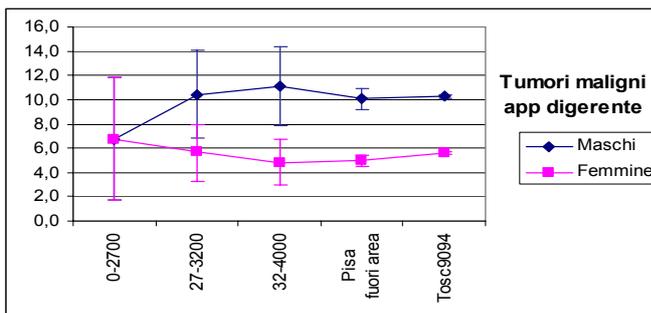
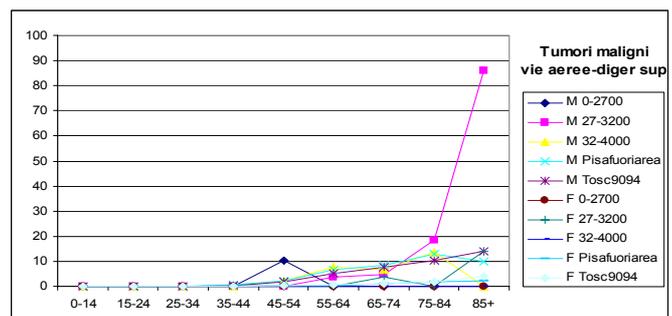
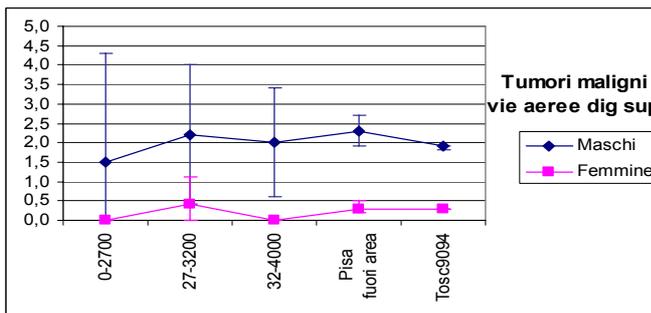
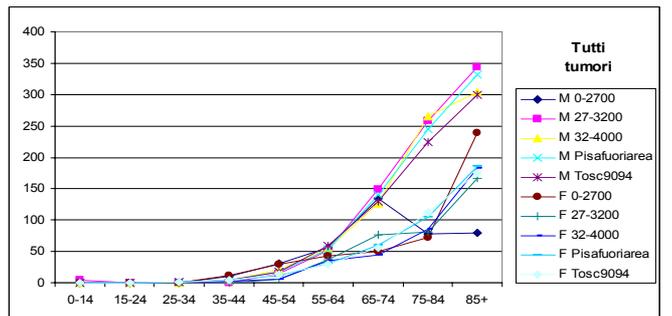
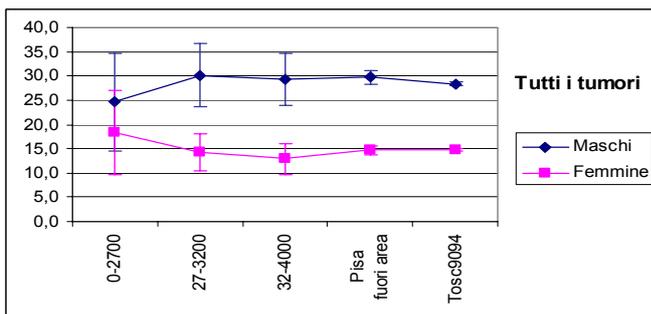
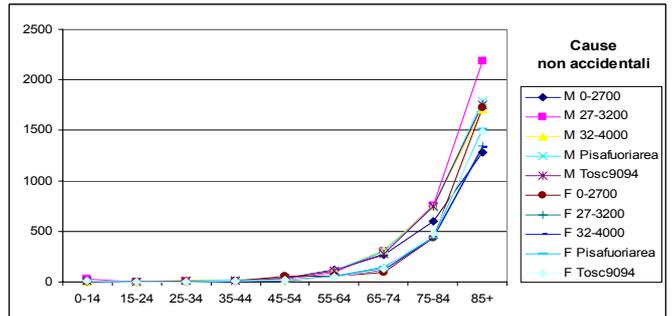
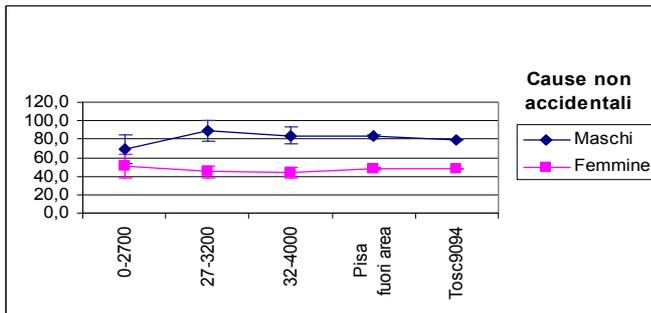
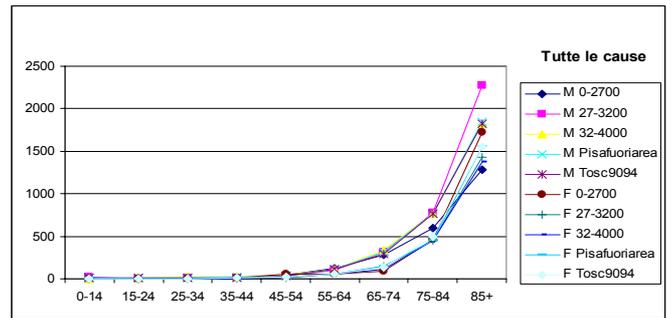
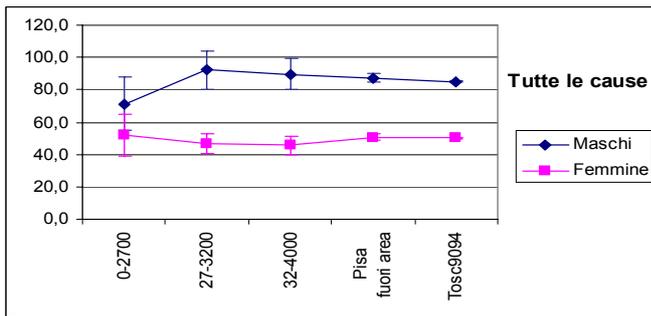
Terminate le campagne di raccolta dei dati, il GIS è stato utilizzato anche nella fase di valutazione dei risultati, soprattutto per quanto riguarda l'analisi esplorativa spaziale, con ricorso ad analisi geostatistica per i diversi temi trattati. Il sistema GIS, oltre che per la visualizzazione dei singoli fenomeni è servito alla produzione di mappe di rischio ottenute per interpolazione sull'intero territorio in esame dei valori puntuali ottenuti nelle campagne di raccolta. Ovviamente l'interpretazione dei risultati è a cura degli esperti dei vari settori disciplinari che hanno potuto utilizzare a supporto delle proprie attività speculative la risorsa GIS: quest'ultima permette di valorizzare la caratteristica che accomuna tutti i dati, molto eterogenei fra loro, che sono stati raccolti per il progetto e che consiste nell'essere tutti riferiti allo stesso territorio.

Bibliografia

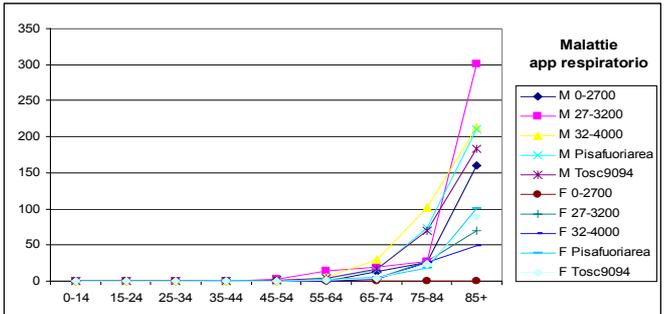
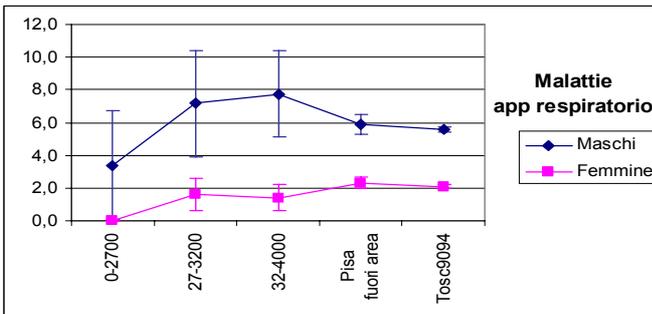
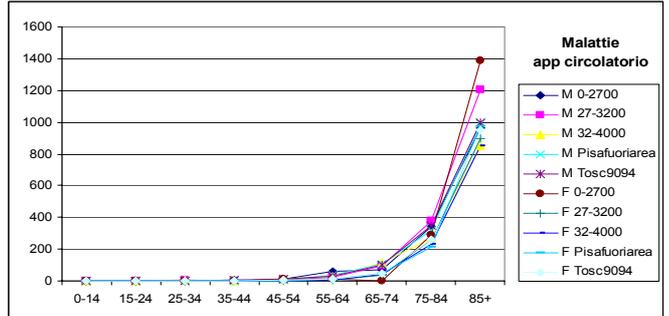
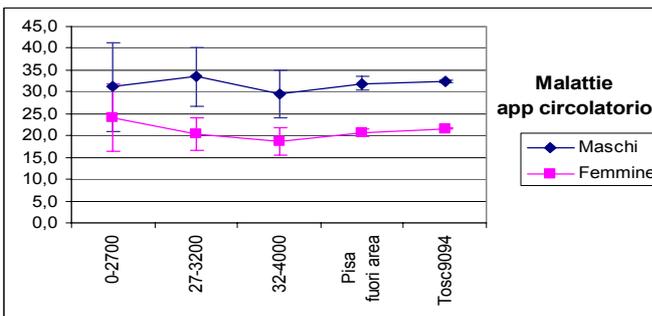
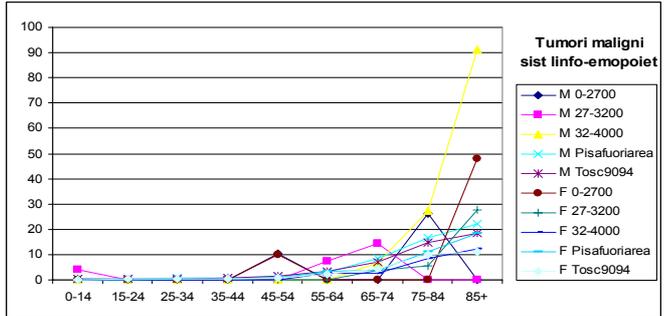
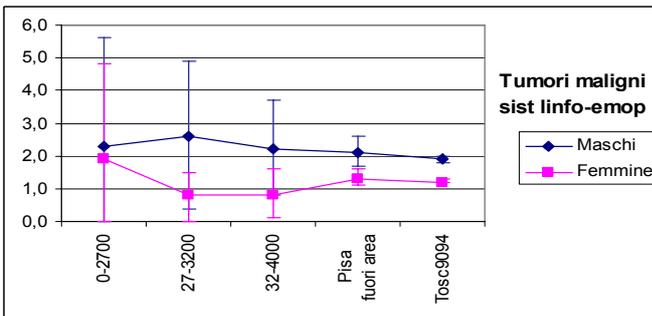
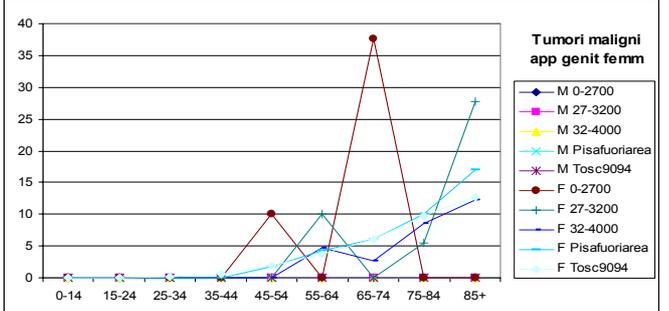
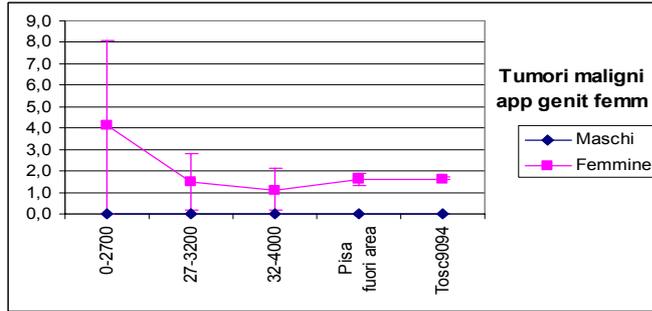
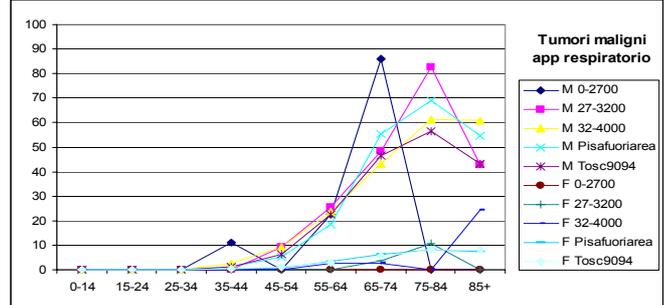
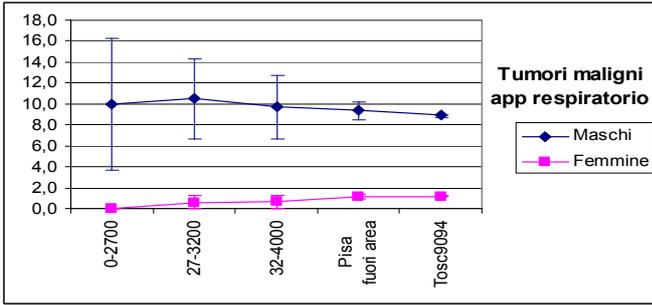
1. Vine MF, Degnan D, Hanchette C. Geographic Information Systems: their use in environmental epidemiologic research. *Environ Health Perspect* 1997; 105: 598-605.
2. Gatrell AC, Löytönen M. *Gis And Health Research: An Introduction*. *Gis And Health, GISDATA Series no. 6*: pp. 3-16 ; Taylor & Francis Inc., 1998; ISBN 0-7484-07790.
3. MM Fischer, Scholten HJ, Unwin D. *Geographic information systems, spatial data analysis and spatial modelling: an introduction*. *Spatial Analytical perspectives on GIS, GISDATA Series no. 4*: pp. 3-19; Taylor & Francis Inc., 1996; ISBN 0-7484-0339-6.
4. Haining R. *Designing a health needs GIS with spatial analysis capability*. *Spatial Analytical perspectives on GIS, GISDATA 4*, Taylor & Francis 1996, ISBN 0-7484-0339-6.
5. Löytönen M. *GIS, time geography and health*. *GIS and Health, GISDATA 6*, Taylor & Francis 1998, ISBN 0-7484-07790.
6. Lovett A et al. *Improving health needs assessment using patient register information in a GIS*. *GIS and Health, GISDATA6*, Taylor & Francis 1998, ISBN 0-7484-07790.
7. Smans M, Esteve J. *Practical approaches to disease mapping*. *Geographical and Environmental Epidemiology, Methods for Small area studies*, Oxford University Press 1997, ISBN 0-19-262235-8: 140-150.
8. Van Den Berg N. *The development of an epidemiological spatial Information system in the region of Western Pomerania, Germany*. *GIS and Health, GISDATA6*, Taylor & Francis 1998, ISBN 0-7484-07790: 153-165.

9. della Maggiore R, Mammini U, Baldacci S et al. Spatial featuring of epidemiological data of a general population sample living in Central Italy, First International Health Geographics Conference, Baltimore, Maryland, USA, October 16-18, 1998, <http://www.jhsph.edu/ihgc>
10. della Maggiore R, Mammini U. Applicazione di tecnologia GIS all' epidemiologia 2^a Conferenza Nazionale ASITA "Rilevamento, rappresentazione e gestione dei dati territoriali e ambientali", Bolzano, Italy, november 24-27, 1998 Conference Proceedings, pp 561-562
11. della Maggiore R, Bottai M, Mammini U. Valenza geografica nei dati epidemiologici 3^a Conferenza Nazionale ASITA "Informazioni territoriali e rischi ambientali", Napoli, Italy, november 9-12, 1999 Conference Proceedings, pp 701-702
12. della Maggiore R, Bottai M, Mammini U, Mura E, Fresco R. Technical Report "L' uso di tecnologie informatiche per l' analisi spaziale applicata al monitoraggio dell' inquinamento atmosferico", CNR (CNUCE) / Cascina Municipality, Italy, may 31, 2000
13. della Maggiore R., Fresco R. Man as biomarker: Conference Abstracts of Geographic Information Sciences in Public Health – 2001, First European Conference 19-20 September, 2001 Sheffield, UK, p.26.
14. Bottai M. Bootstrap Confidence Bands for Assessing Environmental Pollution: Conference Abstracts of Geographic Information Sciences in Public Health – 2001, First European Conference 19-20 September, 2001 Sheffield, UK, p.24.
15. Bianchi F, Baldacci S, Chiaverini F, Linzalone N, Vigotti MA, Viegi G, Bottai M, Della Maggiore R, Fresco R, Mammini U, Petruzzelli GA, Perco M, Virgone E, Ciacchini G, Balocchi L, Giaconi V. Epidemiological and enviromental study by GIS in Pisa suburbs (Italy): Conference Abstracts of Geographic Information Sciences in Public Health – 2001, First European Conference 19-20 September, 2001 Sheffield, UK, p.73.
16. della Maggiore R., Fresco R., Perotto E. Mapping health and environmental data: Conference Abstracts of Geographic Information Sciences in Public Health – 2001, First European Conference 19-20 September, 2001 Sheffield, UK, p.75.
17. Bianchi F., Baldacci S., Chiaverini F., Linzalone N., Viegi G., Bottai M., Della Maggiore R., Fresco R., Mammini U., Petruzzelli G. A., Perco M., Virgone E., Ciacchini G., Baldocchi L., Giaconi V. , Vigotti M. A. Indagine epidemiologica sulla popolazione e l'ambiente nell'area sud-est di Pisa, caratterizzata da inquinamento di diversa origine: Epidemiologia e Ambiente: dalla identificazione al controllo dei rischi ambientali, atti della XXV Riunione Annuale della Associazione Italiana di Epidemiologia, Venezia, 3-6 ottobre 2001.
18. della Maggiore R. Metodologia GIS per l' indagine epidemiologico-ambientale di Ospedaletto (Pisa), Rapporto GSISR n. 115 – 02/02 "Settimana Ambiente Italia 2002, Siti Contaminati", Milano, 25 febbraio 2002.

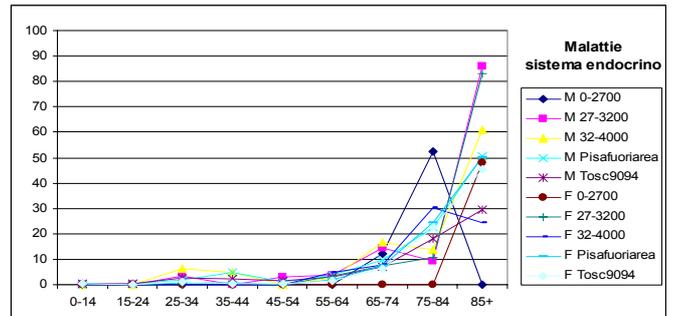
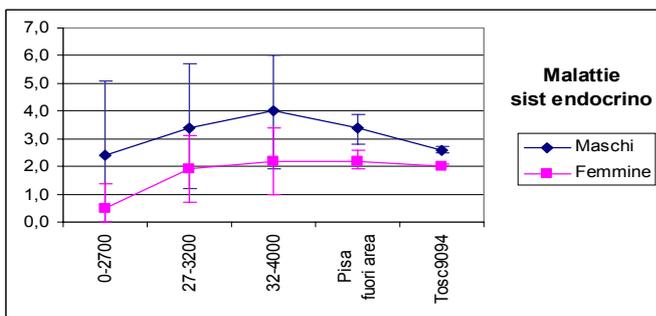
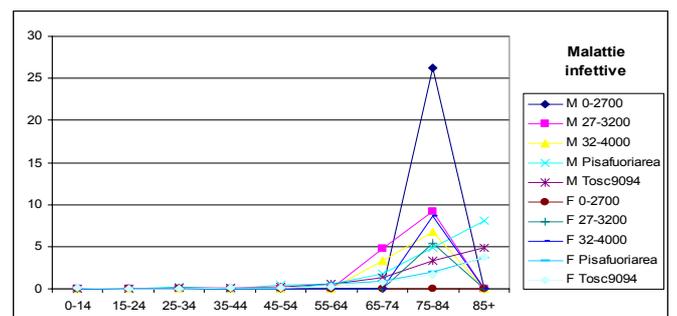
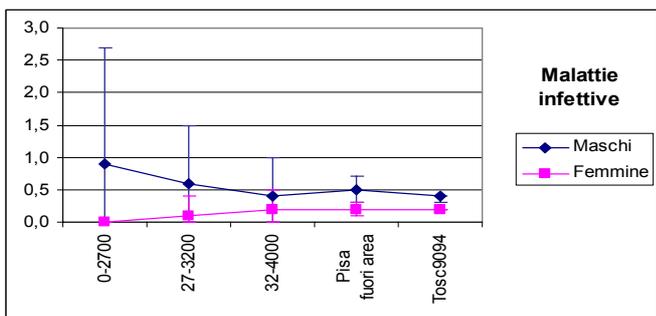
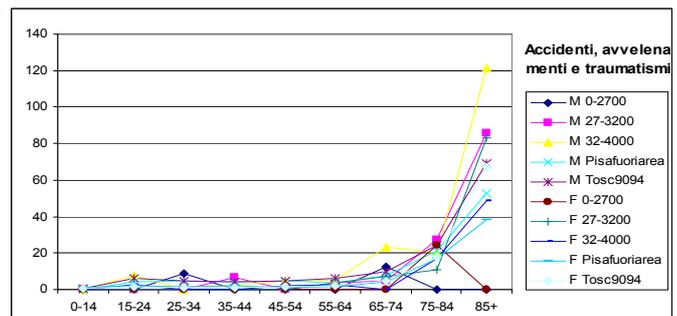
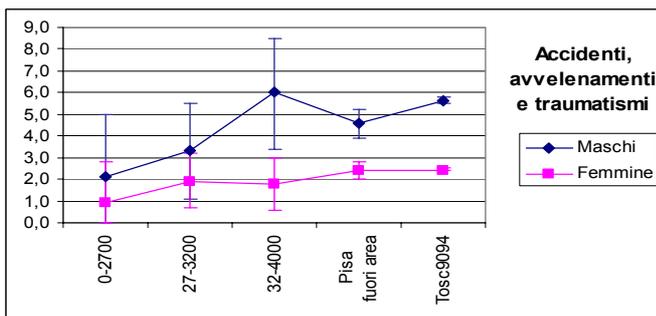
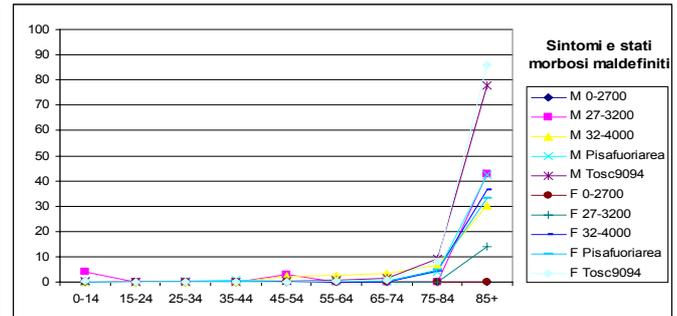
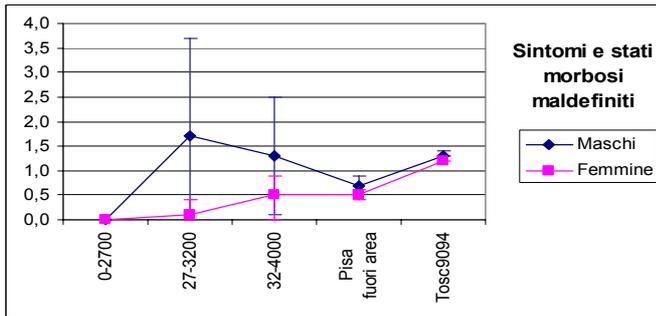
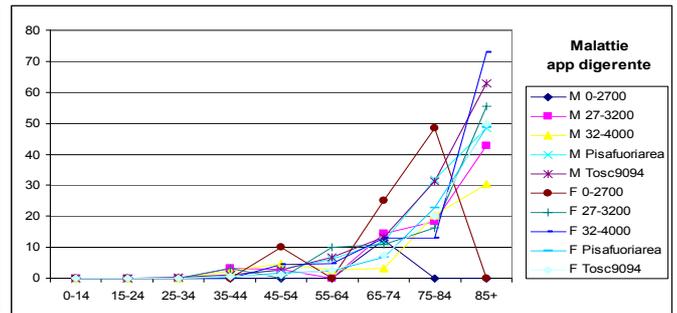
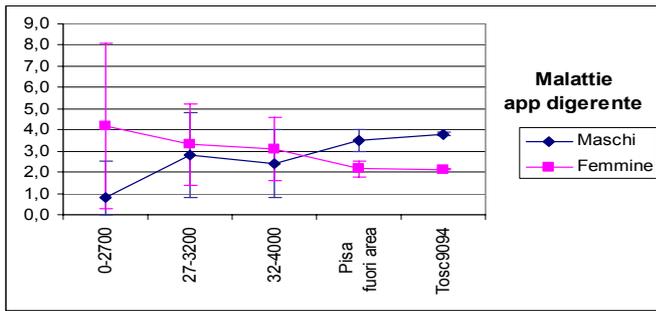
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



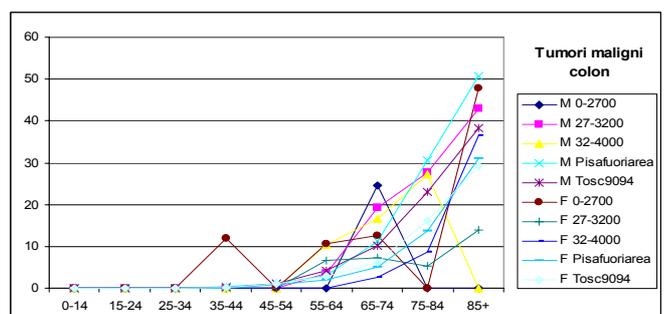
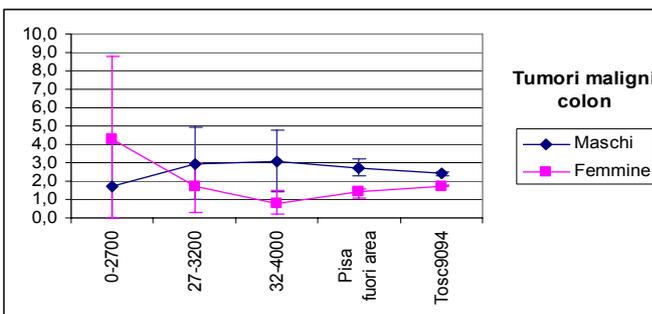
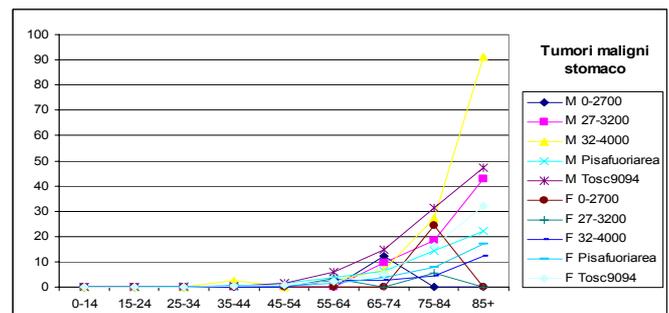
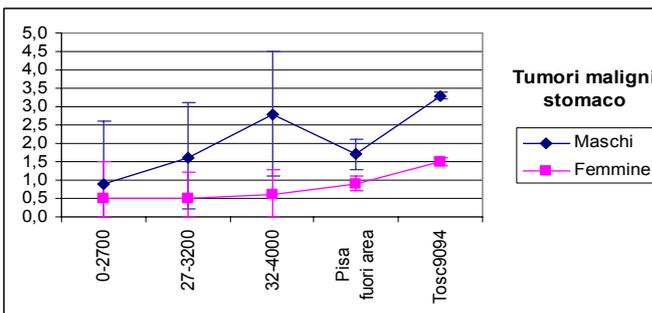
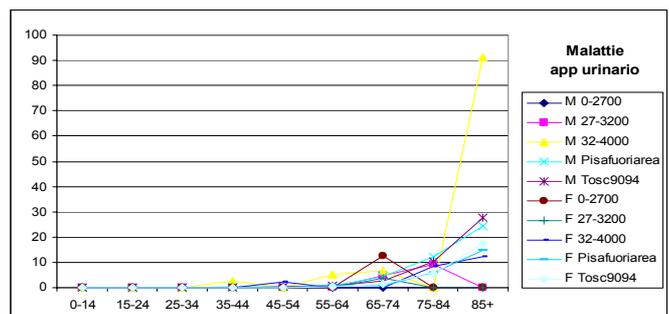
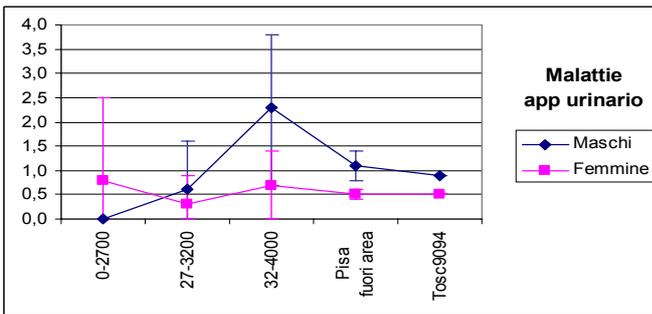
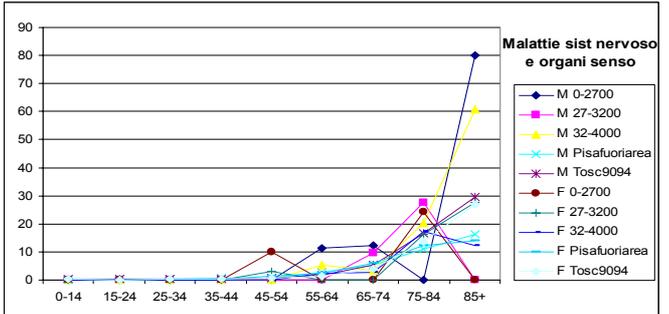
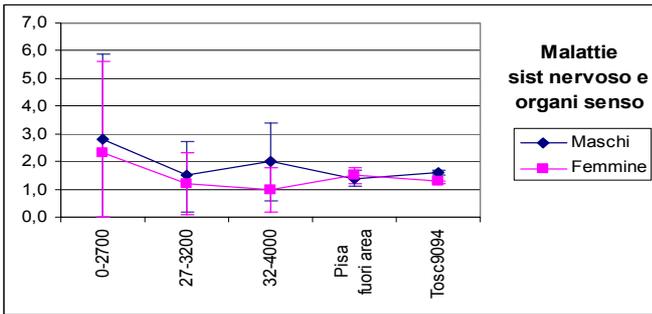
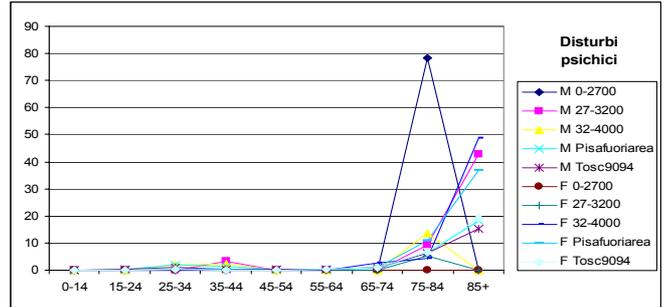
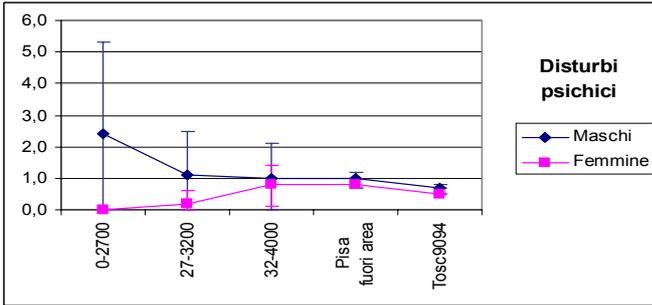
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



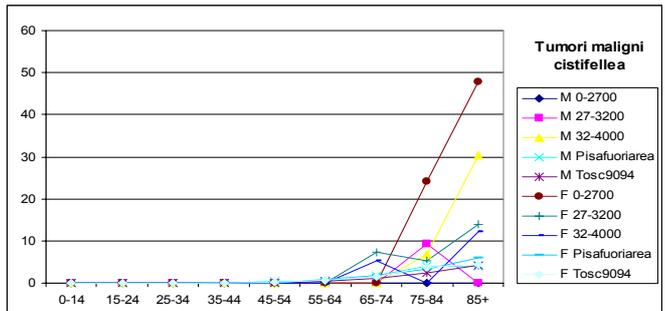
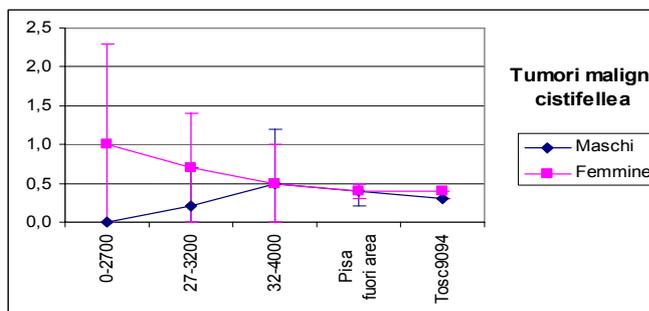
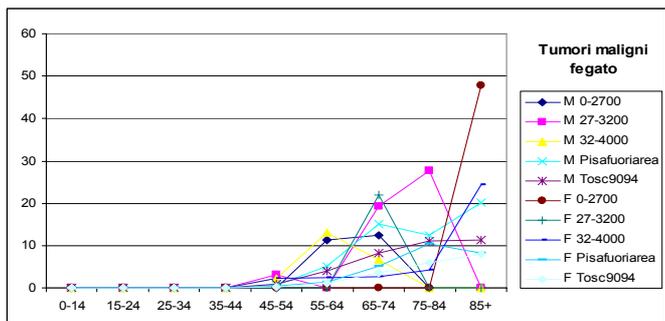
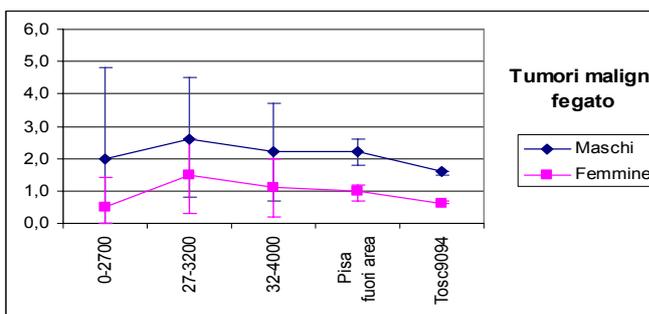
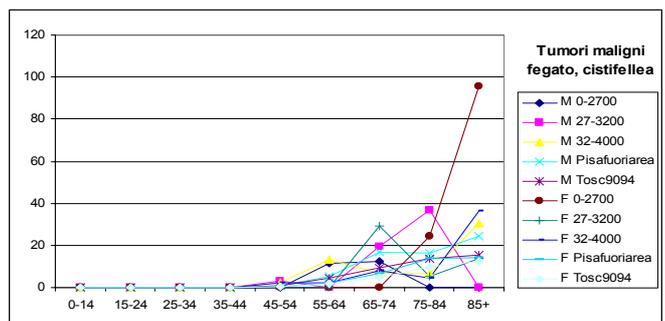
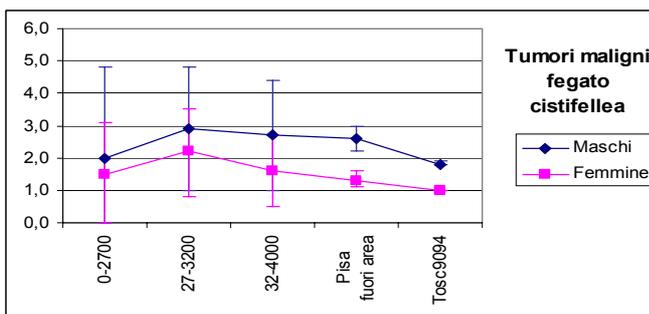
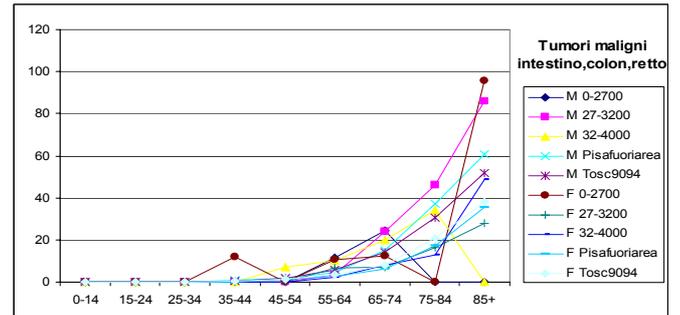
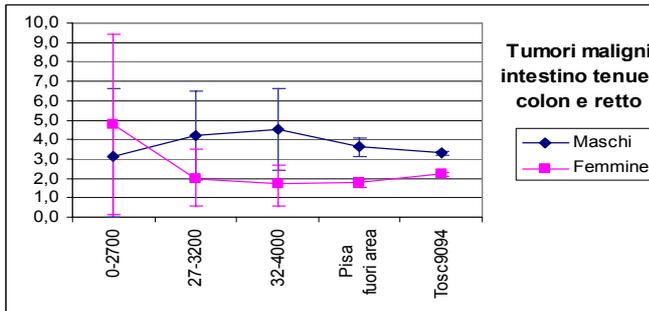
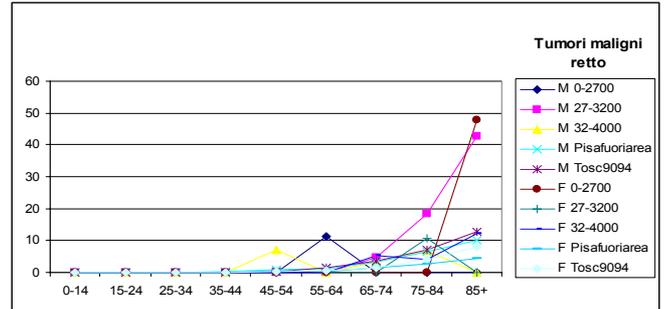
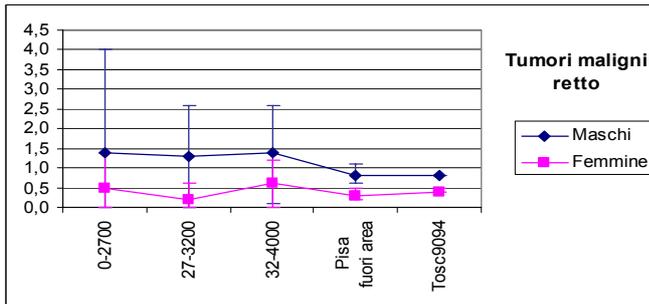
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



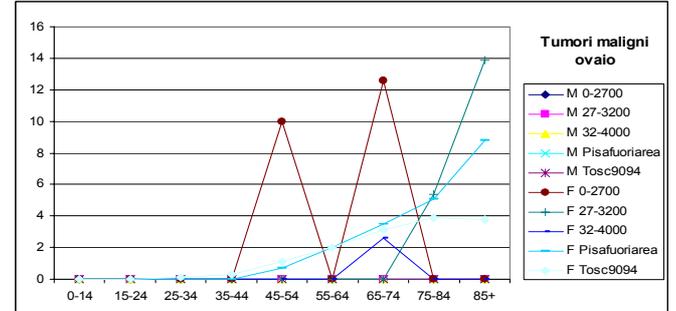
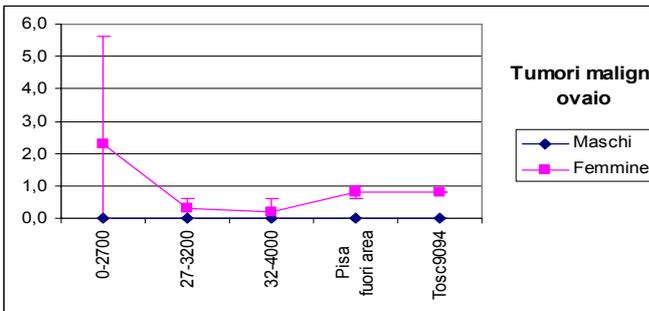
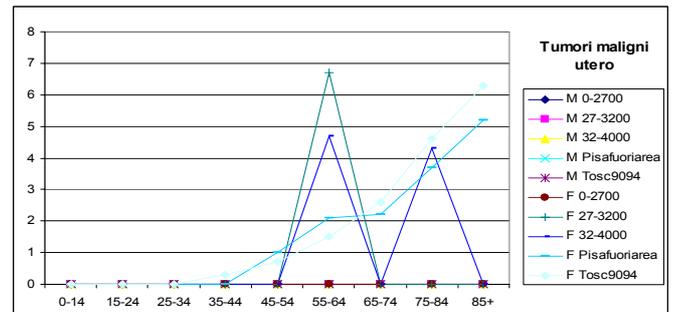
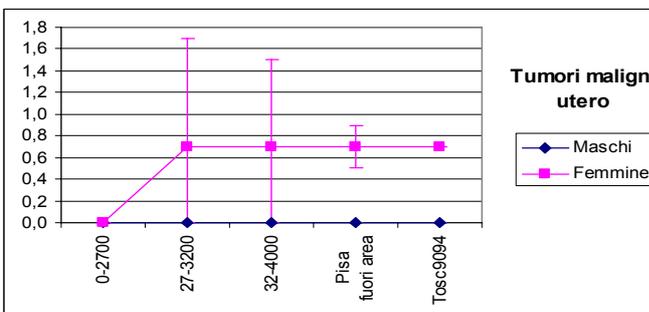
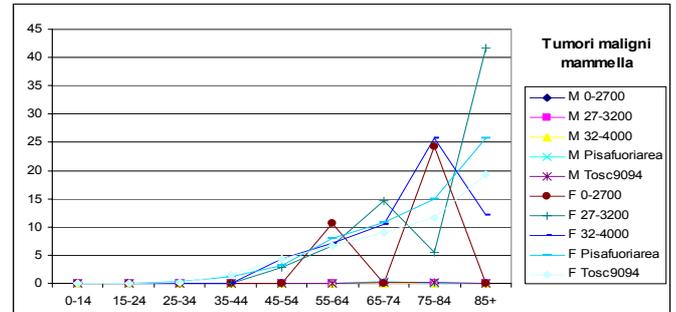
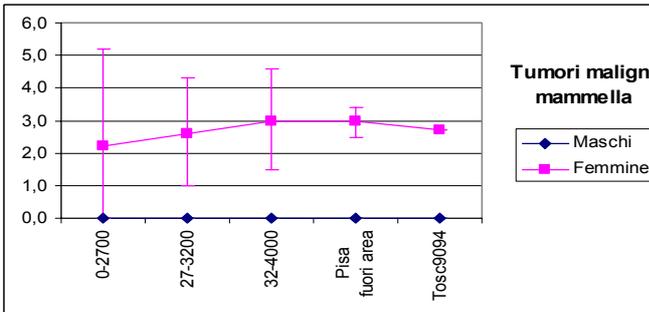
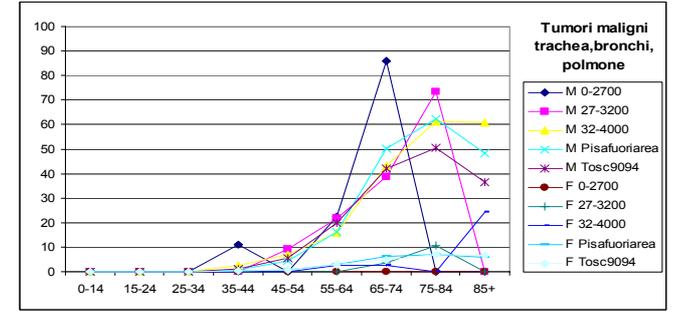
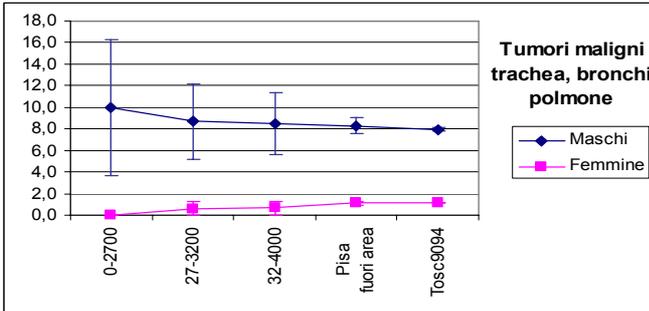
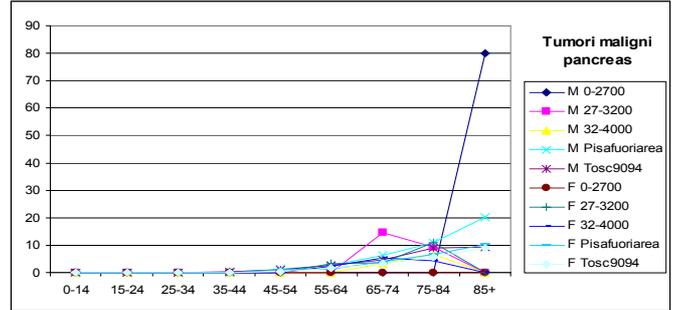
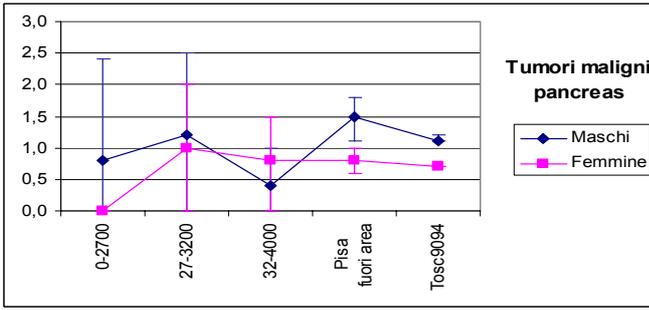
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



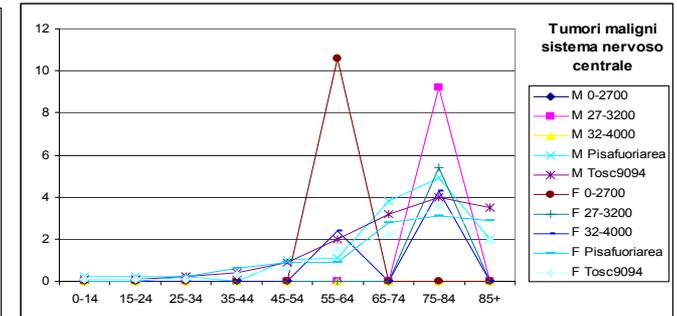
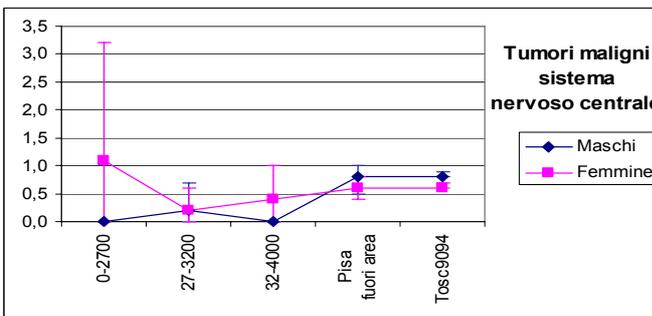
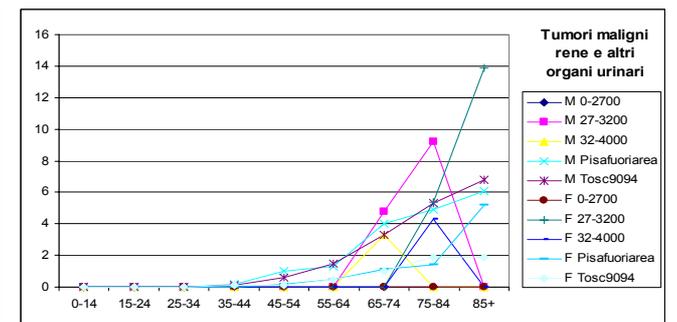
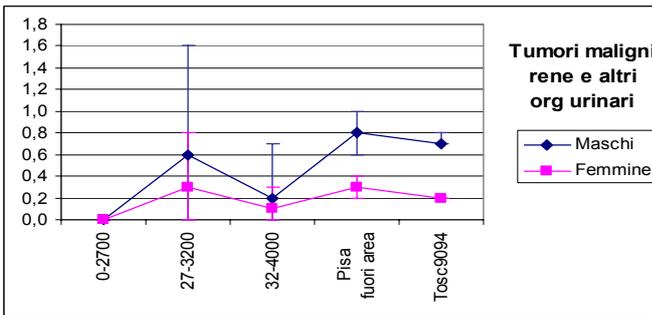
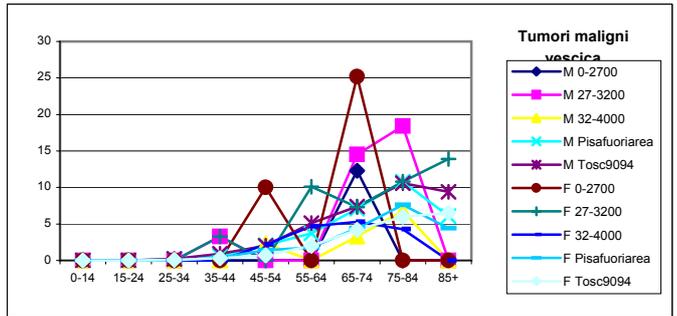
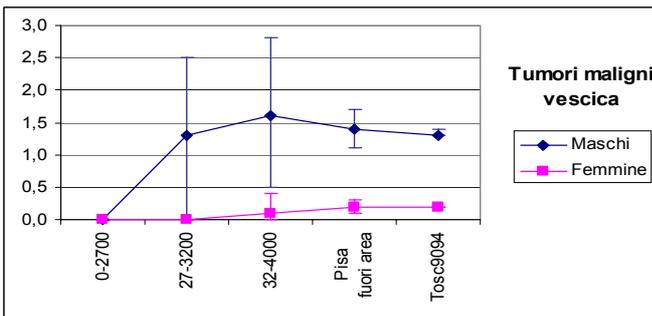
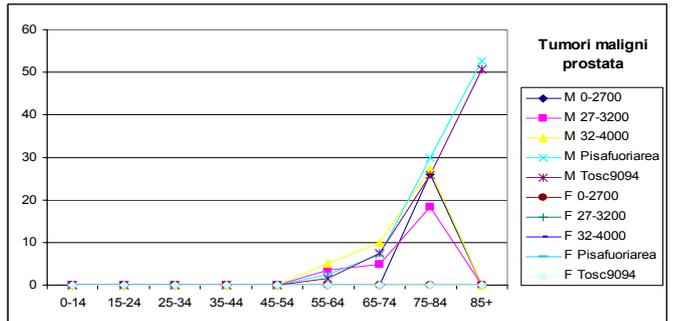
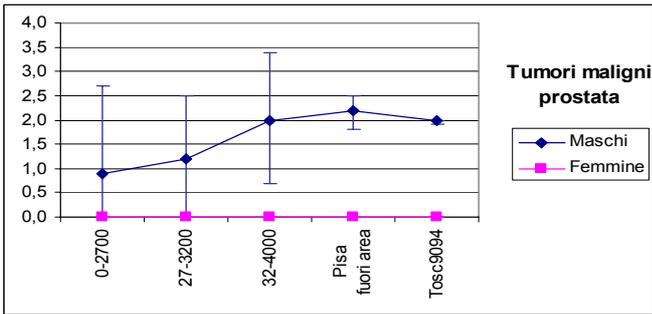
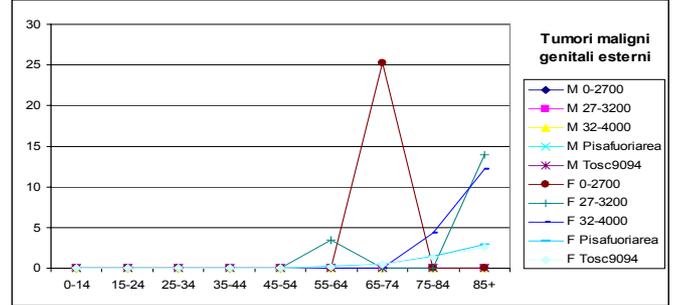
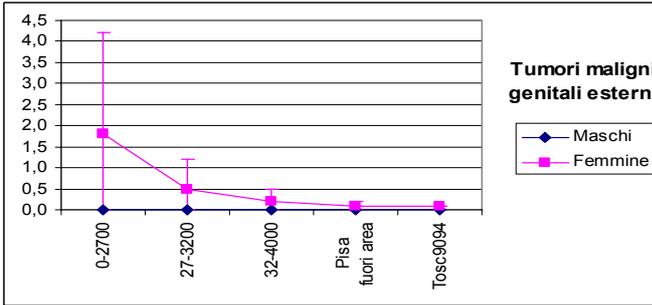
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



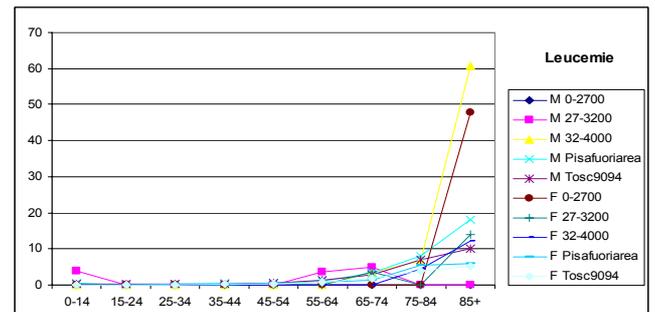
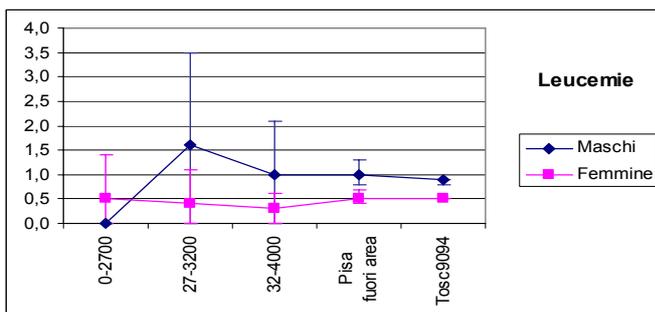
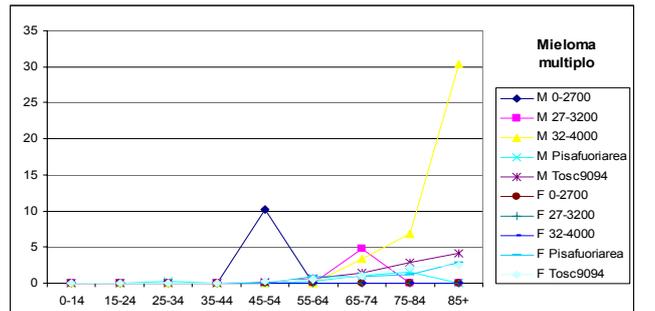
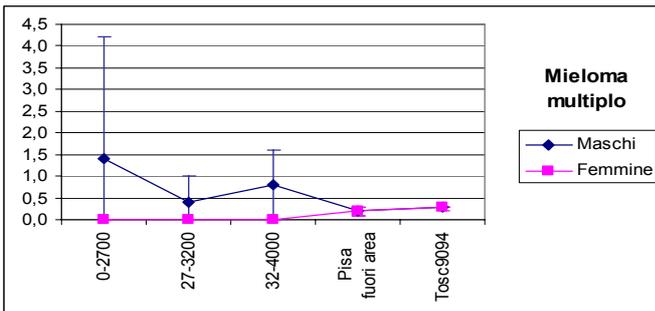
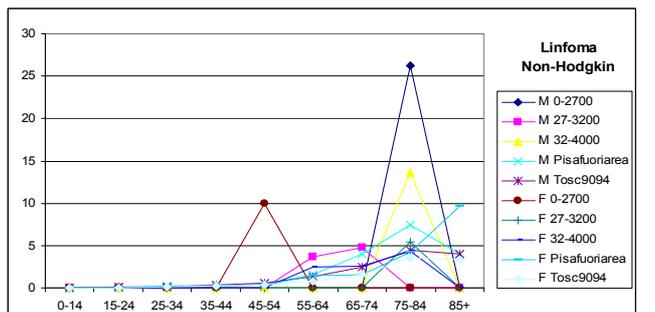
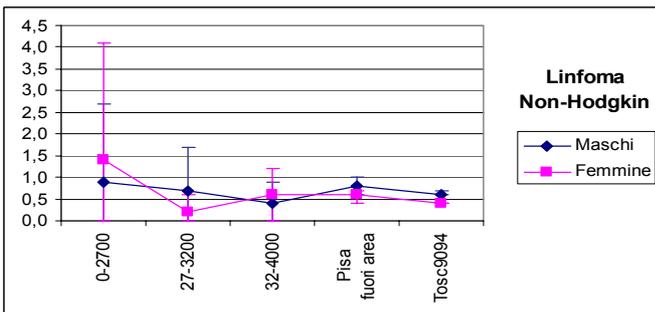
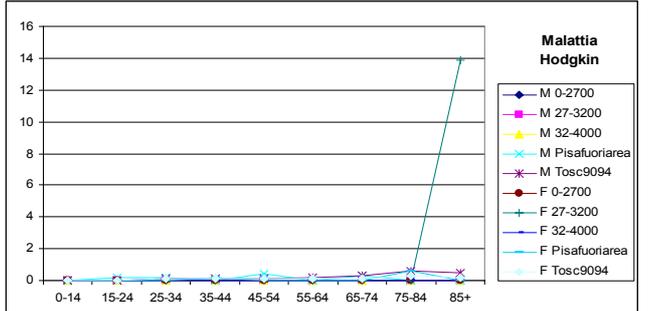
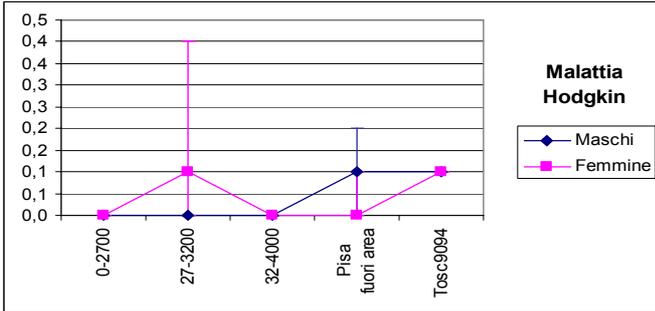
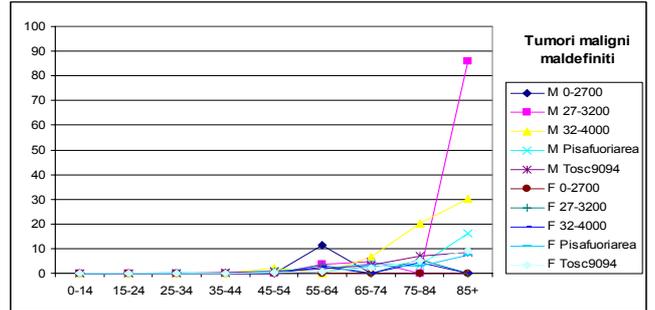
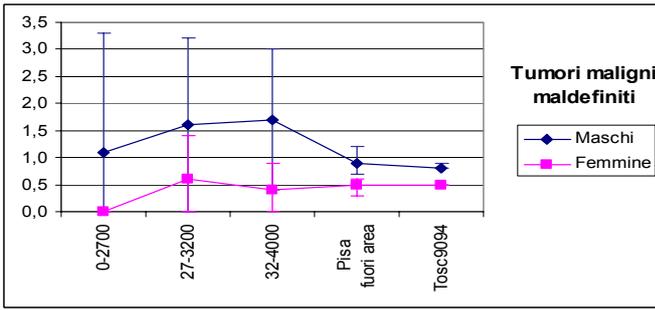
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



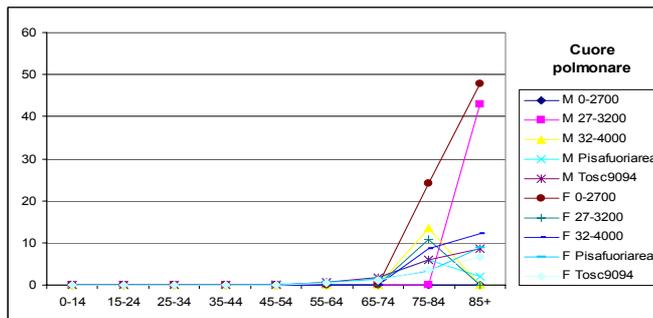
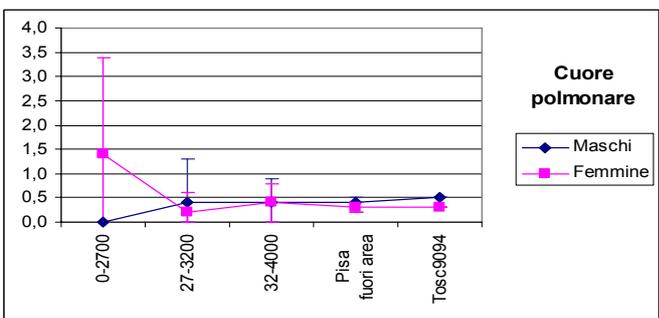
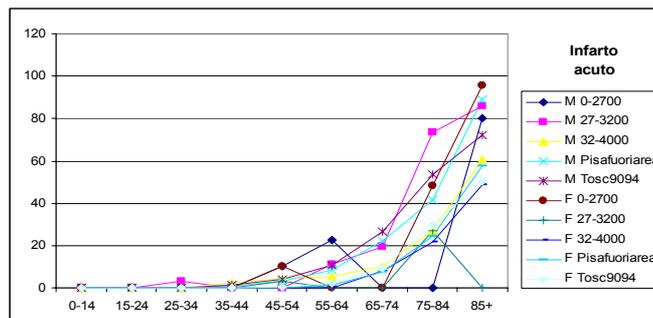
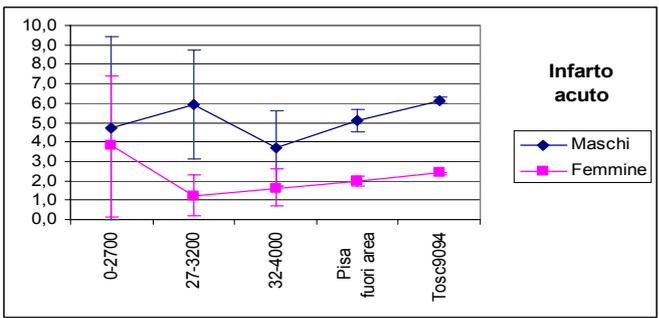
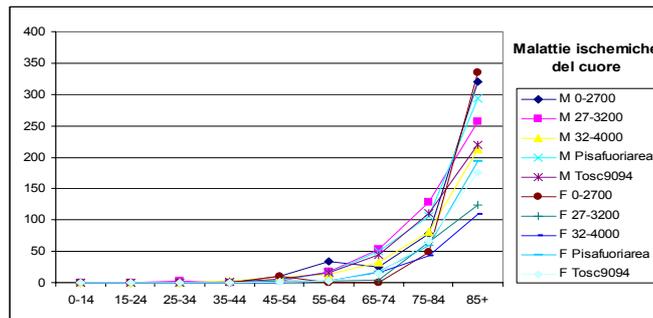
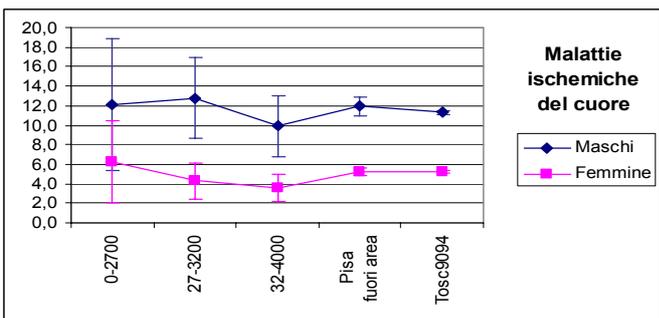
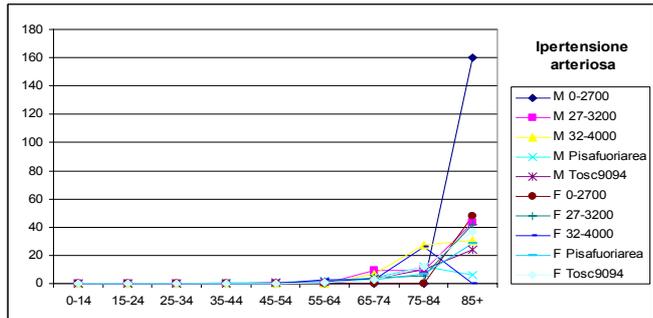
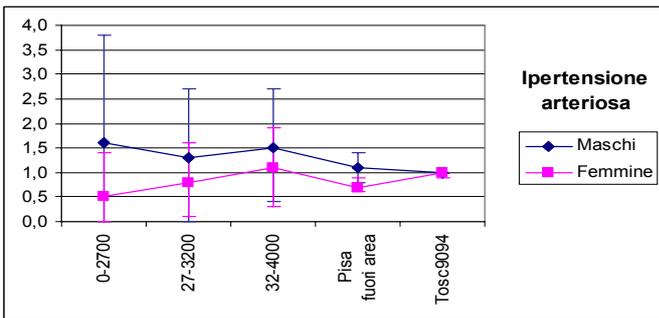
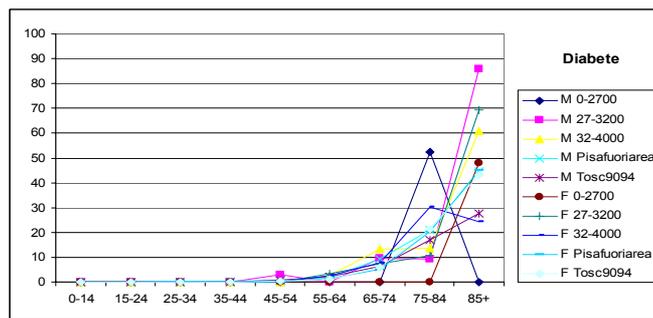
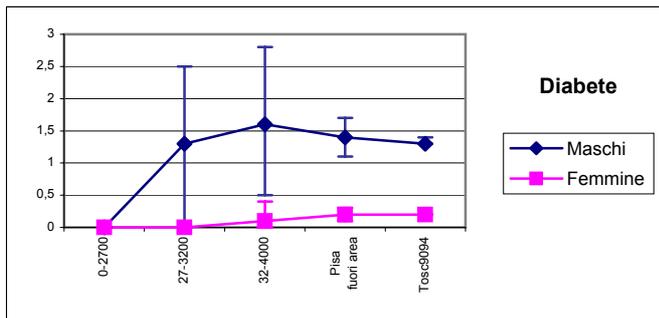
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



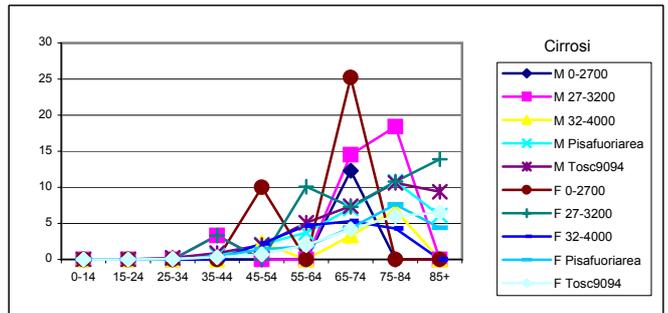
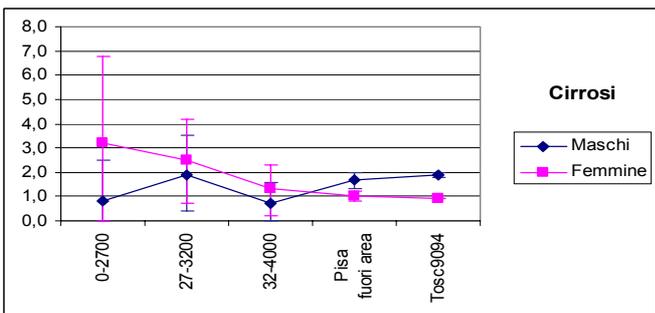
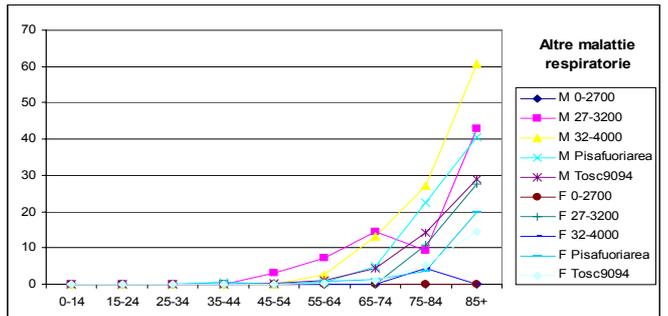
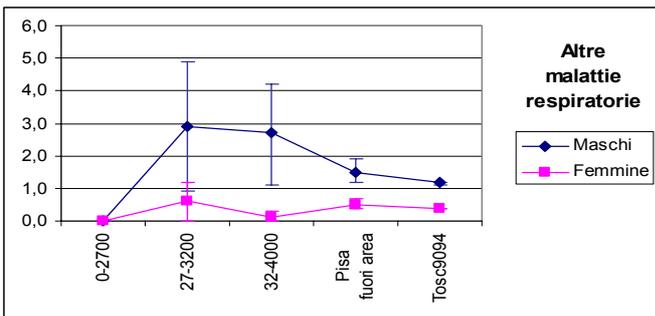
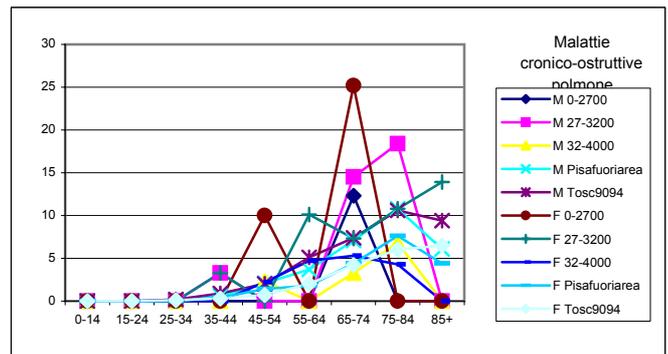
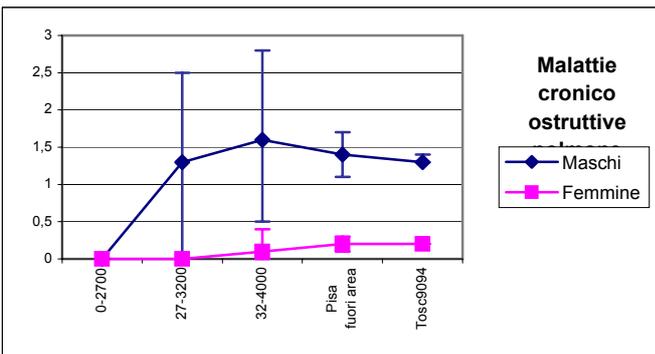
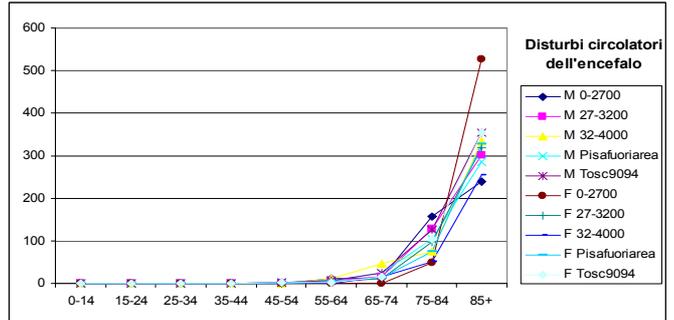
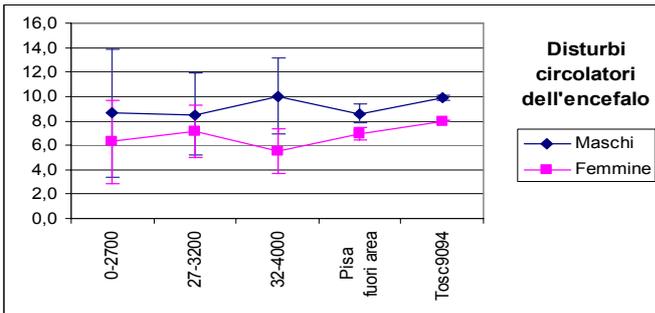
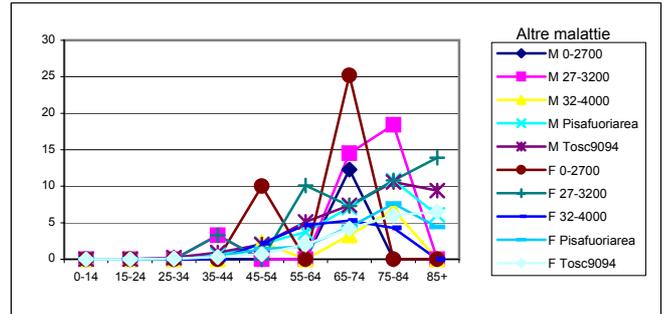
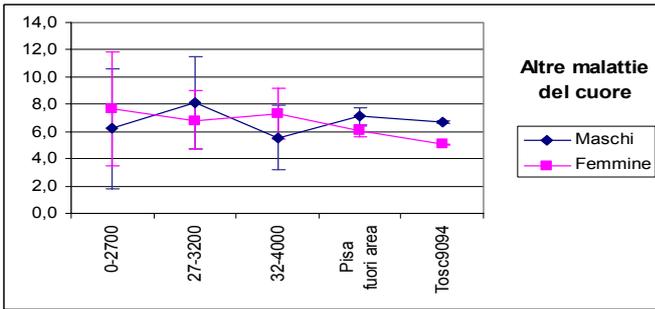
Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



Tassi di mortalità standardizzati per età e tassi specifici per età (per 10.000 abitanti)



Sezione 2- *Indagine epidemiologica campionaria*

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
2	SCOPO.....	5
3	MATERIALI E METODI.....	6
4	RISULTATI.....	11
4.1	CARATTERISTICHE GENERALI.....	11
4.2	TASSI DI PREVALENZA DEI DISTURBI NON RESPIRATORI.....	14
4.3	TASSI DI PREVALENZA DEI SINTOMI E MALATTIE RESPIRATORI.....	14
4.4	EFFETTI DELLA ZONA DI RESIDENZA DEI SOGGETTI (CORONE) SUI SINTOMI/MALATTIE NON RESPIRATORI.....	15
4.5	EFFETTO DELLA ZONA DI RESIDENZA SUI SINTOMI E MALATTIE RESPIRATORI.....	15
4.6	EFFETTO DELLA ZONA DI RESIDENZA SULLE CONTAMINAZIONI AMBIENTALI E SULLE PERCEZIONI SOGGETTIVE.....	16
5	DISCUSSIONE.....	17
6	APPENDICE 1.....	21
7	BIBLIOGRAFIA.....	27

ALLEGATI

- Allegato 1: Distribuzione dei soggetti selezionati in relazione alle vie locate nell'area di studio
- Allegato 2: Questionario cartaceo
- Allegato 3: Questionario informatizzato
- Allegato 4: Lettera di reclutamento alle famiglie
- Allegato 5: Dichiarazione di consenso a partecipare allo studio

TABELLE

1 INTRODUZIONE

E' a partire dalla seconda metà del XX secolo che, a seguito di tre gravi episodi acuti che produssero un sensibile aumento della mortalità nella popolazione coinvolta (Firket, 1936; Schrenk, 1949; Logan, 1953), l'inquinamento atmosferico ha cominciato ad essere considerato un serio problema di sanità pubblica e, come tale, è diventato oggetto di numerosi studi epidemiologici e sperimentali.

I risultati di queste indagini sono stati la base per l'attività dell'Environmental Protection Agency, l'ente federale americano che promuove studi sugli effetti ambientali e sanitari degli inquinanti atmosferici ed emana raccomandazioni per limitarne i danni. Inoltre, queste indagini hanno dato l'opportunità alle società scientifiche di emanare raccomandazioni per la standardizzazione dei metodi di studio (requisito indispensabile per la confrontabilità dei risultati), linee guida e criteri interpretativi generali.

Ad esempio, per quanto riguarda la definizione degli effetti negativi sulla salute esercitati dagli inquinanti atmosferici, recentemente l'American Thoracic Society ha stabilito un elenco che riteniamo utile riportare (tabella 1).

La maggior parte delle malattie, la cui insorgenza è favorita dall'inquinamento atmosferico, può essere anche causata da altri fattori quali il fumo di sigaretta e l'esposizione occupazionale alle polveri ed ai fumi (Viegi, 1991). Perciò, l'epidemiologia che si occupa dell'inquinamento atmosferico è specifica come variabile di esposizione, ma non come tipo di effetti sulla salute. Per ovvi motivi, l'apparato respiratorio è il primo bersaglio per gli effetti sulla salute causati dall'inquinamento atmosferico.

L'epidemiologia che si occupa dell'inquinamento atmosferico ha caratteristiche che la contraddistinguono da altri campi dell'epidemiologia, quali l'ubiquità dell'esposizione, la difficoltà nella valutazione dell'esposizione individuale e gli episodi di esposizione acuta (Noy, 1990; Firket, 1936; Schrenk, 1949; Logan, 1953). L'esposizione all'inquinamento atmosferico è ubiquitaria, dal momento che non può essere evitata una volta che gli inquinanti sono stati emessi o si sono formati nell'aria. E', perciò, difficile trovare soggetti non esposti che possano rappresentare il gruppo di controllo negli studi epidemiologici (Committee on the epidemiology of air pollutants, 1985).

Anche quando le concentrazioni degli inquinanti nell'ambiente esterno sono più o meno uniformi nel tempo e nello spazio (cosa che accade raramente), la valutazione dell'esposizione individuale è resa difficile dal fatto che le persone trascorrono la maggior parte del loro tempo in ambienti interni (casa, lavoro e luoghi pubblici). Perciò, la conoscenza delle fonti d'inquinamento interno è particolarmente importante per la definizione dell'esposizione umana totale nell'epidemiologia dell'inquinamento atmosferico (Samet, 1987).

Gli effetti sulla salute provocati dall'inquinamento atmosferico possono essere acuti o cronici (Committee on the epidemiology of air pollutants, 1985). In certe circostanze, si possono verificare incidenti (ad es. negli insediamenti industriali) con rilascio di grandi quantità di inquinanti aero-dispersi che possono determinare l'esposizione ad alte concentrazioni di inquinanti

atmosferici nell'aria esterna. Una tra le più comuni cause di questi episodi di alte concentrazioni d'inquinamento atmosferico nell'ambiente esterno è rappresentata dal verificarsi di condizioni climatiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti aerei continuamente emessi da sorgenti quali il traffico autoveicolare, gli insediamenti industriali ed il riscaldamento domestico. Un periodo di elevate concentrazioni d'inquinamento atmosferico, risultante da condizioni meteorologiche sfavorevoli, generalmente dura alcuni giorni ed è definito come un 'episodio d'inquinamento atmosferico'. Gli episodi d'inquinamento atmosferico possono verificarsi in inverno o in estate e sono caratterizzati da differenti inquinanti. Alte concentrazioni di inquinanti fotochimici, quali l'ozono, si possono verificare in estate (Detels, 1987). L'inquinamento causato dall'aumentato uso di combustibili fossili per il riscaldamento è tipico dell'inverno (Commission of the European Communities, 1992).

Come già accennato, oltre all'inquinamento atmosferico, altri fattori, come il fumo di tabacco, l'esposizione occupazionale a polveri o a gas irritanti e l'esposizione ad allergeni indoor, possono causare malattie respiratorie. Perciò, è necessario porre una speciale attenzione nel controllo dei fattori di confondimento (Samet, 1987).

Nelle ultime decadi, le concentrazioni di componenti dell'inquinamento atmosferico come l'SO₂ ed il particolato aerotrasportato grossolano sono diminuite in molte aree dell'Europa in seguito all'attuazione di misure per l'abbattimento delle emissioni ed a variazioni nella produzione di energia per i processi industriali e per il riscaldamento. Invece, i livelli di altri inquinanti come NO₂, O₃ e particolato fine sono aumentati durante lo stesso periodo, soprattutto per l'intensificarsi del traffico autoveicolare.

Negli anni 90 sono stati calcolati gli effetti acuti dell'inquinamento atmosferico da particelle respirabili (PM10) sui sintomi respiratori e sulla funzione polmonare a livelli più bassi, talvolta al di sotto delle soglie d'allarme fissate dalle normative (Dockery, 1994).

Anche alcuni studi epidemiologici in Europa hanno valutato gli effetti sanitari acuti prodotti da concentrazioni elevate di inquinanti quali l'SO₂, il particolato totale sospeso ed il 'fumo nero' (Roemer, 1998), e il PM10, l'NO₂, l'SO₂ e l'O₃ (Katsouyanni, 1997).

Tutto ciò ha rivelato l'esistenza di effetti dell'inquinamento atmosferico anche al di sotto degli standard di qualità dell'aria, specialmente in quote "susceptibili" della popolazione generale (es. bambini, anziani, pazienti cardio-respiratori, ecc).

Su questa base conoscitiva, un gruppo di esperti partecipanti ad un'azione concertata dell'Unione Europea sull'epidemiologia ambientale, ha proposto l'estensione del concetto di valutazione di impatto ambientale al monitoraggio della salute (Commission of the European Communities, 1993) per un approfondimento sull'esistenza o meno di possibili effetti sanitari imputabili all'esposizione a lungo termine (tabella 2).

Tradizionalmente, infatti, lo studio dell'impatto di una fonte di inquinamento è stato limitato ai fattori fisico-chimici ed ingegneristici. Gli effetti sulla salute umana sono stati quindi dedotti sulla base dei superamenti di determinate concentrazioni "soglia" degli aeroinquinanti, concentrazioni stabilite da commissioni di esperti per lo più sulla base di indagini di laboratorio. Tali limiti, fissati poi per legge, vanno a costituire gli standard di riferimento della qualità dell'aria. Ma la loro

validazione e rappresentatività può derivare solo da indagini che misurino l'eventuale presenza e quantità degli effetti sulla salute umana.

2 SCOPO

L'indagine campionaria su soggetti residenti nell'area circostante l'inceneritore di rifiuti solidi urbani di Ospedaletto ha lo scopo di valutare la distribuzione della morbilità, in termini di tassi di prevalenza di sintomi e malattie prevalentemente respiratori, in relazione alla distanza della residenza dal centro del cerchio che individua l'area in studio, e in relazione a campioni di controllo residenti nelle zone di Coltano e S. Piero.

3 MATERIALI E METODI

L'organizzazione e la realizzazione dell'indagine epidemiologica di Pisa sud-est si sono articolate in diverse fasi:

- costituzione del gruppo di lavoro multidisciplinare;
- individuazione dell'area da studiare;
- campionamento della popolazione da studiare;
- selezione dei metodi di studio;
- addestramento del personale;
- realizzazione dell'indagine sul campo;
- analisi statistica;
- interpretazione;
- scrittura della relazione.

Il *gruppo di lavoro* costituitosi per realizzare l'indagine dispone di diverse competenze che abbracciano i due settori di indagine: quello ambientale e quello epidemiologico. L'interazione tra i due settori si è realizzata attraverso l'attività del gruppo operante nel Reparto Sistemi Informativi dell'Istituto CNUCE del CNR, il quale, attraverso l'elaborazione di mappe e cartografia per la geo-referenziazione dei siti di interesse, ha reso possibile la sovrapposizione dei diversi livelli informativi in base alla posizione geografica.

L'*area dello studio*, localizzata nella piana dell'Arno a Sud-Est della città di Pisa nell'intorno della frazione di Ospedaletto, ubicata a meno di 5 chilometri dall'abitato cittadino, è rappresentata da un cerchio di raggio 4 Km e centro nell'inceneritore di rifiuti solidi urbani. Si tratta, infatti, di un'area caratterizzata dalla duplice presenza di un inceneritore per il trattamento di rifiuti urbani, in vicinanza del quale è progettata la costruzione di un impianto per il trattamento di rifiuti speciali. Nell'Allegato 1 è riportato l'elenco delle vie in cui risiedono i soggetti sottoposti ad indagine, suddivise per corona di appartenenza.

Per quanto riguarda la selezione del campione di popolazione generale, i dr. M. Bottai, R. Della Maggiore, R. Fresco e U. Mammini dell'Istituto CNUCE hanno operato con i seguenti criteri di *campionamento*:

- sono stati definiti 5 cerchi concentrici, distanziati logaritmicamente, con raggio 0.4, 0.8, 1.4, 2.7, 4.0 Km dal punto della sorgente, delimitanti altrettante corone;
- ogni corona è stata divisa in 20 settori che definiscono, nell'area in studio, gli ambiti di riferimento da campionare;
- la numerosità degli abitanti per corona risulta così definita:

Corona	Residenti	Selezionati*
1 ^a corona (0-400 mt)	18 abitanti	18 abitanti
2 ^a corona (401-800 mt)	50 abitanti	50 abitanti
3 ^a corona (801-1.400 mt)	291 abitanti	291 abitanti
4 ^a corona (1.401-2.700 mt)	1.197 abitanti	364 abitanti

5^a corona (2.701-4.000 mt) 10.921 abitanti 716 abitanti

*con esclusione del campione di controllo (vedi sotto).

- la popolazione da esaminare è stata selezionata con metodo casuale (“random”), per gruppi familiari;
- per la 1^a, 2^a, e 3^a corona sono stati inclusi nel campione tutti i residenti, per la 4^a e 5^a, che presentano una distribuzione della popolazione piuttosto sbilanciata all’interno della corona, sono stati impiegati criteri differenziati di campionamento all’interno dei settori: altamente abitati, collocati a Nord dell’area di studio, con rapporto 1:5 per la 4^a corona e 1:20 per la 5^a, scarsamente abitati, con invito a riempire il questionario rivolto a tutti i residenti.

Riassumendo, i 359 soggetti che risiedono nelle prime 3 corone, ovvero quelle più vicine all’inceneritore, sono stati totalmente inclusi nel campione, data la bassa numerosità; nella 4^a corona, per i soggetti residenti nei settori con elevata densità abitativa è stata impiegata la frazione di campionamento 1:5 (n=206) mentre nelle zone meno abitate tutti i soggetti (n=158) sono stati inclusi; nella 5^a corona, per i soggetti residenti nei settori altamente abitati è stata impiegata la frazione 1:20 (n=536) mentre nelle zone meno abitate tutti i soggetti sono stati inclusi (n=180).

Come campione di controllo, sono stati utilizzati tutti i soggetti della zona di Coltano (n=84) e 196 soggetti appartenenti alla zona di S. Piero (frazione di campionamento 1:10).

Pertanto, sono stati selezionati 1719 soggetti corrispondenti complessivamente a 634 famiglie.

La dimensione del campione è stata determinata in base a considerazioni di tipo statistico. La potenza dei test da effettuare sugli indicatori di morbosità all’interno delle corone è di circa 60%, ipotizzando una differenza nella prevalenza di sintomi di circa il 6% tra la fascia più esterna e quella più interna. La potenza diventerebbe di circa 98% se tale differenza fosse intorno al 10-11%.

La *selezione dei metodi di studio* in epidemiologia deve osservare alcuni criteri generali: relazione con gli effetti che si intendono indagare, sensibilità (capacità di individuare i soggetti “malati”), specificità (capacità di individuare i soggetti “sani”), accettabilità da parte dei soggetti coinvolti, riproducibilità, confrontabilità con i metodi usati in altri studi, rapporto costo-benefici accettabile. La nostra esperienza ha facilitato il compito di selezionare i metodi di studio per l’indagine di Pisa sud-est, inoltre, essendo limitate le risorse ed il tempo disponibili, è stato necessario limitare il metodo di studio all’uso del solo questionario.

A tal fine, è stato realizzato un questionario auto-somministrato sui sintomi e sulle malattie dell’apparato respiratorio, sui tumori e altre malattie selezionate e sui fattori di rischio.

Il questionario standardizzato, che deriva dai questionari CNR e SEASD utilizzati in precedenti indagini, è stato preparato impiegando un software specifico particolarmente idoneo alla preparazione di strumenti d’indagine autosomministrati. Tale questionario include dieci capitoli che permettono di valutare, oltre le condizioni ambientali e di salute del soggetto, i principali fattori di rischio che possono confondere o modificare l’associazione tra esposizione ed effetti. Essi sono l’abitudine al fumo di sigaretta, l’esposizione al fumo passivo, l’esposizione ad agenti chimici e fisici sul luogo di lavoro, l’esposizione a contaminazioni ambientali (traffico

pesante, rumore, fumi/gas, cattivi odori, ripetitori di segnale), la valutazione dell'esposizione giornaliera agli aero-inquinanti, il sonno, lo stress ecc. (vedi Allegato 2).

Per preservare la privacy dei soggetti partecipanti all'indagine, in ottemperanza alla Legge 675/1996, il questionario è stato provvisto di frontespizio predisposto con i dati anagrafici per permettere l'identificazione corretta del soggetto selezionato a far parte del campione; tuttavia, tale pagina è stata appositamente prodotta per poter essere rimossa al momento del ritiro del questionario compilato.

Per quanto concerne l'*addestramento del personale*, quattro operatori, già da tempo nel nostro Gruppo, sono stati coinvolti: la sig. Franca Martini (titolare di un contratto d'opera a tempo pieno dal 1 giugno 2001), il sig. Marco Borbotti (titolare di contratto d'opera a tempo pieno dal 1 settembre 2001), la sig. Anna Angino (titolare dal 1 ottobre 1997 di contratto di collaborazione coordinata e continuativa e attualmente di contratto d'opera a tempo parziale) e la sig. Gianna Lazzeri (dipendente AOP). Mentre la sig. Franca Martini ha partecipato a tutte le fasi dell'indagine epidemiologica, compresa la preparazione del questionario mediante il software Teleform, gli altri operatori sono stati addestrati alla consegna/ritiro dello strumento questionario, controllo della posizione geografica di tutti i siti residenziali sulle mappe cartacee fornite dal CNUCE, gestione dell'archivio dei soggetti selezionati, immissione dei dati raccolti su supporto magnetico utilizzando un apposito programma in Visual Basic ed effettuazione del controllo di qualità su un sottocampione di questionari (10% del numero totale di questionari compilati) atto a verificare l'effettiva corrispondenza tra questionario cartaceo e input dei dati su PC e/o l'esistenza di errori sistematici.

Per quanto attiene la *realizzazione dell'indagine sul campo*, questa è iniziata il 13 agosto 2001 ed è terminata il 13 dicembre 2001.

E' opportuno qui sottolineare la professionalità e la dedizione degli operatori sul campo che hanno operato molto spesso al di fuori dell'orario di lavoro al fine di assicurare la più alta partecipazione possibile all'indagine epidemiologica.

Sinteticamente, la fase operativa dello studio si è basata su:

- a) invio scaglionato delle lettere d'invito a partecipare allo studio, ai nuclei familiari selezionati (Allegato 3);
- b) 1^a visita domiciliare, a distanza di 7-8 giorni dall'invio della lettera, da parte dell'operatore, per la consegna personale del questionario, l'illustrazione delle modalità di compilazione dello stesso e la sottoscrizione del Modulo di consenso informato da parte del soggetto investigato (Allegato 4);
- c) 2^a visita domiciliare, concordata al momento della consegna del questionario, per il ritiro ed il controllo del questionario compilato;
- d) aggiornamento sul PC del file appositamente allestito per la gestione dei dati relativi alla consegna e ritiro dei questionari. A tale proposito, è stato predisposto un programma in sistema operativo Windows per archiviare le informazioni riguardanti l'esito della consegna e del ritiro dei questionari. Le informazioni sono state registrate, giorno per giorno e per ogni

soggetto, in modo da poter monitorare il numero dei soggetti contattati e quello dei partecipanti/rifiutanti/trasferiti/ deceduti.

Successivamente, dal 20 dicembre 2001 al 22 gennaio 2002, due operatori hanno immesso su supporto magnetico i dati di 1407 questionari. Dal 23 al 28 gennaio 2002, è stato effettuato il controllo di qualità dei dati inseriti. Complessivamente sono stati controllati 159 questionari (11% dei questionari inseriti estratti a caso, "random"). Sul campione controllato sono stati individuati 41 errori, corrispondenti ad una percentuale di errore dello 0.26%, risultante dal rapporto percentuale tra il numero degli errori (41) e il numero totale delle immissioni eseguite sul campione controllato (15900 immissioni = 100 immissioni/questionario x 159 questionari controllati). Il controllo di qualità ha perciò dato esito positivo circa l'affidabilità dei dati immessi, essendo la percentuale di errore estremamente bassa ed ampiamente al di sotto del massimo accettabile pari al 3%.

Complessivamente sono stati contattati 1749 soggetti: 1719 selezionati a far parte del campione e 30 soggetti, definiti "fuori campione", che hanno chiesto volontariamente di partecipare allo studio (per lo più componenti di nuclei familiari di recente formazione, coabitanti con nuclei familiari selezionati).

La tabella 3a riepiloga i dati relativi al campione di soggetti selezionati a far parte dello studio. Dei 1719 soggetti selezionati, 79 (4.6%) soggetti sono tuttora da investigare: si tratta di cittadini extracomunitari residenti al campo nomadi, non facilmente reperibili e con difficoltà a compilare il questionario per incompleta comprensione della lingua italiana. Su decisione del Comitato di Coordinamento, è stato contattato l'Assessore Comunale alla Sanità ed alle Politiche Sociali Dr. Carlo Macaluso il quale sta collaborando alla raccolta di questi dati mediante la Cooperativa che si occupa della scolarizzazione dei bambini in età scolare del campo nomadi.

1378 soggetti, escludendo quelli "fuori campione", hanno partecipato allo studio determinando un tasso di partecipazione dell'84%. Tale valore è da considerare molto soddisfacente confrontandolo con altri studi epidemiologici e soprattutto con quelli condotti dal nostro gruppo nell'area del Delta Padano (78% nella 1^a indagine e 67% nella 2^a) e a Pisa-Cascina (77% nella 1^a indagine e 69% nella 2^a) (Viegi, 1999).

Per quanto concerne i soggetti che non hanno partecipato all'indagine, 17 (1% dei soggetti investigati) sono risultati "deceduti", nel periodo compreso tra marzo 2001 (ultimo aggiornamento dei dati anagrafici) e la data in cui è stato contattato il nucleo familiare selezionato (dal 13 agosto al 13 dicembre 2001); 95 (5.8%) soggetti sono risultati "trasferiti" fuori dal Comune di Pisa e 150 (9.1%) hanno rifiutato di partecipare allo studio prevalentemente senza motivare il proprio rifiuto (figura 1). Solo il 3.4% dei questionari è stato somministrato dagli operatori per problemi relativi all'età (ultra 75enni).

L'*analisi statistica* è stata effettuata con il Pacchetto Statistico per le Scienze Sociali (SPSS 10.0 per Windows). Per le analisi bivariate, sono stati utilizzati il test del chi quadrato per il confronto dei tassi di prevalenza tra gruppi e l'analisi della varianza per il confronto delle variabili continue tra gruppi. Per le analisi multivariate, sono stati utilizzati modelli di regressione logistica atti a

stimare l'associazione tra variabili di effetto e variabili di esposizione, tenendo in considerazione eventuali fattori di confondimento.

Le analisi bivariate sono state condotte stratificando il campione di partecipanti per sesso e per corona; i risultati ottenuti all'interno delle corone sono stati confrontati spazialmente con quelli dei soggetti residenti nella zona di controllo.

I tassi di prevalenza dei sintomi/malattie respiratori, ottenuti stratificando il campione per sesso, gruppi di età (≤ 25 anni, 26-64 anni, >64 anni) e corone, sono stati confrontati con quelli ottenuti nell'ambito della precedente indagine longitudinale condotta nell'area urbana-suburbana di Pisa-Cascina.

4 Risultati

I risultati verranno descritti secondo i seguenti paragrafi:

- Caratteristiche generali
- Tassi di prevalenza dei disturbi non respiratori
- Tassi di prevalenza dei sintomi e malattie respiratori
- Effetti della zona di residenza dei soggetti (corone) sui sintomi/malattie non respiratori
- Effetto della zona di residenza sui sintomi e malattie respiratori
- Effetto della zona di residenza sulle contaminazioni ambientali e sulle percezioni soggettive

4.1 Caratteristiche generali

La distribuzione delle caratteristiche demografiche e abitudini voluttuarie nel campione di 1378 soggetti, stratificati per sesso e per corona, è riportata nella tabella 3b.

L'età media dei maschi è di 42.9 ± 21.8 anni, quella delle femmine è 46 ± 22.4 , senza variazioni statisticamente significative tra le corone; in entrambi i sessi, il valore più alto è risultato quello della zona di controllo (45.5 ± 20.9 nei maschi e 48 ± 23.4 anni nelle femmine).

I maschi e le femmine sono equamente distribuiti (49.9% maschi; 50.1% femmine) nel campione; in relazione alle corone non si osservano differenze statisticamente significative.

Per quanto riguarda l'abitudine al fumo (riportata anche in figura 2 per il totale), nel campione totale sono risultati fumatori di sigarette il 26.5% dei maschi ed il 15.3% delle femmine, ex fumatori di sigarette il 27.1% dei maschi ed il 10.1% delle femmine. La distribuzione dell'abitudine al fumo non mostra significative differenze in relazione alle corone, tuttavia nei maschi residenti nella zona di controllo vi è una maggiore percentuale di fumatori ed in quelli residenti nella 5^a corona vi è una maggiore percentuale di ex fumatori; nelle femmine residenti nella 5^a corona vi è una maggiore percentuale di fumatrici e di ex fumatrici.

Il 98.5% dei maschi ed il 98.8% delle femmine è nato in Italia con la prevalenza più elevata nella 4^a corona (ai limiti della significatività statistica nei maschi).

Nella tabella 4a sono riportate alcune caratteristiche socio-economiche del campione studiato.

Il 58% dei maschi e delle femmine risulta coniugato o convivente. Solo nelle femmine lo stato civile mostra differenze ai limiti della significatività con le corone. Per quanto riguarda la scolarità (riportata anche in figura 3 per il totale), nei maschi esistono differenze significative tra le corone, con una maggiore percentuale di soggetti con basso livello educativo (≤ 8 anni d'istruzione) nella 1^a-3^a corona (74.4%) e con una maggiore percentuale di soggetti con alto livello educativo (> 13 anni d'istruzione) nella zona di controllo (38.1%). Anche nelle femmine, pur non raggiungendo la significatività, esistono delle differenze, con la più alta percentuale di soggetti con basso livello educativo nella 1^a-3^a corona (73.6%) e con la più alta percentuale di soggetti con alto livello educativo nella 5^a corona (33.7%).

L'indice di affollamento, un altro indicatore di stato socio-economico dato dal rapporto tra il numero di persone che abitano nella stessa casa ed il numero di vani, sia nei maschi sia nelle femmine è risultato significativamente diverso tra le corone, raggiungendo il valore più basso (corrispondente ad un più elevato stato socio-economico) nell'area di controllo (0.76 ± 0.31 nei maschi, 0.77 ± 0.34 nelle femmine).

La tabella 4b mostra altre caratteristiche socio-economiche del campione riguardanti la condizione lavorativa.

Per quanto riguarda la posizione lavorativa (riportata anche in figura 4a per il totale), il 40.2% dei maschi ed il 46.7% delle femmine svolgono o hanno svolto mansioni di dirigente o impiegato, il 37.9% ed il 18.3% di operaio, il 6.2% ed il 8.9% di coltivatore ed il 7.7% ed il 10.6% di commerciante/artigiano. La posizione lavorativa differisce significativamente in relazione alle corone, in entrambi i sessi. Infatti, la categoria dei dirigenti o impiegati prevale nella 5^a corona, nei maschi, e nell'area di controllo, nelle femmine; la categoria degli operai prevale nella 4^a e nella 1^a-3^a corona, rispettivamente; i coltivatori ed i commercianti sono maggiormente rappresentati nella 1^a-3^a corona, in entrambi i sessi.

Per quanto riguarda la condizione non lavorativa (riportata anche in figura 4b per il totale), il 58.9% dei maschi ed il 31.9% delle femmine sono pensionati, solo nelle femmine il 34.5% è rappresentato da casalinghe, il 31.4% dei maschi ed il 20.9% delle femmine sono studenti, il 7.4% dei maschi ed il 8.3% delle femmine è rappresentato da soggetti licenziati, in cerca di lavoro o invalidi. La condizione non lavorativa non varia significativamente in relazione alle corone, in entrambi i sessi.

La tabella 5a mostra alcune condizioni ambientali: residenza e tempo di residenza. Per quanto riguarda la residenza, sia nei maschi sia nelle femmine, esistono differenze significative tra le corone, con una maggiore percentuale di soggetti che hanno riportato di risiedere in città nella 5^a corona, in sobborgo nell'area di controllo, in una cittadina o paese nella 1^a-3^a corona e nella zona agricola nella 4^a area.

Il tempo di residenza mostra differenze significative in relazione alle corone solo nei maschi. Il 93.9% dei maschi ed il 94% delle femmine risiedono nell'attuale abitazione da sempre o da più di 5 anni.

La tabella 5b descrive altre condizioni ambientali: tipo di abitazione e livello dell'abitazione. In entrambi i sessi, sia il tipo di abitazione sia il livello mostrano differenze significative in relazione alle corone. Il 57.6% dei maschi ed il 57.5% delle femmine hanno riportato di risiedere in casa singola o bi-familiare, con maggiore frequenza nella 4^a corona. Il 90% dei maschi e l'87.9% delle femmine hanno riportato di risiedere al piano seminterrato, terreno o 1^o, con maggiore frequenza nella 4^a corona.

La tabella 5c riporta invece il tipo di impianto di riscaldamento usato. In entrambi i sessi, il più usato è il termosifone con caldaia autonoma a gas. Solo l'uso di caminetto, in entrambi i sessi, mostra differenze significative in relazione alle corone. Nei maschi, il termosifone con caldaia autonoma non a gas mostra differenze tra le corone ai limiti della significatività.

La tabella 6 descrive le contaminazioni ambientali ed in particolare: l'esposizione cumulativa a contaminazioni ambientali, i tipi di contaminazione e l'esposizione al fumo passivo.

L'esposizione della propria abitazione a contaminazioni ambientali (riportata anche in figura 5a) mostra differenze significative in relazione alle corone in entrambi i sessi, con una maggiore percentuale di esposizione nella 1^a-3^a corona.

Per quanto riguarda i diversi tipi di contaminazione (riportati anche in figura 5b), il 41% nei maschi ed il 44.2% nelle femmine riportano di essere esposti a cattivi odori. Tutti i tipi di

contaminazione hanno mostrato differenze significative in relazione alle corone, a parte l'esposizione a rumore intenso che non ha raggiunto la significatività statistica nelle femmine. In particolare, tutti i tipi di contaminazione hanno mostrato una tendenza alla diminuzione della frequenza andando dalla 1^a-3^a corona all'area di controllo.

Il 45.8% dei maschi ed il 43.3% delle femmine risultano essere esposti al fumo passivo, raggiungendo percentuali significativamente più elevate nella 5^a corona.

Nella tabella 7 sono riportati i tassi di prevalenza (%) di esposizione lavorativa totale e specifica. Il 38.7% dei maschi ed il 18.1% delle femmine risultano professionalmente esposti senza differenze significative in relazione alle corone.

Le esposizioni specifiche, più frequentemente riportate sono le esalazioni autoveicolari nei maschi, ed i solventi nelle femmine; si osservano differenze ai limiti della significatività in relazione alle corone, solo per l'esposizione ad insetticidi, nei maschi, e per l'esposizione a solventi, nelle femmine.

Nella tabella 8 sono riportate le percezioni soggettive dell'inquinamento atmosferico nella zona di residenza in confronto ai quartieri di Porta Lucca e di Porta Mare e la percezione di odori fastidiosi nelle immediate vicinanze dell'abitazione: le differenze tra le corone sono statisticamente significative. Infatti, in entrambi i sessi, i soggetti che ritengono il proprio quartiere più inquinato rispetto sia a Porta Lucca sia a Porta Mare mostrano una tendenza alla diminuzione andando dalla 1^a-3^a corona (percentuali comprese tra 74.6 e 58.7%) all'area di controllo.

Per quanto riguarda la percezione degli odori fastidiosi (57.3% dei maschi e 61.3% delle femmine), vi sono differenze significative tra le corone con valori massimi compresi tra 84.0 e 67.4% nella 1^a-3^a e nella 4^a corona.

Nella tabella 9 sono riportate la percezione delle condizioni di salute, la frequenza degli esami di laboratorio e le malattie respiratorie nei primi 2 anni di vita. Solo la percezione delle condizioni di salute nei maschi mostra significative differenze in relazione alle corone, con salute eccellente e molto buona prevalentemente nell'area di controllo.

Nella tabella 10 sono riportate alcune condizioni soggettive: umore e stress. Pur non esistendo differenze significative in relazione alle corone, l'umore buono/molto buono/eccellente appare aumentare andando dalla 1^a-3^a corona all'area di controllo, in entrambi i sessi. Anche per quanto riguarda lo stress non si sono osservate differenze significative nelle corone.

La tabella 11 riporta alcune caratteristiche relative al sonno: il russare, il tempo necessario per addormentarsi e la qualità del sonno. In entrambi i sessi nessuna caratteristica mostra differenze significative in relazione alle corone, a parte il russare nei maschi. Il 30.7% dei maschi ed il 15.7% delle femmine hanno riferito di russare quasi sempre. Il 31.8% dei maschi ed il 43.8% delle femmine hanno riferito di addormentarsi con difficoltà; il 57.8% dei maschi ed il 66.5% delle femmine hanno riferito di avere un sonno con risvegli.

La tabella 12a riporta alcune caratteristiche inerenti lo stress: la presenza di disturbi di stomaco, intestino o fegato (negli ultimi 3 mesi), la presenza di dolori alle ossa, ai muscoli o alle articolazioni (negli ultimi 3 mesi) e l'uso di tranquillanti o ansiolitici (negli ultimi 6 mesi). Pur non mostrando differenze significative tra le corone, l'11.5% dei maschi ed il 19.9% delle femmine hanno riferito disturbi di stomaco, intestino o fegato, mentre il 6.8% dei maschi ed il

14.6% delle femmine hanno riferito l'uso di tranquillanti o ansiolitici. Per quanto riguarda la presenza di dolori alle ossa, ai muscoli o alle articolazioni, solo nei maschi si osservano valori significativamente più alti nella 1^a-3^a e nella 4^a corona.

Le tabelle 12b-c riportano altre caratteristiche inerenti lo stress ed in particolare la soddisfazione, il guadagno, l'interesse, l'impegno e la pressione, stress o tensione nell'attività lavorativa. Solo nei maschi, la soddisfazione nel lavoro e la retribuzione mostrano differenze significative tra le corone, con la più alta prevalenza di poca o nessuna soddisfazione e molto poco o niente guadagno nella 4^a corona.

Le tabelle 12d-e riportano altre caratteristiche inerenti lo stress ed in particolare la soddisfazione, l'occupazione, l'impegno, la collaborazione e lo stress o tensione nell'attività domestica. Nei maschi si osservano differenze tra le corone: per il grado di soddisfazione, con i valori più elevati per le categorie poca o nessuna nella 1^a-3^a corona (ai limiti della significatività); per il grado di occupazione, con i valori più elevati per le categorie poco tempo o per nulla nella 1^a-3^a corona (significativa); per il grado di stress o tensione, con i valori più elevati per le categorie “un po'” o “no” nella 5^a corona e nella zona di controllo (ai limiti della significatività). Per quest'ultima caratteristica vi è un'analogia differenza nelle femmine (significativa).

La tabella 13 riporta i mezzi di trasporto utilizzati per recarsi a scuola o al lavoro e la valutazione del traffico. I maschi riferiscono di andare a piedi con frequenza significativamente maggiore nella 1^a-3^a e nella 4^a corona, e di notare traffico intenso nella strada percorsa con frequenza significativamente maggiore nella 4^a e nella 5^a corona. Per le femmine, non si osservano differenze significative.

4.2 *Tassi di prevalenza dei disturbi non respiratori*

Nella tabella 14 e nella figura 6 sono riportati i tassi di prevalenza espressi in % (cioè il rapporto tra i soggetti con sintomo/malattia e il totale dei soggetti partecipanti allo studio, moltiplicato per 100) di alcune condizioni morbose non respiratorie riferite dai soggetti indagati. Nei maschi, l'ipertensione (16%) e l'ipercolesterolemia (12.6%) mostrano le più elevate prevalenze; nelle femmine, l'osteoporosi (19.5%), l'ipertensione (18.1%) e l'ipercolesterolemia (16.9%). Solo le malattie di cuore, tra le femmine, mostrano differenze significative, con valore più elevato nella 4^a corona. Nei maschi, l'ipercolesterolemia è maggiormente rappresentata nella 1^a-3^a corona pur non raggiungendo la significatività.

Nella tabella 15 è riportata la distribuzione delle patologie tumorali riferite, sempre stratificate per corona. Se si esclude la categoria “altro organo”, che raggruppa i tipi di tumore non previsti nelle altre specifiche categorie, nei 25 maschi il tumore più frequentemente riportato è il linfoma (24%), nelle 41 femmine il tumore al seno (24.4%). In entrambi i sessi, il numero maggiore di tumori si riscontra nella 5^a corona (10 nei maschi; 12 nelle femmine).

4.3 *Tassi di prevalenza dei sintomi e malattie respiratori*

Nella tabella 16 e nella figura 7 sono riportati i tassi di prevalenza dei sintomi respiratori riportati nell'arco della vita e di patologie respiratorie occorse negli ultimi 3 anni. Per quanto riguarda i sintomi, sia nei maschi sia nelle femmine risultano più elevate le prevalenze di dispnea di 1° grado

(21% e 32.5%, rispettivamente) e di tosse (20.8% e 18.6%, rispettivamente). Nei maschi, la dispnea di 1° grado, la dispnea di 2° grado, la dispnea di 3° grado, gli attacchi di difficoltà di respiro e la costrizione toracica mostrano significative differenze in relazione alle corone, con tendenza alla diminuzione andando dalla 1^a-3^a corona all'area di controllo. Nelle femmine, solo i sibili/fischi risultano significativamente più frequenti, ma nell'area di controllo.

Per quanto riguarda le patologie degli ultimi 3 anni, il 44.8% dei maschi ha riportato di avere avuto più di 3 raffreddori, il 5.4% più di 3 bronchiti ed il 2.3% la polmonite. Solo la frequenza di bronchite risulta significativamente più elevata nella 4^a corona. Nelle femmine, il 46.9% ha riportato più di 3 raffreddori, il 4.8% più di 3 bronchiti ed il 2.3% la polmonite. Analogamente, solo la frequenza di bronchite risulta significativamente più elevata nell'area di controllo e nella 4^a corona.

Nella tabella 17 e nella figure 8 sono riportati i tassi di prevalenza delle malattie respiratorie riportate nell'arco della vita. Nei maschi, risultano più elevate le prevalenze di rossore oculare (22.3%), di rinite (17.6%) e di asma (10.5%); nelle femmine si osservano le più elevate prevalenze a carico del rossore oculare (29.4%), della rinite (19.5%) e dell'eczema (7.4%). Nei maschi, pur non raggiungendo la significatività, il rossore oculare risulta più elevato nella 1^a-3^a corona, la rinite nella 5^a e l'asma nella 4^a corona. Nelle femmine, il rossore oculare risulta più elevato nella 1^a-3^a corona, la rinite nella 4^a corona e nell'area di controllo e l'eczema nella 4^a corona. Nei maschi, solo l'eczema mostra differenze significative in relazione alle corone con valori più alti nella 1^a-3^a e 4^a corona (9.2% e 9.4%, rispettivamente). Nelle femmine, il rossore oculare, pur non raggiungendo la significatività, mostra il valore più elevato nella 1^a-3^a corona.

4.4 Effetti della zona di residenza dei soggetti (corone) sui sintomi/malattie non respiratori

Nella tabella 18a sono descritti gli effetti, in termini di rischio relativo ("odds ratio"=OR), della zona di residenza ovvero delle corone sui sintomi e malattie non respiratori, nei maschi. Tali effetti sono derivati da modelli di regressione logistica aggiustati per l'età, l'abitudine al fumo, la scolarità, la condizione lavorativa ed il tempo di residenza.

Nessuna delle condizioni non respiratorie considerate è risultata associata alla zona di residenza.

La tabella 18b riporta l'effetto della zona di residenza sui sintomi e malattie non respiratori, nelle femmine. Analogamente a quanto osservato nei maschi, non è possibile osservare alcun effetto della zona di residenza sulle condizioni non respiratorie considerate.

4.5 Effetto della zona di residenza sui sintomi e malattie respiratori

La tabella 19a riporta gli OR ed i limiti di confidenza al 95% dell'effetto della zona di residenza sui sintomi e malattie respiratori, nei maschi; le variabili statisticamente significative sono riportate anche nella figura 9. I sibili/fischi, la dispnea, la costrizione toracica e gli attacchi di sibili sono risultati significativamente associati alla zona di residenza, con probabilità di sviluppare tali affezioni, rispetto ai soggetti residenti nella zona di controllo, più alte nella 1^a-3^a corona (188%, 372%, 1126% e 458%, rispettivamente), intermedie nella 4^a corona (144%, 241%, 741% e 384%, rispettivamente) e più basse nella 5^a corona (125%, 132%, 585% e 288%). L'eczema è risultato associato alla 1^a-3^a corona ed alla 4^a corona, con valore più elevato nella 4^a corona.

La tabella 19b riporta gli OR ed i limiti di confidenza al 95% dell'effetto della zona di residenza sui sintomi e malattie respiratori, nelle femmine. Solo la pleurite è risultata significativamente associata alla zona di residenza, specificatamente alla 1^a-3^a corona.

4.6 *Effetto della zona di residenza sulle contaminazioni ambientali e sulle percezioni soggettive*

La tabella 20a riporta gli OR ed i limiti di confidenza al 95% dell'effetto della zona di residenza sulle contaminazioni ambientali e sulle percezioni soggettive, nei maschi (vedi anche fig. 10a – c). Per quanto riguarda le contaminazioni ambientali, le esposizioni ai fumi/gas ed al rumore intenso sono risultate significativamente associate alle corone con tendenza alla riduzione dell'effetto, in termini di OR, andando dalla 1^a-3^a alla 5^a corona. Le esposizioni al traffico pesante, ai cattivi odori, ai ripetitori di segnali per cellulari e ad altre fonti non specificate sono risultate associate alla 1^a-3^a corona ed alla 4^a corona, con valore più elevato nella 1^a-3^a corona.

Per quanto riguarda le percezioni soggettive, le percezioni dell'inquinamento nel quartiere di residenza uguale/maggiore rispetto a Porta Lucca e a Porta Mare sono risultate significativamente associate alla zona di residenza, con tendenza alla riduzione dell'effetto andando dalla 1^a-3^a alla 5^a corona. La percezione degli odori fastidiosi è risultata associata alla 1^a-3^a corona ed alla 4^a corona, con valore più elevato nella 1^a-3^a corona.

La tabella 20b riporta gli OR ed i limiti di confidenza al 95% dell'effetto della zona di residenza sulle contaminazioni ambientali e sulle percezioni soggettive, nelle femmine (vedi anche fig. 10a – c).

Per quanto riguarda le contaminazioni ambientali, le esposizioni ai fumi/gas e ad altre fonti non specificate sono risultate significativamente associate alle corone (ai limiti della significatività l'esposizione ai fumi/gas nella 5^a corona) con valori tendenti alla riduzione andando dalla 1^a-3^a corona alla 5^a corona. Le esposizioni al traffico pesante, al rumore intenso ed ai ripetitori di segnali per cellulari sono risultate associate alla 1^a-3^a corona ed alla 4^a corona, con valore più elevato nella 1^a-3^a corona, ad eccezione del rumore intenso (4^a corona). L'esposizione ai cattivi odori è, invece, risultata associata solo alla 1^a-3^a corona.

Per quanto riguarda le percezioni soggettive, solo la percezione dell'inquinamento nel quartiere di residenza uguale/maggiore rispetto a Porta Mare è risultata significativamente associata alla zona di residenza, con tendenza alla riduzione dell'effetto andando dalla 1^a-3^a alla 5^a corona. La percezione degli odori fastidiosi e dell'inquinamento nel quartiere di residenza uguale/maggiore rispetto a Porta Lucca sono risultati associati alla 1^a-3^a corona ed alla 4^a corona, con valore più elevato nella 1^a-3^a corona.

5 Discussione

Le analisi statistiche bivariate condotte separatamente nei due sessi hanno evidenziato che i soggetti maschi residenti nelle corone più interne all'area in studio, ovvero quelle più vicine all'inceneritore, hanno riportato valori statisticamente superiori di dispnea, sibili/fischi, attacchi di sibili, costrizione toracica ed eczema. Nessun sintomo/malattia respiratorio è risultato significativamente associato alla zona di residenza nelle femmine, a parte i sibili/fischi con andamento opposto a quello evidenziato nei maschi: più alta prevalenza nell'area di controllo e nella 5^a corona. Tuttavia, anche se non significativamente, la tosse, la dispnea di 1° grado, la pleurite ed il rossore oculare hanno mostrato un andamento a decrescere dalla zona più interna a quella più esterna.

Successive analisi di tipo multivariato, che permettono di tenere in considerazione, oltre all'effetto indagato ovvero quello prodotto dal risiedere a distanza crescente dall'inceneritore, quello di fattori quali l'età, l'abitudine al fumo, la scolarità, la posizione lavorativa ed il tempo di residenza, hanno confermato i risultati già evidenziati dalle analisi bivariate. Infatti, nei maschi, il rischio di sviluppare sibili/fischi, dispnea, costrizione toracica, attacchi di sibili ed eczema è risultato significativamente associato alla zona di residenza: più alto rischio nella 1^a-3^a corona, intermedio nella 4^a e più basso nella 5^a rispetto alla zona di controllo. Lo stesso tipo di analisi ha fatto emergere nelle femmine un'associazione significativa tra la pleurite e la zona di residenza.

Tra l'altro, in entrambi i sessi, anche le esposizioni a fumi/gas, traffico pesante, rumore intenso, cattivi odori, ripetitori di segnali per telefoni cellulari ed altre fonti non specificate, sono risultate più elevate nelle corone più interne con tendenza a diminuire con l'aumentare della distanza dall'inceneritore.

Analogo comportamento hanno mostrato le percezioni soggettive del rischio valutate mediante la percezione soggettiva dell'inquinamento atmosferico nella zona di residenza in confronto ai quartieri di Porta Lucca e di Porta Mare e la percezione di odori fastidiosi nelle immediate vicinanze dell'abitazione, in entrambi i sessi. Per comodità di lettura, le associazioni significative con la zona di residenza sono riportate anche nella seguente tabella:

Sesso	Effetto	Zona a più Alto rischio	Zona a più basso rischio
M	Sibili/fischi	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M	Dispnea (difficoltà di respiro)	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M	Costrizione toracica	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M	Attacchi di difficoltà di respiro	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M	Eczema	4 ^a corona	5 ^a corona
F	Pleurite	1 ^a -3 ^a corona	4 ^a corona
M - F	Esposizioni a fumi/gas	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M - F	“ traffico pesante	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M - F	“ rumore intenso	1 ^a -3 ^a corona (4 ^a nelle F)	5 ^a corona
M - F	“ cattivi odori	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona

M - F	Esposizione a ripetitori	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M - F	Percezione odori fastidiosi	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M - F	“ inquin. \geq P.ta Lucca	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona
M - F	“ inquin. \geq P.ta Mare	1 ^a -3 ^a corona	5 ^a corona

In primis, è necessario sottolineare che l'utilizzo del solo questionario come strumento d'indagine, rappresenta un limite in quanto i risultati ottenuti si basano su dati soggettivi e quindi suscettibili di potenziali distorsioni dovute a: errori nel ricordare correttamente l'informazione, attitudine del soggetto nei confronti del questionario, errori nella comprensione della domanda, stato psicologico e percezione soggettiva del rischio.

Tuttavia, dobbiamo considerare che il questionario utilizzato in questo studio è standardizzato ed include domande che permettono di valutare lo stato psicologico e l'auto-percezione del rischio.

Ne consegue che i risultati di questa indagine, pur con le cautele dovute all'impossibilità di tenere in considerazione tutti gli eventuali fattori confondenti e all'utilizzo di uno strumento soggettivo per la raccolta dei dati, consentono di dedurre alcuni commenti generali.

Pur non esistendo differenze significative tra le corone nel valore medio dei pacchetti/anni, tale indice utilizzato per quantizzare il consumo di sigarette è stato inserito nelle analisi statistiche: l'associazione significativa tra effetto sanitario e zona di residenza permane. Quindi, i risultati sanitari emersi nei maschi non sono spiegati da differenze nella quantità di fumo tra zone di residenza.

Tra l'altro, conducendo le analisi separatamente nei non fumatori e nei fumatori, correnti ed ex la bontà di adattamento del modello risulta non significativa e quindi i modelli non applicabili.

Osservando che la prevalenza di esposizione occupazionale, fattore di rischio rilevante per le patologie respiratorie, è maggiore nei maschi rispetto alle femmine (39 vs. 18%), tale variabile è stata inserita nel modello di analisi multivariata: ciò non modifica l'associazione tra la zona di residenza ed il sintomo respiratorio.

Aggiungendo alle variabili indipendenti del modello precedente le percezioni soggettive dell'inquinamento atmosferico nella zona di residenza in confronto ai quartieri di Porta Lucca e di Porta Mare (auto-percezione del rischio), scompare l'associazione significativa tra la zona di residenza ed il sintomo, mentre si evidenzia un'associazione significativa tra la variabile di auto-percezione stessa ed il sintomo respiratorio. Bisogna comunque tenere presente che nelle analisi precedenti era emersa una forte correlazione tra zona di residenza (variabile indipendente) ed auto-percezione del rischio (variabile dipendente). Quindi, è plausibile che, quando entrambe sono trattate come variabili indipendenti, una sola delle due sia associata significativamente alla variabile dipendente (sintomo).

Inserendo, invece, l'esposizione al rumore intenso ed ai ripetitori di segnali per cellulari, rimane l'associazione significativa tra zona di residenza e effetto sanitario.

Dato che in molti modelli di analisi multivariata, i soggetti residenti nell'area di studio da < 5 anni hanno mostrato una significativa più alta probabilità di sviluppare il sintomo respiratorio, è stata condotta un'analisi ristretta ai soggetti residenti da sempre o da >5 anni nell'area di studio. Ma anche in questo caso, la relazione tra corone ed effetto sulla salute è rimasto inalterato.

Nell'ipotesi che la mancanza di associazione tra zona di residenza ed effetto sanitario, nelle femmine, sia dovuta ad una maggiore mobilità di queste ultime, abbiamo ristretto le analisi alle casalinghe e pensionate, in un caso, ed a coloro che trascorrono in casa un numero di ore pari o superiore a 13, nell'altro. Nelle casalinghe e pensionate, nessuna associazione tra la zona di residenza ed il sintomo è emersa; in coloro che trascorrono ≥ 13 ore in casa è risultata invece un'associazione opposta ovvero una significativa minore probabilità di sviluppare il sintomo respiratorio nelle corone rispetto alla zona di controllo.

Il confronto dei dati delle prevalenze dei sintomi e malattie respiratori ottenuti nel 2001 con quelli delle due indagini condotte dal nostro Gruppo nell'area di Pisa-Cascina negli anni 1985-88 (PI1) e 1991-93 (PI2) non evidenzia un preciso andamento generale (Viegi, 1999).

Complessivamente (dati non riportati), rispetto a PI2, la dispnea e la bronchite cronica sono aumentate ed i sibili/fischi sono diminuiti in entrambi i sessi, l'asma è aumentata nei maschi ma diminuita nelle femmine. La tosse e l'espettorato sono aumentati solo nelle femmine. Per patologie respiratorie quali l'enfisema, la pleurite e la tubercolosi, la scarsa numerosità nelle classi di età più giovani rende non applicabile il confronto statistico.

Se lo stesso confronto viene fatto stratificando per le corone le prevalenze ottenute nell'attuale studio di Pisa sud-est (PI-se), è possibile notare come, nei maschi (tabella 21a), anche il più alto valore di sibili/fischi, riscontrabile nei soggetti di 25-64 e >64 anni della 1^a-3^a corona, sia inferiore o circa uguale alla prevalenza di sibili/fischi a PI2 nelle rispettive classi di età. Invece, gli attacchi di difficoltà di respiro e la dispnea, sintomi anch'essi risultati significativamente più elevati nella 1^a-3^a corona, sono risultati aumentati rispetto a PI2, sempre nelle classi di età 25-64 e >64 anni. La tabella 21b mostra come, nelle femmine, la pleurite, unica patologia respiratoria risultata associata alla zona di residenza e significativamente più elevata nella 1^a-3^a corona, sia diminuita rispetto a PI2 nelle classi di età 25-64 e >64 anni.

E' da tenere presente la diversità metodologica costituita dal fatto che il questionario è stato somministrato da un intervistatore a PI1 e PI2, mentre è autosomministrato a PI-se. Ciò può in parte influenzare il tasso di risposta positiva alle domande del questionario.

Risulta quindi difficile spiegare i diversi risultati ottenuti nei maschi e nelle femmine, ovvero la mancata associazione tra effetti sanitari e zona di residenza in queste ultime. Occorre ricordare che le variabili di confondimento non controllate, la mobilità delle persone, la variabilità stagionale dell'inquinamento, differenze nella dieta oppure un difetto di sensibilità dello strumento utilizzato (il questionario) potrebbero aver influenzato i risultati. Occorre sottolineare inoltre che, quando si effettuano confronti multipli tra variabili, può accadere che alcuni contrasti siano significativi soltanto per variabilità casuale (Armitage, 1977).

D'altra parte anche differenze nei due sessi nella suscettibilità genetica ai danni provocati da agenti inquinanti atmosferici potrebbero spiegare i diversi risultati osservati. Tuttavia solo approfondimenti di tipo funzionale o di tipo genetico potrebbero dare plausibilità a questa ipotesi.

La definizione di salute della Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization), ovvero uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non solamente l'assenza di malattia o infermità, suggerisce di considerare i risultati ottenuti riguardanti le percezioni soggettive del rischio e degli odori fastidiosi come effetti nocivi sulla salute associati al risiedere

in un particolare contesto ambientale. Invero, gli odori sono considerati dall'American Thoracic Society come uno degli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute (tabella 1).

A questo punto risulta chiaro che l'indagine epidemiologica trasversale effettuata può rappresentare la base di conoscenza da cui partire per l'eventuale realizzazione di un sistema di monitoraggio sanitario, accanto a quello ambientale, ampliando possibilmente le metodologie impiegate con test strumentali o esami ematochimici.

Riteniamo quindi che i risultati dell' "Indagine epidemiologica ed ambientale nell'area sud-est del Comune di Pisa" possano costituire un utile materiale conoscitivo per il Comune di Pisa e per l'USL 5 visto che le informazioni socio-sanitarie, riguardanti non solo l'apparato respiratorio, sono state ottenute in un grosso campione della popolazione residente nel Comune di Pisa. Tali dati possono essere molto utili ai fini della programmazione urbanistica e socio-sanitaria.

In conclusione, desideriamo rimarcare che questa esperienza ha mostrato la fattibilità delle indagini epidemiologiche sulla popolazione generale in un contesto di interdisciplinarietà e di collaborazione tra CNR, USL ed ARPAT.

6 Appendice 1

Studi condotti dal CNR nel periodo 1980-1999 in collaborazione con la Regione Toscana, l'Amministrazione Provinciale di Pisa, le Amministrazioni Comunali di Pisa e Cascina

Indagini epidemiologiche condotte dal 1980 al 1993 nelle zone del Delta Padano e di Pisa-Cascina sugli effetti dell'inquinamento atmosferico esterno.

Già alla fine degli anni '70, il Gruppo di Epidemiologia Ambientale dell'Istituto di Fisiologia Clinica del CNR di Pisa ha iniziato a condurre studi epidemiologici longitudinali volti a valutare gli effetti dell'inquinamento atmosferico esterno (Viegi, 1991; Viegi, 1999) e negli ambienti confinati (Carrozzi, 1993) sulla salute dell'uomo.

Sono stati studiati due campioni di popolazione generale, del Nord e del Centro Italia, esposti a differenti livelli di inquinamento atmosferico, residenti in due aree, una rurale ed una urbana, del Nord e del Centro Italia (Porto Tolle (RO) e Pisa-Cascina).

Nella zona rurale del Delta Padano, la popolazione residente è stata indagata prima (n=3285 soggetti di età compresa tra 8-64 anni, nel periodo 1980-82) e dopo (n=2841 soggetti di età compresa tra 8-73 anni, nel periodo 1988-91) l'entrata in funzione della Centrale Termoelettrica ad olio combustibile di Porto Tolle.

La zona urbana-suburbana era esposta principalmente a medi livelli di traffico autoveicolare; al suo interno era inoltre presente una sub-area (quartiere di Porta a Mare) con emissioni da parte di un importante insediamento industriale. Anche questa popolazione è stata indagata prima (n=3866 soggetti di età 5-90 anni, nel periodo 1985-88) e dopo (n=2841 soggetti di età 8-73 anni, nel periodo 1991-93) la costruzione della nuova superstrada per Firenze (Viegi, 1991; Viegi, 1999; Pedreschi, 1994).

L'importanza del fattore urbano è evidenziata dai dati di monitoraggio degli inquinanti atmosferici: nel primo studio del Delta Padano vi erano valori trascurabili di anidride solforosa (SO₂) e valori molto bassi di particolato totale sospeso (TSP) (30±15 µg/m³), mentre nel primo studio di Pisa-Cascina, pur essendovi bassi valori di SO₂ (<20 µg/m³), i valori di TSP oscillavano tra 65 e 140 µg/m³. In entrambe le zone si è confermata la tendenza, comune ai paesi industrializzati occidentali, alla riduzione di SO₂. Il livello di particolato totale sospeso è aumentato nel secondo studio del Delta del Po, e si è ridotto nel secondo studio di Pisa-Cascina, dove la concentrazione annuale media (circa 100 µg/m³) era circa doppia rispetto a quella del Delta Padano.

I soggetti hanno risposto, in entrambe le fasi delle due indagini epidemiologiche, alle domande del questionario standardizzato CNR per i sintomi, le malattie ed i principali fattori di rischio respiratori. Una proporzione variabile di soggetti ha eseguito prove di funzionalità respiratoria accettabili: capacità vitale lenta, capacità di diffusione alveolo-capillare del CO in respiro singolo, test del respiro singolo di azoto ed espirogrammi forzati. Nelle seconde fasi trasversali, sono state eseguite anche prove allergometriche cutanee ai più comuni aeroallergeni e determinazione delle IgE totali sieriche, per valutare l'associazione tra inquinamento atmosferico ed allergia, e

determinazione della reattività bronchiale aspecifica alla metacolina per valutare la suscettibilità delle vie aeree agli inquinanti. Nel secondo studio di Pisa-Cascina, sono state incluse anche determinazioni mutagenetiche (scambi tra cromatidi fratelli, micronuclei), addotti del benzopirene all'emoglobina e al DNA per meglio valutare l'esposizione individuale e gli effetti biologici precoci dell'inquinamento atmosferico.

Le analisi effettuate sul campione partecipante al primo studio di Pisa-Cascina evidenziano maggiori prevalenze dei sintomi respiratori rispetto al primo studio del Delta Padano, in modo statisticamente significativo per quanto riguarda tosse, sibili, attacchi di difficoltà di respiro con sibili, dispnea e rinite (Viegi, 1991). Per il campione di Pisa-Cascina, sia nella prima fase che nella seconda, sono state evidenziate variazioni interne tra le zone di residenza (Cascina, Pisa Sud-Est, Porta a Mare): infatti i valori più elevati di frequenza sono stati osservati tra i soggetti residenti nella zona di Porta a Mare (Pisa) ed i valori più bassi nella zona di Cascina.

Considerando le due fasi trasversali nell'area rurale e quelle nell'area urbana, si è avuto un generale aumento dei sintomi/malattie respiratori, soprattutto di sibili e rinite, nei secondi studi: il tasso di variazione è stato più marcato nel Delta Padano (Viegi, 1999), è facendo ipotizzare un effetto positivo dell'apertura della superstrada Pisa-Firenze, sull'ambiente e sulla salute respiratoria dei soggetti residenti.

Comunque, la prevalenza dei sintomi respiratori è risultata sempre più elevata nell'area urbana rispetto a quella rurale. Anche i valori medi di pendenza della curva dose-risposta alla metacolina sono risultati più elevati nell'area urbana-suburbana di Pisa-Cascina, rispetto all'area rurale del Delta Padano, mostrando un effetto del "fattore urbano" sulla broncoreattività (Baldacci, 1997).

Studio sugli effetti del fumo passivo in quattro aree Italiane: Pisa, Delta Padano, Roma, Viterbo.

Lo studio epidemiologico multicentrico dal titolo 'Caratteristiche delle donne esposte al fumo passivo (ETS) in quattro aree italiane', al quale hanno collaborato l'Istituto di Fisiologia Clinica del CNR di Pisa, l'Istituto di Patologia Generale dell'Università di Ferrara, l'Osservatorio Epidemiologico della Regione Lazio, il Dipartimento di Fisiologia Respiratoria dell'Università Cattolica di Roma e l'Istituto Superiore di Sanità di Roma, ha avuto tre obiettivi: 1. valutare se le condizioni economiche, le caratteristiche dell'abitazione, l'inquinamento indoor, l'esposizione occupazionale, il pattern di attività giornaliero, l'esercizio fisico e le abitudini dietetiche differiscono nelle donne esposte e non esposte al fumo passivo; 2. valutare se le condizioni mediche, che possono essere importanti nell'insorgenza di malattie respiratorie croniche e cardiovascolari e di tumore del polmone, hanno una differente prevalenza fra le donne esposte e non esposte al fumo passivo; 3. validare in un grande campione di popolazione generale tre metodi di misura della cotinina in differenti fluidi biologici (siero, saliva ed urina) in modo da poter determinare eventuali differenze dipendenti dal mezzo utilizzato per la valutazione dell'esposizione.

In questo studio trasversale condotto nel 1997-98, 3330 donne non fumatrici sono state selezionate dai campioni partecipanti alle seconde indagini trasversali nel Delta Padano ed a Pisa-Cascina e dalle madri dei bambini partecipanti allo studio SIDRIA. Sono stati utilizzati due questionari autosomministrati (uno sui fattori di rischio respiratori e cardiovascolari e uno sulla dieta), ed uno somministrato dal medico sull'esposizione recente al fumo passivo. Durante la visita medica sono state eseguite misure antropometriche, determinazione della pressione arteriosa, frequenza cardiaca, CO nell'espriato, pattern lipidico, vitamine, estrogeni (solo nelle donne in menopausa), cotinina plasmatica, salivare ed urinaria (Forastiere, 2000).

2335 donne non fumatrici (640 di Pisa-Cascina) hanno completato entrambi i questionari autosomministrati.

Le donne di Pisa che hanno partecipato a quest'ultimo studio, hanno fatto parte anche del campione investigato durante la seconda indagine epidemiologica trasversale condotta nel 1991-1993. Per questo motivo, lo studio del 1997-1998 rappresenta un terzo punto di osservazione ad un intervallo di circa 5 anni e mezzo dal precedente, quindi, anche se su un sottocampione di donne non fumatrici, è possibile valutare le possibili variazioni della salute respiratoria in termini di variazioni di prevalenza (%) che risultano, tra l'altro, non inficcate dagli effetti del fumo di sigaretta, sia in termini qualitativi sia in termini quantitativi.

Di seguito, sono mostrate le prevalenze di sintomi e malattie respiratori nelle donne non fumatrici che hanno partecipato all'indagine del 1991-1993 (1006 soggetti) ed a quella del 1997-1998 (640 soggetti):

<i>Indagini:</i>	1991-1993 n=1006	1997-1998 n=640	
	(%)	(%)	p
<i>Tosse</i>	10.7	12.1	.45
<i>Espettorato</i>	7.6	6.6	.51
<i>Sibili</i>	16.3	10.8	.002
<i>Dispnea</i>	31.1	33.8	.27
<i>Attacchi di difficoltà di respiro</i>	6.8	7.5	.62
<i>Asma</i>	6.8	7.5	.62
<i>Enfisema</i>	2.5	2.0	.67
<i>Bronchite cronica</i>	1.1	2.3	.07
<i>Bronchiectasie</i>	0.1	0.8	.07
<i>Pleurite</i>	16.5	13.8	.15
<i>Tubercolosi polmonare</i>	2.6	0.5	.002
<i>Rinite</i>	20.1	22.5	.25

Mentre per la tosse, la dispnea, gli attacchi di difficoltà di respiro con sibili e fischi, l'asma e la rinite vi è stato un aumento di lieve entità (range 0.7 – 2.7%) e statisticamente non significativo,

per la bronchite cronica e le bronchiectasie si è osservato un aumento di 0.7-1.2% ai limiti della significatività.

L'espettorato, l'enfisema e la pleurite hanno mostrato una riduzione statisticamente non significativa della prevalenza (range 0.5 – 2.7%), mentre per i sibili/fischi e la tubercolosi polmonare la riduzione della prevalenza è risultata statisticamente significativa: 5.5% e 2.1%, rispettivamente.

In conclusione, se confrontiamo l'andamento dei sintomi e delle malattie respiratori nell'intervallo di tempo intercorso tra la prima (1985-1988) e la seconda (1991-1993) indagine epidemiologica sul campione di popolazione generale di Pisa-Cascina con quello nell'intervallo di tempo tra la seconda indagine (1991- 1993) e lo studio sulle donne non fumatrici (1997-1998) condotto nella stessa area, possiamo osservare un'inversione di tendenza per quanto riguarda il sintomo particolarmente incrementato nella seconda indagine, infatti i sibili/fischi diminuiscono significativamente in quest'ultimo studio. Per la rinite, invece, si conferma un andamento all'aumentare della malattia con il tempo, anche se non significativo. In generale, 8 confronti su 12 hanno mostrato una sostanziale stabilità della frequenza dei sintomi/malattie respiratori.

Indagini epidemiologiche condotte nelle zone del Delta Padano e di Pisa-Cascina sugli effetti dell'inquinamento negli ambienti confinati.

Durante la seconda indagine effettuata sia nella zona rurale del Delta Padano, sia nella zona urbana di Pisa-Cascina, è stato anche valutato il livello di qualità dell'aria all'interno delle case (Baldacci, 1997). Nella zona di Pisa-Cascina, circa 300 famiglie hanno partecipato a questa parte impegnativa dello studio: essa prevedeva, infatti, la misurazione di biossido di azoto e di particelle fini nelle case per una settimana d'estate ed una settimana d'inverno, contemporaneamente alla compilazione giornaliera di un diario di sintomi e il tipo di attività svolta (per meglio caratterizzare l'esposizione individuale) e la misurazione del picco di flusso espiratorio (una misurazione di funzionalità respiratoria).

I valori delle particelle fini sono risultati più alti nelle case in cui si fuma ed il livello è risultato proporzionale alla quantità di sigarette fumate. Il biossido di azoto (NO₂), essendo legato ai prodotti della combustione del gas utilizzato per cucinare o per riscaldamento, ha mostrato valori più alti nelle cucine rispetto alle camere e durante la stagione invernale (es. valori di NO₂ nelle case di Cascina in cucina: inverno 26 µg/m³, estate 22.5 µg/m³). Non esistono attualmente valori di riferimento per la qualità dell'aria negli ambienti domestici e non è quindi possibile esprimere un giudizio di accettabilità in base a riferimenti di legge. Ciononostante, è possibile dire che valori piuttosto elevati di particolato fine (PM_{2.5}) sono stati misurati nelle case dei fumatori rispetto a quelle dei non fumatori (es. valori di particelle fini nelle case di Cascina con fumatori: inverno 92 µg/m³, estate 56 µg/m³; case senza fumatori: inverno 53.5 µg/m³, estate 44 µg/m³). Infine, esiste una relazione tra la presenza di sintomi respiratori acuti ed i livelli di inquinanti misurati. Risultati simili sono stati ottenuti nella zona del Delta Padano (Baldacci, 1997; Simoni, 1998).

Studio di fattibilità sull'uso di monitori passivi personali in un sottocampione di Pisa-Cascina.

Il Gruppo di Epidemiologia Ambientale ha condotto anche uno studio di fattibilità sull'uso di monitori passivi in un sottocampione di Pisa-Cascina (Pedreschi, 1997). Lo studio si è articolato in due campagne successive: la prima nella primavera del 1995, la seconda nell'inverno del 1996, durante le quali 18 soggetti hanno indossato monitori passivi per la valutazione del NO₂ e del benzene. Nella prima campagna, le medie giornaliere delle concentrazioni degli inquinanti sul totale dei soggetti sono risultate: 12±2 µg/m³ per il benzene, 48±5 µg/m³ per l'NO₂; nella seconda campagna: 17±7 µg/m³ per il benzene, 59±17 µg/m³ per l'NO₂. Questo studio ha dimostrato che i campionatori passivi personali consentono di eseguire un numero elevatissimo di campionamenti a costo contenuto perché non è necessario impiegare né pompe di campionamento (come quelle necessarie per le polveri), né personale di sorveglianza. Inoltre, essendo dosimetri facilmente portabili, permettono di valutare in modo più accurato l'esposizione media della popolazione durante le normali attività giornaliere, nonché l'individuazione di specifici gruppi a rischio.

L'uso di tecnologia GIS per l'analisi spaziale applicata al monitoraggio dell'inquinamento atmosferico a Cascina.

La collaborazione tra il Gruppo di Epidemiologia Ambientale dell'Istituto di Fisiologia Clinica e il CNUCE è iniziata dal secondo semestre del 1997 con lo scopo di applicare la tecnologia del Sistema Informativo Geografico (GIS) (Vine, 1997) ai dati della seconda indagine epidemiologica di Pisa-Cascina in modo da poter studiare le associazioni tra la qualità dell'aria ambiente e la distribuzione spaziale dei sintomi/malattie respiratori nel Comune di Cascina.

A tal fine è stato costituito un gruppo di lavoro multidisciplinare composto da personale dell'Ufficio Ambiente del Comune di Cascina, del Gruppo di Epidemiologia Ambientale Polmonare e del Reparto di Epidemiologia e Biostatistica dell'Istituto di Fisiologia Clinica del CNR di Pisa e del Reparto Sistemi Informativi dell'Istituto CNUCE del CNR di Pisa che, durante il periodo di convenzione, si è incontrato periodicamente al Comune di Cascina per mettere a punto il protocollo volto ad applicare la tecnologia GIS alla geo-referenziazione dei dati epidemiologici precedentemente acquisiti. Successivamente, alla visualizzazione GIS dei dati sanitari, è stata sovrapposta quella derivata dal bio-monitoraggio con i licheni in modo da poter valutare possibili associazioni tra dati sanitari, d'inquinamento, geografici e socio-economici a livello di piccole aree (Pikhart, 1997; Cislighi, 1997).

In quest'ottica, utilizzando un riferimento cartografico comune, sono stati geo-referenziati tutti i soggetti partecipanti alla seconda indagine trasversale di Pisa-Cascina (1991-1993), residenti nel territorio del Comune di Cascina. Globalmente sono state geo-referenziate 722 famiglie (1525 soggetti) corrispondenti a 654 punti distinti. Nel contempo, per quanto riguarda i licheni, sono state geo-referenziate anche le 69 stazioni di rilevamento giacenti nel Comune di Cascina e facenti parte di uno studio più vasto sull'inquinamento atmosferico nel territorio pisano svolto dal Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente dell'Università degli Studi di Pisa (1996-

1997), nel quale sono stati analizzati i licheni dalla costa fino al confine con la provincia di Firenze individuando 200 stazioni.

In conclusione, questa esperienza, che ha visto affiancate differenti istituzioni e professionalità quali epidemiologi, medici, informatici, statistici, biologi, ingegneri, chimici, si è rivelata un'interessante opportunità, in quanto ha dimostrato la fattibilità di una collaborazione tra un'Amministrazione Comunale ed un Ente di Ricerca nella gestione e nella pianificazione del territorio da parte di un'Amministrazione Comunale basata sull'utilizzazione della tecnologia GIS ed in particolare degli aspetti applicativi legati allo studio, alla valutazione, alla gestione e agli effetti della qualità dell'aria negli ambienti urbani.

Questo studio, quindi, può fungere da prototipo per la pianificazione più mirata di futuri studi focalizzati ad approfondire le problematiche relative alla qualità dell'aria tenendo in considerazione fin dall'inizio l'aspetto legato alla geo-referenziazione dei dati.

7 Bibliografia

American Thoracic Society. What constitutes an adverse health effect of air pollution? *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 665-673.

Armitage P. *Statistica Medica*, Feltrinelli ed., Milano, 1977.

Baldacci S, Carrozzi L, Viegi G, Giuntini C. Assessment of respiratory effect of air pollution: study design on general population samples. *JEPTO* 1997; 16: 77-83.

Carrozzi L, Viegi G, Baldacci S et al. Effetti respiratori dell'inquinamento negli ambienti confinati: valutazioni epidemiologiche. Atti del Convegno nazionale "Aria 92" La qualità dell'aria negli ambienti interni, Pisa, 28-29 ottobre 1992: 246, 1993.

Cislaghi C, Nimis PL. Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature* 1997; 387: 463-464.

Commission of the European Communities. Directorate-General XII for Science, Research and Development. COST 613/2 Report Series on Air Pollution Epidemiology. Report number 4. "Study designs". Bruxelles (Belgium) 1993: p.1-165.

Committee on the epidemiology of air pollutants. Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Commission on life sciences, National Research Council. *Epidemiology and air pollution*. National academy Press, Washington, DC, 1985.

Detels R, Tashkin DP, Sayre JW, Rokaw SN, Coulson AH, Massey FJ Jr, Wegman DH. The UCLA population studies of chronic obstructive respiratory disease. 9. Lung function changes associated with chronic exposure to photochemical oxidants: a cohort study among never-smokers. *Chest* 1987; 92: 594-603.

Dockery DW, Pope III CA. Acute respiratory effects of a particulate air pollution. *Annu Rev Public Health* 1994; 15: 107-132.

Firket M. Fog along the Meuse Valley. *Trans Faraday Soc* 1936; 32: 1192-1197.

Forastiere F, Mallone S, Lo Presti E, Baldacci S, Pistelli F, Simoni M, Scalera AR, Pedreschi M, Pistelli R, Corbo G, Rapiti E, Agabiti N, Farchi S, Basso S, Chiaffi L, Matteelli G, Di Pede F, Carrozzi L, Viegi G, on behalf of the SEASD Group. Characteristics of nonsmoking women exposed to spouses who smoke. *Epidemiological Study on Environment and Health in Women from four Italian Areas (SEASD)*. *Environ Health Perspect* 2000; 108: 1171-1177.

Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, Rossi G, Wojtyniak B, Sunyer J, Bacharova L, Schouten JP, Ponka A, Anderson HR. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities : results from time series data from the APHEA project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *BMJ* 1997; 314: 1658-63.

Logan WPD. Mortality in London Fog Incident. *Lancet* 1953; 1: 336-338.

Mercuri A, Baldacci S, Pedreschi M, Modena P, Biavati P, Simoni M, Carrozzi L, Sapigni T, Viegi G. Total serum IgE concentration in two general population samples of Northern and Middle Italy. *Eur Respir J* 1997; 10: 28s.

Noy D, Brunekreef B, Boleij JSM. The assessment of personal exposure to nitrogen dioxide in epidemiological studies. *Atmos Environ* 1990; 24A: 2903-2909.

Pedreschi M, Baldacci S, Carrozzi L, Angino A, Piegai B, Di Pede F, Ciacchini G, Barale R, Viegi G. Studio pilota sull'uso di monitori personali passivi per la valutazione dell'esposizione ad aeroinquinanti in un campione della popolazione generale vivente nell'area di Pisa. *Medicina Toracica* 1997; 19: 147- 155.

Pedreschi M, Carrozzi L, Viegi G et al. Longitudinal changes in respiratory symptoms and lung function in a general population sample. *Eur Respir J* 1994; 7: 254s.

Pikhart H, Prikazsky V, Bobak M, Kriz B, Celko M, Danova J, Pyrl K, Pretel J. Association between ambient air concentrations of nitrogen dioxide and respiratory symptoms in children in Prague, Czech Republic. Preliminary results from the Czech part of the SAVIAH Study. *Small Area Variation in Air pollution and Health*. *Cent Eur J Public Health* 1997; 5: 82-85.

Roemer W, Hoek G, Brunekreef B, Schouten J, Baldini G, Clench-Aas J, Englert N, Fischer P, Forsberg B, Haluszka J, Kalandidi A, Kotesovec F, Niepsuj G, Pekkanen J, Rudnai P, Skerfving S, Vondra V, Wichmann HE, Dockery D, Schwartz J. Effect of short-term changes in urban air pollution on the respiratory health of children with chronic respiratory symptoms – The PEACE project: Introduction. *Eur Respir Rev* 1998; 8: (52) 4-11.

Samet JM, Marbury MC, Spengler JD. Health effects and sources of indoor air pollution. Part I. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 1486-1508.

Sapigni T, Biavati P, Simoni M, Viegi G, Baldacci S, Carrozzi L, Modena P, Pedreschi M, Vellutini M, Paoletti P. The Po River Delta Respiratory Epidemiological Survey: an analysis of factors related to level of total serum IgE. *Eur Respir J* 1998; 11: 278-283.

Schrenk HH. Epidemiology of the Unusual Smog Episode of October, 1948: Preliminary Report. In Schrenk HH, ed., Air Pollution in Donora, Pennsylvania. Bull. 306, Federal Security Agency, Public Health Service, Bureau of State Services, Division of Industrial Hygiene, 1949.

Simoni M, Biavati P, Carrozzi L, Viegi G, Paoletti P, Matteucci G, Ziliani GL, Ioannilli E, Sapigni T. The Po river Delta (North Italy) indoor epidemiological study: home characteristics, indoor pollutants, and subjects' daily activity pattern. *Indoor Air* 1998; 8: 70-79.

Viegi G, Pedreschi M, Baldacci S et al. Prevalence rates of respiratory symptoms and diseases in general population samples of North and Central Italy. *Int J Tuberc Lung Dis* 1999; 3: 1034-1042.

Viegi G, Paoletti P, Carrozzi L, Vellutini M, Diviggiano E, Di Pede C, Pistelli G, Giuntini C, Lebowitz M. Prevalence rates of respiratory symptoms in Italian general population samples, exposed to different levels of air pollution. *Environ Health Perspect* 1991; 94: 95-99.

Vine MF, Degnan D, Hanchette C. Geographic Information Systems: their use in environmental epidemiologic research. *Environ Health Perspect* 1997; 105: 598-605.

Allegato 1. Distribuzione dei soggetti selezionati in relazione alle vie locate nell'area di studio (I)

1-3a Corona	M	F	4a corona	M	F	5a corona	M	F
A. Bassi	6	6	Alberello	5	4	A. De Pretis	2	1
A. Bellatalla	2	3	Capiteta	1	1	Alberello	6	6
Dei Guariganghi	2	3	Del Caligi	4	3	A. Tealdi	14	10
Del Caligi	34	34	Del Fosso Vecchio	3	5	B. Gozzoli	1	1
Del Fosso Vecchio	25	22	Dell'Arginone	5	3	Bezzecca	3	1
Di Granuccio	8	7	Di Gramustello	2	2	Calabria	1	1
Emilia	15	18	Di Marmiceto	2	--	Calatafimi	8	9
G. Volpe	3	2	Di Mezzo	3	1	Caprera	1	--
G. Oliva	4	2	Di Pancale	--	1	Cariola	1	4
Maggiore di Oratoio	10	7	Di Prataglia	2	3	C. Pisacane	4	2
Padre E. Barsanti	14	12	Emilia	15	12	Castelfidardo	3	1
P. Pontecorvo	5	5	Fagiana	6	13	Centro Rai	27	24
S. Canizzaro	3	1	Guscella	14	14	Cervino	8	7
U. Aldovrandi	1	--	Guscellina	4	3	Dei Cappellani	16	14
			Immaginetta	6	7	Del Gonfo	1	5
			Le Rene	50	52	Del Mulinaccio	2	1
			Maggiore di Oratoio	13	17	Del Tondo	2	1
			M. Malpighi	1	--	Della Ripaiola	1	3
			Marmicciolo	4	4	Delle Ardenne	2	4
			Vignaglia	2	1	Delle Argonne	3	2
						Delle Bocchette	2	3
						Di Nudo	1	4
						Di Oratoio	19	15
						Di Piaggetta	2	2
						Di Piaggia	2	1
						Dogali	2	2

Allegato 1. Distribuzione dei soggetti selezionati in relazione alle vie locate nell'area di studio (II)

continua: 5a Corona	M	F		M	F	Controllo	M	F
Emilia	8	11	P. Ferroni	--	1	Largo D'Annunzio	1	1
E. Malatesta	3	1	Ponte dell'Ammiraglio	--	1	L.no G. D'Annunzio	3	3
E. Succi	4	5	Ponticelli	4	4	Centro Rai	1	2
Fagiana	5	4	Primalbello	4	8	Dei Pini	4	5
F. Agostini Della Seta	4	3	Putignano	18	21	Del Mulinaccio	1	1
F. De Boni	2	2	Quarto	3	2	Del Viadotto	1	2
Fiorentina	12	19	R. Gemignani	--	4	Isola del Giglio	6	6
G. Targioni-Tozzetti	5	2	Salemi	1	3	Isola di Capraia	1	1
G. Verità	2	1	Sempione	--	1	Isola di Montecristo	2	2
G. Bandi	2	1	Simiteri	12	10	Isola di Palmaria	4	5
G. Dell'Omodarme	1	1	Talamone	1	1	Isola di Procida	4	5
G. Ferrari	4	4	Toscana	--	1	Isola di Stromboli	4	2
G. Mazzoni	1	1	Villa Glori	--	1	Isola di Vulcano	--	1
G. Montanelli	1	1				Livornese	53	66
G. Sirtori	3	2				Palazzi	27	17
G. Mameli	1	2						
G. Taddei	6	4						
Immaginetta	5	3						
Lazio	--	2						
Le Rene	39	35						
Maggiore di Oratoio	4	4						
Mentana	2	1						
Montebianco	--	1						
Nocelli	6	5						
Nuova Oratoio	1	--						
Piastroni	4	6						

Indagine epidemiologica ed ambientale
nell'area sud-est del Comune di Pisa
Anno - 2001



Area della ricerca S. Cataldo – CNR Pisa:



Istituto di Fisiologia Clinica

Cnuce

Centro Nazionale Universitario Calcolo Elettronico

ICT

Istituto Chimica del Terreno

in collaborazione con:



Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana



Unità Sanitaria Locale n.5 PISA



Università di Pisa, Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente



Su incarico e con
il supporto del
COMUNE DI PISA

Soggetto partecipante:

Numero: «NIFC»
Cognome e nome: «COGNOME_E_NOME», nato/a il: «NATOIL»
Residenza: «VIA», «NCIVICO» «CAP» Pisa

MINIQUESTIONARIO PER NON PARTECIPANTI

Da compilare solamente per coloro che rifiutano di partecipare allo studio

MINIQUESTIONARIO PER NON PARTECIPANTI

- 1) Qual è il titolo di studio che ha conseguito? Nessuno
 Licenza scuola elementare
 Licenza scuola media inferiore
 Diploma scuola media superiore
 Diploma universitario ("laurea breve")
 Laurea

- 2) Fuma abitualmente sigarette? SI NO

2.1) Se "NO", ha mai fumato sigarette in passato? Si No

- 3) Come ritiene che sia l'inquinamento atmosferico nel Suo quartiere rispetto al quartiere di Porta a Lucca?
 Maggiore Uguale Inferiore
- 4) Come ritiene che sia l'inquinamento atmosferico nel Suo quartiere rispetto al quartiere di Porta a Mare?
 Maggiore Uguale Inferiore

- 5) Il medico, Le ha mai diagnosticato qualcuna delle seguenti malattie o condizioni cliniche?



- a. Malattie di cuore e della circolazione Si No
b. Malattie respiratorie croniche Si No
c. Tumori Si No



Draft

I) CONDIZIONI DI SALUTE E PATOLOGIE PERSONALI

1) Rispetto alle altre persone della Sua età, pensa che la Sua salute sia:

- Eccellente
- Molto buona
- Buona
- Mediocre
- Scarsa

2) Il medico Le ha mai diagnosticato qualcuna delle seguenti malattie o condizioni cliniche?

- a. Malattie di cuore Si No
- b. Ipertensione arteriosa (pressione alta nel sangue) Si No
- c. Diabete Si No
- e. Ipercolesterolemia (colesterolo alto nel sangue) Si No
- f. Ipertrigliceridemia (grassi alti nel sangue) Si No
- g. Osteoporosi (fragilità ossea) Si No
- h. Tumore Si No

N.B.
risponda
a ciascuna
di queste
domande

Se le è stato diagnosticato un tumore:

2.1) In quale organo era? 2.2) In quale anno è stato diagnosticato? 2.3) In quale ospedale è stato diagnosticato?

	<input type="radio"/> Si	<input type="radio"/> No		S. Chiara/Cisanello	Altro	Osp. toscano	Osp. fuori Toscana
a. Esofago	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b. Fegato	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c. Intestino	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d. Laringe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e. Leucemie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f. Linfomi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g. Ovaie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h. Pancreas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
i. Polmone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
l. Prostata	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
m. Rene	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
n. Seno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
o. Stomaco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
p. Utero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
q. Vescica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
r. Altro organo (specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3) Con quale frequenza esegue esami di laboratorio e/o visite per controllare il Suo stato di salute?

- Ogni anno
- Ogni 2-3 anni
- Ogni 4-5 anni
- Raramente

4) Ha avuto qualche malattia respiratoria importante (bronchite asmatica, bronchiolite, laringite spastica, polmonite, pertosse) durante i primi 2 anni di vita?

- Sì, una volta
- Sì, più volte
- No
- Non so



Draft

Ila) SCOLARITA' ED ATTIVITA' LAVORATIVA

1) Quale titolo di studio ha conseguito?



- Nessuno
- Licenza scuola elementare
- Licenza scuola media inferiore
- Diploma scuola media superiore
- Diploma universitario (" Laurea breve ")
- Laurea

2) Ha mai lavorato?

- Si. lavoro ancora
- Si. ma non lavoro più
- No



2.1) Come lavora o lavorava:

- A tempo pieno (30 ore o più/settimana)
- A tempo parziale
- Occasionalmente

2.2) Per quanti giorni alla settimana lavora o lavorava?

2.3) Per quante ore lavora o lavorava in media al giorno?

2.4) Come giudica che sia o sia stato stato il Suo lavoro?

- Lavoro sedentario
- Lavoro leggero
- Lavoro moderato
- Lavoro pesante

2.5) In quale posizione svolge attualmente o svolgeva la Sua attività lavorativa?

- Dirigente, imprenditore, libero professionista
- Dipendente di concetto di enti pubblici o privati (impiegato, insegnante, etc.)
- Altro lavoratore dipendente (uscieri, guardiano, bidello, commesso, cameriere, etc.)
- Capo operaio, operaio specializzato
- Operaio comune (manovale, bracciante agricolo, etc.)
- Coltivatore diretto, mezzadro
- Commerciante, artigiano
- Altro



Draft

Ila) SCOLARITA' ED ATTIVITA' LAVORATIVA

1) Quale titolo di studio ha conseguito?



- Nessuno
- Licenza scuola elementare
- Licenza scuola media inferiore
- Diploma scuola media superiore
- Diploma universitario (" Laurea breve ")
- Laurea

2) Ha mai lavorato?

- Si. lavoro ancora
- Si. ma non lavoro più
- No



2.1) Come lavora o lavorava:

- A tempo pieno (30 ore o più/settimana)
- A tempo parziale
- Occasionalmente

2.2) Per quanti giorni alla settimana lavora o lavorava?

2.3) Per quante ore lavora o lavorava in media al giorno?

2.4) Come giudica che sia o sia stato stato il Suo lavoro?

- Lavoro sedentario
- Lavoro leggero
- Lavoro moderato
- Lavoro pesante

2.5) In quale posizione svolge attualmente o svolgeva la Sua attività lavorativa?

- Dirigente, imprenditore, libero professionista
- Dipendente di concetto di enti pubblici o privati (impiegato, insegnante, etc.)
- Altro lavoratore dipendente (uscieri, guardiano, bidello, commesso, cameriere, etc.)
- Capo operaio, operaio specializzato
- Operaio comune (manovale, bracciante agricolo, etc.)
- Coltivatore diretto, mezzadro
- Commerciante, artigiano
- Altro

IVa) CONDIZIONI AMBIENTALI

- 1) Dove risiede attualmente? Città
 Sobborgo
 Cittadina (<50.000 ab.)
 Paese (<10.000 ab.)
 Zona agricola

- 2) Da quanto tempo? Sempre
 Più di 5 anni
 2-5 anni
 Meno di 2 anni

2.a) Ha cambiato residenza per motivi di salute? Sì No

2.b) Questo cambiamento di residenza è stato causato da disturbi respiratori? Sì No

- 3) In quale tipo di abitazione vive abitualmente? In una casa (villa) singola
 In una casa (villa) bifamiliare
 In una casa (villa) a schiera
 In un condominio

- 4) A quale piano si trova la Sua abitazione?
(Indicare il piano più basso se la Sua abitazione ha più di un piano)
- Piano seminterrato abitabile
 Piano terreno o rialzato
 1° piano
 2° piano
 3° piano
 4° piano o più

- 5) Da quante stanze è composta la Sua abitazione (esclusi bagni e cucina)?

IVb) CONDIZIONI AMBIENTALI

6) Quante persone vivono nella Sua abitazione?

7) Per riscaldare la Sua abitazione utilizza:

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| a. Termosifone con caldaia centrale | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| b. Termosifone con caldaia autonoma a gas | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| c. Termosifone con caldaia autonoma non a gas | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| d. Stufa a legna o carbone | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| e. Caminetto | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| f. Stufa a gas | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| g. Stufa a kerosene | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| h. Condizionatore | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |
| i. Altro | <input type="radio"/> Sì | <input type="radio"/> No |

8) La Sua abitazione è esposta a contaminazioni ambientali? Sì No

8. a) A quale contaminazione è esposta la Sua casa?

- Fumi/gas
- Traffico autoveicolare pesante
- Cattivi odori
- Rumore intenso
- Ripetitori di segnale per telefoni cellulari
- Altre (specificare)

<input type="text"/>									
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

8. b) Da quanto tempo?

- | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="radio"/> Sempre | <input type="radio"/> > 5 anni | <input type="radio"/> 2-5 anni | <input type="radio"/> < 2 anni |
| <input type="radio"/> Sempre | <input type="radio"/> > 5 anni | <input type="radio"/> 2-5 anni | <input type="radio"/> < 2 anni |
| <input type="radio"/> Sempre | <input type="radio"/> > 5 anni | <input type="radio"/> 2-5 anni | <input type="radio"/> < 2 anni |
| <input type="radio"/> Sempre | <input type="radio"/> > 5 anni | <input type="radio"/> 2-5 anni | <input type="radio"/> < 2 anni |
| <input type="radio"/> Sempre | <input type="radio"/> > 5 anni | <input type="radio"/> 2-5 anni | <input type="radio"/> < 2 anni |

9) Come ritiene che sia l'inquinamento atmosferico nel Suo quartiere rispetto al quartiere di Porta a Lucca?

- Maggiore Uguale Inferiore

10) Come ritiene che sia l'inquinamento atmosferico nel Suo quartiere rispetto al quartiere di Porta a Mare?

- Maggiore Uguale Inferiore



Vb) VALUTAZIONE ESPOSIZIONE GIORNALIERA AGLI AERO-INQUINANTI

9) Quante ore al giorno trascorre all'interno della Sua abitazione?

- | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-----------|-----------------------------|--------|-----------------------------|
| | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 |
| autunno-inverno | <input type="radio"/> <8 | primavera | <input type="radio"/> <8 | estate | <input type="radio"/> <8 |
| | <input type="radio"/> 8-12 | | <input type="radio"/> 8-12 | | <input type="radio"/> 8-12 |
| | <input type="radio"/> 13-18 | | <input type="radio"/> 13-18 | | <input type="radio"/> 13-18 |
| | <input type="radio"/> 19-24 | | <input type="radio"/> 19-24 | | <input type="radio"/> 19-24 |

10) Quante ore al giorno trascorre al di fuori dell'orario di lavoro o di scuola in ambienti confinati (bar, discoteche, etc.)?

- | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------|---------------------------|--------|---------------------------|
| | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 |
| autunno-inverno | <input type="radio"/> <1 | primavera | <input type="radio"/> <1 | estate | <input type="radio"/> <1 |
| | <input type="radio"/> 1-3 | | <input type="radio"/> 1-3 | | <input type="radio"/> 1-3 |
| | <input type="radio"/> >3 | | <input type="radio"/> >3 | | <input type="radio"/> >3 |

11) Quante ore al giorno trascorre in ambienti esterni (giardino, passeggio, attività sportiva, etc.)?

- | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------|---------------------------|--------|---------------------------|
| | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 |
| autunno-inverno | <input type="radio"/> <1 | primavera | <input type="radio"/> <1 | estate | <input type="radio"/> <1 |
| | <input type="radio"/> 1-3 | | <input type="radio"/> 1-3 | | <input type="radio"/> 1-3 |
| | <input type="radio"/> >3 | | <input type="radio"/> >3 | | <input type="radio"/> >3 |

(11) Per quanto tempo trascorre al giorno in ambienti esterni (giardino, passeggio, attività sportiva, etc.)?

- | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------|---------------------------|--------|---------------------------|
| | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 | | <input type="radio"/> 0 |
| autunno-inverno | <input type="radio"/> <1 | primavera | <input type="radio"/> <1 | estate | <input type="radio"/> <1 |
| | <input type="radio"/> 1-3 | | <input type="radio"/> 1-3 | | <input type="radio"/> 1-3 |
| | <input type="radio"/> 3-5 | | <input type="radio"/> 3-5 | | <input type="radio"/> 3-5 |
| | <input type="radio"/> >5 | | <input type="radio"/> >5 | | <input type="radio"/> >5 |



VI) ABITUDINE AL FUMO DI SIGARETTA

1) Ha mai fumato sigarette?

Sì, le fumo ancora
oppure ho smesso
da meno di 6 mesi

Sì, ma non le fumo più
oppure ho smesso
da più di 6 mesi

No



1.1) In quale anno ha
iniziato a fumare?

--	--	--	--	--

1.2) Quante sigarette fuma,
in media, al giorno?

--	--

1.3) In quale anno ha iniziato a fumare?

--	--	--	--	--

1.4) Quante sigarette fumava in media al giorno?

--	--

1.5) In quale anno ha smesso di fumare?

--	--	--	--	--



VII) ESPOSIZIONE A FUMO PASSIVO

1) E' esposto abitualmente al fumo di sigaretta di altre persone ? Si No

1.1) Luogo:	in Casa	al Lavoro	in Altri Ambienti
n° fumatori	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6 o più	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6 o più	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6 o più
n° ore al giorno	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o più	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o più	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o più
n° giorni alla settimana	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6-7	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6-7	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6-7
grado di esposizione	<input type="radio"/> Lieve <input type="radio"/> Moderato <input type="radio"/> Intenso	<input type="radio"/> Lieve <input type="radio"/> Moderato <input type="radio"/> Intenso	<input type="radio"/> Lieve <input type="radio"/> Moderato <input type="radio"/> Intenso



VIII) CONDIZIONI E PERCEZIONI SOGGETTIVE

1) Come si è sentito, in generale, durante il mese scorso?

- Di umore eccellente
- Di umore molto buono
- Per lo più di buon umore
- Ho avuto un umore variabile
- Per lo più di malumore
- Molto di malumore

2) Durante il mese scorso è stato o si è sentito sotto tensione, sotto stress o sotto pressione?

- Sì, quasi più di quanto potessi sopportare
- Sì, abbastanza sotto pressione
- Sì, un pò più del solito
- Sì, un pò, ma circa come al solito
- Sì, un pò
- No, affatto

3) Quando si trova nelle immediate vicinanze della Sua abitazione, sente (odora) qualcosa nell'aria che respira? Sì No

- 1.1) Ciò che Lei sente (odora) è:
- Non fastidioso
 - Leggermente fastidioso
 - Fastidioso
 - Molto fastidioso
 - Estremamente fastidioso

IXa) SINTOMI E MALATTIE RESPIRATORI**TOSSE:**

1) Ha abitualmente tosse, al di fuori dei comuni raffreddori, per alcuni periodi dell'anno? Sì No

1.1) Ha tosse per la maggior parte dei giorni (4 o più alla settimana), al di fuori dei comuni raffreddori, per almeno 3 mesi all'anno? Sì No

1.1.1) Da quanti anni ha questa tosse?

1 2 3 4 5 6-10 11 o più

1.1.2) Ha notato un aumento o una diminuzione della tosse negli ultimi 2 anni?

- Sì, ho notato un aumento
 Sì, ho notato una diminuzione
 No, non ho notato nessuna variazione

CATARRO:

2) Ha abitualmente catarro, al di fuori dei comuni raffreddori, per alcuni periodi dell'anno? Sì No

2.1) Ha catarro per la maggior parte dei giorni (4 o più alla settimana), al di fuori dei comuni raffreddori, per almeno 3 mesi all'anno? Sì No

2.1.1) Da quanti anni ha questo catarro?

1 2 3 4 5 6-10 11 o più

2.1.2) Ha notato un aumento o una diminuzione del catarro negli ultimi 2 anni?

- Sì, ho notato un aumento
 Sì, ho notato una diminuzione
 No, non ho notato nessuna variazione

IXb) SINTOMI E MALATTIE RESPIRATORIE**DISPNEA:**

- 3) Ha difficoltà di respiro quando cammina in fretta in pianura o salendo un leggero pendio o una rampa di scale (18-20 scalini) a passo normale? Sì No
- 4) Ha difficoltà di respiro camminando con altre persone della sua stessa età ad un passo normale in pianura? Sì No
- 5) Si deve fermare per riprendere fiato quando cammina ad andatura normale in pianura? Sì No
- 6) Ha mai avuto sensazione di difficoltà di respiro a riposo? Sì No

SIBILI O FISCHI:

- 7) Respirando ha mai prodotto sibili o fischi, al di fuori dei comuni raffreddori? Sì No

7.1) Ha prodotto sibili o fischi negli ultimi 12 mesi?

Sì No

ATTACCHI DI DIFFICOLTA' DI RESPIRO CON SIBILI E FISCHI:

- 8) Ha mai avuto attacchi di difficoltà di respiro con sibili e fischi, al di fuori dei comuni raffreddori?

Sì No

8.1) Quanti attacchi di difficoltà di respiro con sibili e fischi ha avuto durante gli ultimi 12 mesi?

0 1-3 4-10 11 o più quasi ogni giorno

COSTRIZIONE TORACICA:

- 9) Ha mai avuto senso di costrizione od oppressione o senso di chiusura al torace, al di fuori dei comuni raffreddori?

Sì No

9.1) Ha avuto questa sensazione negli ultimi 12 mesi?

Sì No

IXc) SINTOMI E MALATTIE RESPIRATORIE

PATOLOGIA RESPIRATORIA:

10) Durante gli ultimi 3 anni, quanti disturbi ha avuto del tipo:

- a. Raffreddore 0 1 2 3 4 5 6 o più
- b. Bronchite 0 1 2 3 4 5 6 o più
- c. Polmonite 0 1 2 3 4 5 6 o più

11) Il medico Le ha mai diagnosticato qualcuna delle seguenti malattie?

- a. Asma Bronchiale Sì No
- b. Enfisema Sì No
- c. Bronchite cronica Sì No
- d. Bronchiectasie Sì No
- e. Pleurite Sì No
- f. Tubercolosi polmonare Sì No
- g. Crosta lattea Sì No
- h. Eczema Sì No

N.B.
risponda
a ciascuna
di queste
domande

RINITE:

12) Ha mai avuto febbre da fieno o qualche altra condizione allergica che determina naso che cola o naso chiuso, al di fuori dei comuni raffreddori? Sì No

12.1) Ha avuto questi disturbi negli ultimi 12 mesi? Sì No

ROSSORE:

13) Ha mai avuto rossore, prurito o bruciore agli occhi di natura allergica, al di fuori dei comuni raffreddori? Sì No

13.1) Ha avuto questi disturbi negli ultimi 12 mesi? Sì No

Xa) SONNO, STRESS

SONNO:

- 1) Le capita di russare durante il sonno? No, mai
 Solo durante i raffreddori
 Talvolta anche al di fuori dei raffreddori
 Quasi sempre
- 2) Impiega molto tempo ad addormentarsi? Mi addormento con facilità (0-15 minuti)
 Mi addormento con qualche difficoltà (16-30 minuti)
 Mi addormento con difficoltà (31-60 minuti)
 Mi addormento con molta difficoltà (oltre 60 minuti)
- 3) Descriva il suo sonno: Tranquillo, senza risvegli
 Tranquillo, ma con qualche risveglio
 Non tranquillo, con frequenti risvegli

STRESS:

- 4) Durante gli ultimi 3 mesi ha avuto disturbi di stomaco, di intestino o di fegato? Sempre
 Frequentemente
 Raramente
 Mai o quasi mai
- 5) Durante gli ultimi 3 mesi ha avuto dolori alle ossa, ai muscoli o alle articolazioni (ad esempio alla schiena, alle spalle, alle gambe)? Sempre
 Frequentemente
 Raramente
 Mai o quasi mai
- 6) In questi ultimi 6 mesi ha fatto uso di farmaci tranquillanti o ansiolitici? Ogni giorno o quasi ogni giorno
 Abbastanza frequentem. (almeno una volta alla settimana)
 Qualche volta (almeno una volta al mese)
 Raramente (meno di una volta al mese)
 Mai o quasi mai
- 7) Quante ore di una giornata dedica: (Indichi 0 per le attività che non svolge)

all'attività lavorativa

all'attività domestica

al tempo libero

Se 1 o più ore, risponda
alle domande 8 e 9
di pagina seguente

Se 1 o più ore, risponda
alle domande 10 e 11
di pagina 19

Xa) SONNO, STRESS

SONNO:

- 1) Le capita di russare durante il sonno? No, mai
 Solo durante i raffreddori
 Talvolta anche al di fuori dei raffreddori
 Quasi sempre
- 2) Impiega molto tempo ad addormentarsi? Mi addormento con facilità (0-15 minuti)
 Mi addormento con qualche difficoltà (16-30 minuti)
 Mi addormento con difficoltà (31-60 minuti)
 Mi addormento con molta difficoltà (oltre 60 minuti)
- 3) Descriva il suo sonno: Tranquillo, senza risvegli
 Tranquillo, ma con qualche risveglio
 Non tranquillo, con frequenti risvegli

STRESS:

- 4) Durante gli ultimi 3 mesi ha avuto disturbi di stomaco, di intestino o di fegato? Sempre
 Frequentemente
 Raramente
 Mai o quasi mai
- 5) Durante gli ultimi 3 mesi ha avuto dolori alle ossa, ai muscoli o alle articolazioni (ad esempio alla schiena, alle spalle, alle gambe)? Sempre
 Frequentemente
 Raramente
 Mai o quasi mai
- 6) In questi ultimi 6 mesi ha fatto uso di farmaci tranquillanti o ansiolitici? Ogni giorno o quasi ogni giorno
 Abbastanza frequentem. (almeno una volta alla settimana)
 Qualche volta (almeno una volta al mese)
 Raramente (meno di una volta al mese)
 Mai o quasi mai
- 7) Quante ore di una giornata dedica: (Indichi 0 per le attività che non svolge)

all'attività lavorativa

--	--

all'attività domestica

--	--

al tempo libero

--	--

Se 1 o più ore, risponda
alle domande 8 e 9
di pagina seguente

Se 1 o più ore, risponda
alle domande 10 e 11
di pagina 19

Xb) STRESS

8) Come descriverebbe il Suo lavoro?

A. Il lavoro che faccio:

- Mi dà molta soddisfazione
- Mi dà abbastanza soddisfazione
- Mi dà poca soddisfazione
- Non mi dà per nulla soddisfazione

B. Per il lavoro che faccio io guadagno:

- Molto bene
- Abbastanza bene
- Nè molto nè poco
- Abbastanza poco
- Molto poco
- Niente

C. Il lavoro che faccio è in genere:

- Molto stimolante, vario e interessante
- Abbastanza interessante
- Poco interessante
- Per nulla interessante

D. Il lavoro che faccio richiede:

- Un impegno molto forte
- Un impegno abbastanza forte
- Un impegno abbastanza modesto
- Un impegno molto modesto
- Nessun particolare impegno

9) Nel mese scorso, sul Suo posto di lavoro, si è sentito sotto pressione, stress o tensione?

- Sì, quasi più di quanto potessi sopportare
- Sì, abbastanza sotto pressione
- Sì, un pò più del solito
- Sì un pò, ma circa come al solito
- Sì, un pò
- No, affatto

Xc) STRESS

10) Come descriverebbe la Sua attività domestica (accudire figli e coniuge, fare pulizie di casa, cucinare, assistere gli anziani, fare lavori di giardinaggio/orto familiare o piccole riparazioni dell'abitazione, etc.)?

A. Le mie attività domestiche:

- Mi danno molta soddisfazione
- Mi danno abbastanza soddisfazione
- Mi danno poca soddisfazione
- Non mi danno per nulla soddisfazione

B. Le mie attività domestiche:

- Mi occupano tutto o gran parte del tempo
- Mi occupano abbastanza tempo
- Mi occupano poco tempo
- Non mi occupano per nulla

C. Le mie attività domestiche:

- Richiedono un impegno molto forte
- Richiedono un impegno abbast. forte
- Richiedono un normale impegno
- Richiedono un modesto impegno
- Non richiedono nessun impegno

D. Nelle mie attività domestiche sono:

- Molto aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Abbast. aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Poco aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Per nulla aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Non aiutato perchè vivo da solo

11) Nel mese scorso, nelle Sue attività domestiche si è sentito sotto pressione, stress o tensione?

- Sì, quasi più di quanto potessi sopportare
- Sì, abbastanza sotto pressione
- Sì, un pò più del solito
- Sì, un pò ma circa come al solito
- Sì, un pò
- No, affatto

Data compilazione questionario: (gg, mm, aa)

□	□	/	□	□	/	□	□
---	---	---	---	---	---	---	---

Numero identificativo del soggetto

□	□	□	□
---	---	---	---

Oggetto: Indagine epidemiologica e ambientale nell'area sud-est del Comune di Pisa.

Gentile Famiglia,

il nostro Gruppo di Epidemiologia Ambientale Polmonare ha l'incarico di effettuare un'indagine epidemiologica che ha l'obiettivo di raccogliere informazioni sullo stato di salute di un campione rappresentativo della popolazione residente, in relazione a condizioni ambientali, esposizioni lavorative, abitudini di vita come il fumo di sigarette e altro.

L'indagine epidemiologica e ambientale è svolta a cura del CNR, Istituti di Fisiologia Clinica, CNUCE e Chimica del Terreno, in collaborazione con ARPAT, USL n. 5 e Dipartimento Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente dell'Università di Pisa, su incarico del Comune di Pisa.

Lo studio nasce dall'esigenza di rispondere ad un bisogno reale di conoscenza dello stato di salute e dell'ambiente della popolazione residente in un'area caratterizzata dalla presenza di un impianto di trattamento di rifiuti urbani. Pertanto, lo studio ha come obiettivo quello di effettuare una valutazione dell'ambiente e della salute della comunità limitrofa all'inceneritore, sia per rilevare possibili effetti di precedenti esposizioni sia per acquisire informazioni sullo stato attuale al fine di attivare un efficace monitoraggio ambientale ed epidemiologico.

La Vostra famiglia è stata selezionata, in modo casuale, a far parte del campione rappresentativo della popolazione generale residente nell'area dello studio (cerchio di raggio 4 Km dal sito dell'inceneritore di rifiuti solidi urbani).

Brevemente, Vi si chiederà di compilare comodamente a casa Vostra, da soli, un questionario su sintomi e patologie e principali fattori di rischio, che Vi verrà lasciato e spiegato da un nostro collaboratore o da una nostra collaboratrice.

Nei prossimi giorni verrete contattati personalmente al fine di consegnarVi, previa Vostra dichiarata adesione allo studio, il summenzionato questionario e di concordare le modalità per il ritiro dello stesso compilato.

Vi ricordiamo che le informazioni ottenute in questo studio saranno confidenziali. I dati saranno inseriti in forma anonima in un computer per l'analisi statistica che avverrà esclusivamente in modo anonimo a livello collettivo, a cura esclusivamente del nostro gruppo e senza altra possibilità di accesso.

Certi che Voi condividiate l'importanza della Vostra partecipazione, anche nell'interesse della popolazione della zona, Vi ringraziamo per la Vostra attenzione e ci auguriamo di averVi fra coloro che collaboreranno con noi alla riuscita dello studio

Distinti saluti

Gruppo di Epidemiologia Ambientale Polmonare
dell'Istituto di Fisiologia Clinica CNR di Pisa (EPAP-IFC)
(tel. 050-20177/913632/913620, e-mail: silvip@ifc.cnr.it)

**DICHIARAZIONE DI CONSENSO A
PARTECIPARE ALLO STUDIO:
“Indagine epidemiologica ed ambientale nell’area
sud-est del comune di Pisa**

Il/La sottoscritto/a, informato/a delle finalità della ricerca “Indagine epidemiologica ed ambientale nell’area sud-est del comune di Pisa” e delle modalità del trattamento dei dati personali, acconsente a partecipare ed accorda liberamente il suo consenso affinché i dati possano essere trattati per gli scopi indicati (Legge N. 675/1996).

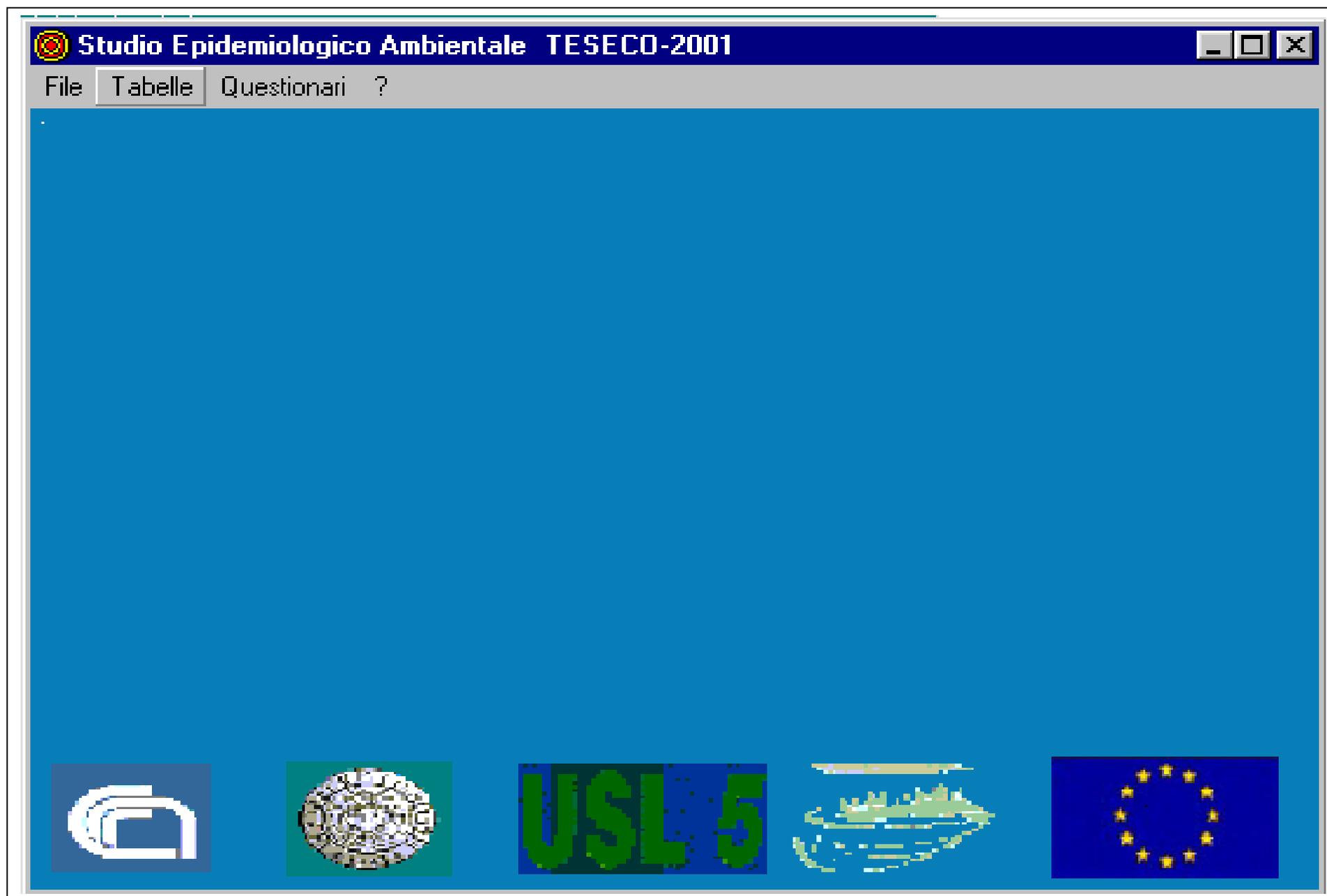
In particolare, il/la sottoscritto/a acconsente a:

- a) rispondere alle domande dei questionari individuali 1. SI 2. NO
- b) permettere che i dati raccolti vengano inseriti, mantenendo l’anonimato, in un archivio computerizzato per l’esecuzione di elaborazioni statistiche collettive 1. SI 2. NO

Data

Firma

Allegato 3



ongoing SURVEY

Scegli

Nlista **Cod.Famiglia**

360	343
361	343
362	343

Visualizza FAMIGLIA

Visualizza FAMIGLIA archivio

Rivisualizza FAMIGLIE

Attiva NLISTA

Conta QUESTIONARI

Stampa regole

Fine

Legenda

Ai campi Consegnato e Ritirato mettere SI/NO (S/N)

Codifica del campo Questionario:

- 1) Compilato
- 2) Rifiuta
- 3) Eterosomministrato
- 4) Trasferito
- 5) Deceduto

	NIFC	Stampare	COGNOME E NOME	CODFAMIGLI	SESSO	consegnato	ritirato	Questionario	zona	nota
▶	360	N	ALLAMANDI DENATO	343	M	S	S	1	SEDMETE	



Data compilazione 04/11/2001

Codice operatore 2

1) Acconsente a partecipare allo studio ? Sì, acconsento No, per rifiuto No, per trasferimento No, per decesso Missing 1

1.1) Può spiegare il motivo del suo rifiuto ?

- Mancanza di tempo
- Mancanza di interesse
- Problemi di salute, specificare
- Altri problemi
- NO
- Missing

6

2) Sesso Maschio Femmina Missing 2

3) Età 35

4) Stato civile Coniugato/convivente Divorziato/separato Vedovo Celibe/nubile Missing 1

5) Cittadinanza Italiana Altra Missing 1 (specificare)

6) Paese di nascita Italia Altro Missing 1 (specificare)



1) Rispetto alle altre persone della sua età, pensa che la sua salute sia:

Eccellente
 Molto Buona
 Buona
 Mediocre
 Scarsa
 Missing

3

2) Il medico Le ha mai diagnosticato qualcuna delle seguenti malattie o condizioni cliniche ?

a. Malattie di cuore	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	2
b. Iperensione	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	2
c. Diabete	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	2
d. Ipercolesterolemia	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	2
e. Ipertrigliceridemia	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	2
f. Osteoporosi	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	2
g. Tumore	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	2

NB. risponda a ciascuna di queste domande

Se Le è stato diagnosticato un tumore:

Premi qui se hai risposto SI a TUMORE

3) Con quale frequenza esegue esami di laboratorio e/o visite per controllare il Suo stato di salute ?

Ogni anno
 Ogni 2-3 anni
 Ogni 4-5 anni
 Raramente
 Missing

3

4) Ha avuto qualche malattia respiratoria importante (bronchite asmatica, bronchiolite, laringite spastica, polmonite, pertosse) durante i primi 2 anni di vita ?

Sì, una volta
 Sì, più volte
 No
 Non so
 Missing

1



1) Qual è il titolo di studio che ha conseguito ?

- Nessuno
- Licenza scuola elementare
- Licenza scuola media inferiore
- Diploma scuola media superiore
- Diploma universitario (laurea breve)
- Laurea
- Missing

4

2) Ha mai lavorato ?

- SI, lavoro ancora
- SI, ma non lavoro più
- NO
- Missing

1

2.1) Come lavora o lavorava:

- A tempo pieno
- A tempo parziale
- Occasionalmente
- Missing

1

2.2) Per quanti giorni alla settimana lavora o lavorava ?

5

2.3) Per quante ore lavora o lavorava in media al giorno ?

8

2.4) Come giudica che sia o sia stato il Suo lavoro ?

- Lavoro sedentario
- Lavoro leggero
- Lavoro moderato
- Lavoro pesante
- Missing

3

2.5) In quale posizione svolge attualmente o svolgeva la Sua attività lavorativa ?

- Dirigente, imprenditore, libero professionista
- Dipendente di concetto di enti pubblici o privati (impiegato insegnante etc)
- Altro lavoratore dipendente (uscieri, guardiano, bidello, commesso, cameriere etc.)
- Capo operaio, operaio specializzato
- Operaio comune, (manovale, bracciante agricolo, etc)
- Coltivatore diretto mezzadro
- Commerciante artigiano
- Altro
- Missing

2



Se alla domanda 2 di pagina precedente ("Ha mai lavorato?"), ha risposto "Sì, ma non lavoro più" oppure "No", risponda alla seguente domanda.

3) Per quale causa o condizione non lavora più o non ha mai lavorato ?

- Pensionato
- Casalinga
- Studente
- Licenziato o dimissioni
- In cerca di lavoro
- Malattia o inabilità, specificare
- Altro
- Missing



1) Nel suo lavoro, è mai stato esposto a polveri, sostanze chimiche, gas o radiazioni ?

SI NO Missing

2

a. Silice, lana di vetro	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
b. Asbesto o amianto	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
c. Berillio	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
d. Talco	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
e. Polveri di legno, di carbone	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
f. Polveri di metalli, quali: zinco ferro, cadmio, cromo, piombo, vanadio nichel	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
g. Derivati del petrolio	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
h. Esalazioni auto, altri gas o fumi	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
i. Solventi, tinture, acidi	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
l. Insetticidi, fertilizzanti, antiparassitari	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
m. Radiazioni	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3
n. Altro	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input checked="" type="radio"/> Missing	3

2) Qualcuna delle persone che vivono o hanno vissuto in casa con Lei, ha mai portato dal lavoro vestiti sporchi di polveri o di sostanze chimiche ?

Si No Missing

1



1) Dove risiede attualmente ?

- Città
- Sobborgo
- Cittadina (< 50.000 ab.)
- Paese (< 10.000 ab)
- Zona agricola
- Missing

4

2) Da quanto tempo ?

- Sempre
- Più di 5 anni
- 2-5 anni
- Meno di 2 anni
- Missing

1

2.a) Ha cambiato residenza per motivi di salute ?

- SI
- NO
- Missing

3

2.b) Questo cambiamento di residenza è stato causato da disturbi respiratori ?

- SI
- NO
- Missing

3

3) In quale tipo di abitazione vive abitualmente ?

- In una casa (villa) singola
- In una casa (villa) bifamiliare
- In una casa (villa) a schiera
- In un condominio
- Missing

3

4) A quale piano si trova la Sua abitazione ? (Indicare il piano più basso se la Sua abitazione ha più di un piano)

- Piano seminterrato abitabile
- Piano terreno o rialzato
- 1° piano
- 2° piano
- 3° piano
- 4° piano o più
- Missing

2

5) Da quante stanze è composta la Sua abitazione (esclusi bagni e cucina) ?

3



6) Quante persone vivono nella Sua abitazione ?

7) Per riscaldare la Sua abitazione utilizza:

- a. Termosifone con caldaia centrale SI NO Missing
- b. Termosifone con caldaia autonoma a gas SI NO Missing
- c. Termosifone con caldaia autonoma non a gas SI NO Missing
- d. Stufa a legna o carbone SI NO Missing
- e. Caminetto SI NO Missing
- f. Stufa a gas SI NO Missing

8. a) A quale contaminazione è esposta la Sua casa ?		8. b) Da quanto tempo ?					
<input checked="" type="checkbox"/>	Fumi/Gas	<input checked="" type="radio"/> Sempre	<input type="radio"/> > 5 anni	<input type="radio"/> 2-5 anni	<input type="radio"/> < 2 anni	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="1"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Traffico autoveicolare pesante	<input checked="" type="radio"/> Sempre	<input type="radio"/> > 5 anni	<input type="radio"/> 2-5 anni	<input type="radio"/> < 2 anni	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="1"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Cattivi odori	<input checked="" type="radio"/> Sempre	<input type="radio"/> > 5 anni	<input type="radio"/> 2-5 anni	<input type="radio"/> < 2 anni	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="1"/>
<input type="checkbox"/>	Rumore intenso	<input type="radio"/> Sempre	<input type="radio"/> > 5 anni	<input type="radio"/> 2-5 anni	<input type="radio"/> < 2 anni	<input checked="" type="radio"/> Missing	<input type="text" value="5"/>
<input type="checkbox"/>	Ripetitori di segnale per telefoni cellulari	<input type="radio"/> Sempre	<input type="radio"/> > 5 anni	<input type="radio"/> 2-5 anni	<input type="radio"/> < 2 anni	<input checked="" type="radio"/> Missing	<input type="text" value="5"/>
<input type="checkbox"/>	Altre (specificare)	<input type="radio"/> Sempre	<input type="radio"/> > 5 anni	<input type="radio"/> 2-5 anni	<input type="radio"/> < 2 anni	<input checked="" type="radio"/> Missing	<input type="text" value="5"/>

CHIUDI

9) Come ritiene che sia l'inquinamento atmosferico nel Suo quartiere rispetto al quartiere di Porta a Lucca ? Maggiore Uguale Inferiore Missing

10) Come ritiene che sia l'inquinamento atmosferico nel Suo quartiere rispetto al quartiere di Porta a Mare ? Maggiore Uguale Inferiore Missing



1) In quale maniera si reca al lavoro o a scuola ?

A piedi
 In bicicletta
 In motociclo
 In autovettura
 In autobus
 In treno
 In taxi
 Missing

2) Dove si trova il Suo posto di lavoro o la Sua scuola ?

Via

Località

Comune

3) Quanti minuti impiega per recarsi al lavoro o a scuola ?

< 15 min
 15-30 min
 30-60 min
 >= 60 min
 Missing

1

4) Quante volte al giorno compie questo tragitto ?

2
 4
 > 4
 Missing

2

5) La strada che percorre è caratterizzata da traffico:

Lieve
 Medio
 Intenso
 Missing

2

6) Durante il percorso, quanti semafori incontra ?

Nessuno
 Pochi
 Molti
 Missing

1

7) Per la Sua professione usa spesso l'autovettura ?

SI
 NO
 Missing

2

7.1) Per quante ore usa l'autovettura per la Sua professione ?

< 1
 1 - 3
 > 3
 Missing

4

8) Quante ore al giorno trascorre all'interno del Suo posto di lavoro o della scuola ?

autunno-inverno

0
 < 1
 1 - 4
 5 - 8
 > 8
 Missing

4

primavera

0
 < 1
 1 - 4
 5 - 8
 > 8
 Missing

5

estate

0
 < 1
 1 - 4
 5 - 8
 > 8
 Missing

5



9) Quante ore al giorno trascorre all'interno della Sua abitazione ?

<p>autunno-inverno</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> < 8 <input type="radio"/> 8 - 12 <input checked="" type="radio"/> 13 - 18 <input type="radio"/> 19 - 24 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">4</p>	<p>primavera</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> < 8 <input type="radio"/> 8 - 12 <input checked="" type="radio"/> 13 - 18 <input type="radio"/> 19 - 24 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">4</p>	<p>estate</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> < 8 <input checked="" type="radio"/> 8 - 12 <input type="radio"/> 13 - 18 <input type="radio"/> 19 - 24 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">3</p>
--	--	---

10) Quante ore al giorno trascorre al di fuori dell'orario di lavoro o di scuola in ambienti confinati (bar, discoteche, etc) ?

<p>autunno-inverno</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input checked="" type="radio"/> < 1 <input type="radio"/> 1 - 3 <input type="radio"/> > 3 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">2</p>	<p>primavera</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input checked="" type="radio"/> < 1 <input type="radio"/> 1 - 3 <input type="radio"/> > 3 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">2</p>	<p>estate</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> < 1 <input checked="" type="radio"/> 1 - 3 <input type="radio"/> > 3 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">3</p>
---	---	--

11) Quante ore al giorno trascorre in ambienti esterni (giardino, passeggio, attività sportiva, etc.) ?

<p>autunno-inverno</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> 0 <input type="radio"/> < 1 <input type="radio"/> 1 - 3 <input type="radio"/> > 3 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">1</p>	<p>primavera</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input checked="" type="radio"/> < 1 <input type="radio"/> 1 - 3 <input type="radio"/> > 3 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">2</p>	<p>estate</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> < 1 <input checked="" type="radio"/> 1 - 3 <input type="radio"/> > 3 <input type="radio"/> Missing <p style="text-align: right;">3</p>
---	---	--



1) Ha mai fumato sigarette ?

- SI, le fumo ancora oppure ho smesso da meno di 6 mesi
- SI, ma non le fumo più oppure ho smesso da più di 6 mesi
- NO
- Missing

3

1.1) In quale anno ha iniziato a fumare ?
[scrivere 4 cifre, ad es. 1980]

1.2) Quante sigarette fuma, in media, al giorno ?

1.3) In quale anno ha iniziato a fumare ?
[scrivere 4 cifre, ad es. 1980]

1.4) Quante sigarette fumava in media al giorno ?

1.5) In quale anno ha smesso di fumare ?

PACK-YEARS CALCOLATI:



1) E' esposto abitualmente al fumo di sigaretta di altre persone ?

SI NO Missing

1

	in Casa	al Lavoro	in Altri ambienti
N° fumatori	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6 o più <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="5"/>	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6 o più <input type="radio"/> Missing <input type="text" value="3"/>	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6 o più <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="5"/>
N° ore al giorno	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o più <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="5"/>	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o più <input type="radio"/> Missing <input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o più <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="5"/>
N° giorni alla settimana	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6-7 <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="5"/>	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6-7 <input type="radio"/> Missing <input type="text" value="3"/>	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3-5 <input type="radio"/> 6-7 <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="5"/>
grado di esposizione	<input type="radio"/> Lieve <input type="radio"/> Moderato <input type="radio"/> Intenso <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="4"/>	<input type="radio"/> Lieve <input checked="" type="radio"/> Moderato <input type="radio"/> Intenso <input type="radio"/> Missing <input type="text" value="2"/>	<input type="radio"/> Lieve <input type="radio"/> Moderato <input type="radio"/> Intenso <input checked="" type="radio"/> Missing <input type="text" value="4"/>



1) Come si è sentito, in generale, durante il mese scorso ?

- Di umore eccellente
- Di umore molto buono
- Per lo più di buon umore
- Ho avuto un umore variabile
- Per lo più di malumore
- Molto di malumore
- Missing

3

2) Durante il mese scorso è stato o si è sentito sotto tensione, sotto stress o sotto pressione ?

- Sì, quasi più di quanto potessi sopportare
- Sì, abbastanza sotto pressione
- Sì, un pò più del solito
- Sì, un pò, ma circa come al solito
- Sì, un pò
- No, affatto
- Missing

2

3) Quando si trova nelle immediate vicinanze della Sua abitazione, sente (odora) qualcosa nell'aria che respira ?

- SÌ
- NO
- Missing

1

1.1) Ciò che Lei sente (odora) è:

- Non fastidioso
- Leggermente fastidioso
- Fastidioso
- Molto fastidioso
- Estremamente fastidioso
- Missing

2



TOSSE:

1) Ha abitualmente tosse, al di fuori dei comuni raffreddori, per alcuni periodi dell'anno ? SI NO Missing

1.1) Ha tosse per la maggior parte dei giorni (4 o più alla settimana), al di fuori dei comuni raffreddori, per almeno 3 mesi l'anno ? SI NO Missing

1.1.1) Da quanti anni ha questa tosse ?
 1 2 3 4 5 6-10 11 o più Missing

1.1.2) Ha notato un aumento o una diminuzione della tosse negli ultimi 2 anni ?

- Si, ho notato un aumento
 - Si, ho notato una diminuzione
 - No, non ho notato nessuna variazione
 - Missing
-

CATARRO

2) Ha abitualmente catarro, al di fuori dei comuni raffreddori, per alcuni periodi dell'anno ? SI NO Missing

1.1) Ha catarro per la maggior parte dei giorni (4 o più alla settimana), al di fuori dei comuni raffreddori, per almeno 3 mesi l'anno ? SI NO Missing

1.1.1) Da quanti anni ha questo catarro ?
 1 2 3 4 5 6-10 11 o più Missing

1.1.2) Ha notato un aumento o una diminuzione del catarro negli ultimi 2 anni ?

- Si, ho notato un aumento
 - Si, ho notato una diminuzione
 - No, non ho notato nessuna variazione
 - Missing
-



DISPNEA: 3) Ha difficoltà di respiro quando cammina in fretta in pianura o salendo un leggero pendio o una rampa di scale (18-20 scalini) a passo normale ? SI NO Missing

4) Ha difficoltà di respiro camminando con altre persone della sua stessa età ad un passo normale in pianura ? SI NO Missing

5) Si deve fermare per riprendere fiato quando cammina ad andatura normale in pianura ? SI NO Missing

6) Ha mai avuto sensazione di difficoltà di respiro a riposo ? SI NO Missing

SIBILI O FISCHI:

7) Respirando, ha mai prodotto sibili o fischi, al di fuori dei comuni raffreddori ? SI NO Missing

7.1) Ha prodotto sibili o fischi negli ultimi 12 mesi ? SI NO Missing

ATTACCHI DI DIFFICOLTA' DI RESPIRO CON SIBILI E FISCHI:

8) Ha mai avuto attacchi di difficoltà di respiro con sibili e fischi, al di fuori dei comuni raffreddori ? SI NO Missing

8.1) Quanti attacchi di difficoltà di respiro con sibili e fischi ha avuto durante gli ultimi 12 mesi ?
 0 1-3 4-10 11 o più quasi ogni giorno Missing

COSTRIZIONE TORACICA:

9) Ha mai avuto senso di costrizione od oppressione o senso di chiusura al torace, al di fuori dei comuni raffreddori ? SI NO Missing

9.1) Ha avuto questa sensazione negli ultimi 12 mesi ? SI NO Missing



PATOLOGIA RESPIRATORIA:

10) Durante gli ultimi 3 anni, quanti disturbi ha avuto del tipo:

a. Raffreddore	<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6 o più	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="5"/>
b. Bronchite	<input checked="" type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6 o più	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="1"/>
c. Polmonite	<input checked="" type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6 o più	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="1"/>

11) Il medico Le ha mai diagnosticato qualcuna delle seguenti malattie ?

a. Asma bronchiale	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>
b. Enfisema	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>
c. Bronchite cronica	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>
d. Bronchiectasie	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>
e. Pleurite	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>
f. Tuberculosis polmonare	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>
g. Crosta lattea	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>
h. Eczema	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	<input type="radio"/> Missing	<input type="text" value="2"/>

RINITE:

12) Ha mai avuto febbre da fieno o qualche altra condizione allergica che determina naso che cola o naso chiuso, al di fuori dei comuni raffreddori ? SI NO Missing

12.1) Ha avuto questi disturbi negli ultimi 12 mesi ? SI NO Missing

ROSSORE:

13) Ha mai avuto rossore, prurito o bruciore agli occhi di natura allergica, al di fuori dei comuni raffreddori ? SI NO Missing

13.1) Ha avuto questi disturbi negli ultimi 12 mesi ? SI NO Missing



SONNO:

1) Le capita di russare durante il sonno ?

- No, mai
- Solo durante i raffreddori
- Talvolta anche al di fuori dei raffreddori
- Quasi sempre
- Missing

3

2) Impiega molto tempo ad addormentarsi ?

- Mi addormento con facilità (0-15 minuti)
- Mi addormento con qualche difficoltà (16-30 minuti)
- Mi addormento con difficoltà (31-60 minuti)
- Mi addormento con molta difficoltà (oltre 60 minuti)
- Missing

1

3) Descriva il suo sonno:

- Tranquillo, senza risvegli
- Tranquillo, ma con qualche risveglio
- Non tranquillo, con frequenti risvegli
- Missing

2

STRESS:

4) Durante gli ultimi 3 mesi ha avuto disturbi di stomaco, di intestino o di fegato ?

- Sempre
- Frequentemente
- Raramente
- Mai o quasi mai
- Missing

4

5) Durante gli ultimi 3 mesi ha avuto dolori alle ossa, ai muscoli o alle articolazioni (ad esempio alla schiena, alle spalle, alle gambe) ?

- Sempre
- Frequentemente
- Raramente
- Mai o quasi mai
- Missing

2

6) In questi ultimi 6 mesi ha fatto uso di farmaci tranquillanti o ansiolitici ?

- Ogni giorno o quasi ogni giorno
- Abbastanza frequent. (alm. 1 volta a sett.)
- Qualche volta (almeno una volta al mese)
- Raramente (meno di una volta al mese)
- Mai o quasi mai
- Missing

2

7) Quante ore di una giornata dedica: (indichi 0 per le attività che non svolge)

all'attività lavorativa

8

all'attività domestica

4

al tempo libero

1



8) Come descriverebbe il Suo lavoro ?

A. Il lavoro che faccio:

- Mi dà molta soddisfazione
- Mi dà abbastanza soddisfazione
- Mi dà poca soddisfazione
- Non mi dà per nulla soddisfazione
- Missing

11

B. Per il lavoro che faccio io guadagno:

- Molto bene
- Abbastanza bene
- Nè molto nè poco
- Abbastanza poco
- Molto poco
- Niente
- Missing

2

C. Il lavoro che faccio è in genere:

- Molto stimolante, vario e interessante
- Abbastanza interessante
- Poco interessante
- Per nulla interessante
- Missing

2

D. Il lavoro che faccio richiede:

- Un impegno molto forte
- Un impegno abbastanza forte
- Un impegno abbastanza modesto
- Un impegno molto modesto
- Nessun particolare impegno
- Missing

1

9) Nel mese scorso, sul Suo posto di lavoro, si è sentito sotto pressione, stress o tensione ?

- Sì, quasi più di quanto potessi sopportare
- Sì, abbastanza sotto pressione
- Sì, un pò più del solito
- Sì, un pò, ma circa come al solito
- Sì, un pò
- No, affatto
- Missing

2



10) Come descriverebbe la Sua attività domestica (accudire figli e coniuge, fare pulizie di casa, cucinare, assistere gli anziani, fare lavori di giardinaggio/orto familiare o piccole riparazioni dell'abitazione, etc.) ?

A. Le mie attività domestiche:

- Mi danno molta soddisfazione
- Mi danno abbastanza soddisfazione
- Mi danno poca soddisfazione
- Non mi danno per nulla soddisfazione
- Missing

2

B. Le mie attività domestiche:

- Mi occupano tutto o gran parte del tempo
- Mi occupano abbastanza tempo
- Mi occupano poco tempo
- Non mi occupano per nulla
- Missing

2

C. Le mie attività domestiche:

- Richiedono un impegno molto forte
- Richiedono un impegno abbast. forte
- Richiedono un normale impegno
- Richiedono un modesto impegno
- Non richiedono nessun impegno
- Missing

2

D. Nelle mie attività domestiche:

- Molto aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Abbast. aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Poco aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Per nulla aiutato e compreso dagli altri membri della famiglia
- Non aiutato perchè vivo da solo
- Missing

2

9) Nel mese scorso, nelle Sue attività domestiche, si è sentito sotto pressione, stress o tensione ?

- Sì, quasi più di quanto potessi sopportare
- Sì, abbastanza sotto pressione
- Sì, un pò più del solito
- Sì, un pò, ma circa come al solito
- Sì, un pò
- No, affatto
- Missing

4

Data compilazione questionario:

01/11/2001

Numero identificativo soggetto

11

Oggetto: Indagine epidemiologica e ambientale nell'area sud-est del Comune di Pisa.

Gentile Famiglia,

il nostro Gruppo di Epidemiologia Ambientale Polmonare ha l'incarico di effettuare un'indagine epidemiologica che ha l'obiettivo di raccogliere informazioni sullo stato di salute di un campione rappresentativo della popolazione residente, in relazione a condizioni ambientali, esposizioni lavorative, abitudini di vita come il fumo di sigarette e altro.

L'indagine epidemiologica e ambientale è svolta a cura del CNR, Istituti di Fisiologia Clinica, CNUCE e Chimica del Terreno, in collaborazione con ARPAT, USL n. 5 e Dipartimento Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente dell'Università di Pisa, su incarico del Comune di Pisa.

Lo studio nasce dall'esigenza di rispondere ad un bisogno reale di conoscenza dello stato di salute e dell'ambiente della popolazione residente in un'area caratterizzata dalla presenza di un impianto di trattamento di rifiuti urbani. Pertanto, lo studio ha come obiettivo quello di effettuare una valutazione dell'ambiente e della salute della comunità limitrofa all'inceneritore, sia per rilevare possibili effetti di precedenti esposizioni sia per acquisire informazioni sullo stato attuale al fine di attivare un efficace monitoraggio ambientale ed epidemiologico.

La Vostra famiglia è stata selezionata, in modo casuale, a far parte del campione rappresentativo della popolazione generale residente nell'area dello studio (cerchio di raggio 4 Km dal sito dell'inceneritore di rifiuti solidi urbani).

Brevemente, Vi si chiederà di compilare comodamente a casa Vostra, da soli, un questionario su sintomi e patologie e principali fattori di rischio, che Vi verrà lasciato e spiegato da un nostro collaboratore o da una nostra collaboratrice.

Nei prossimi giorni verrete contattati personalmente al fine di consegnarVi, previa Vostra dichiarata adesione allo studio, il summenzionato questionario e di concordare le modalità per il ritiro dello stesso compilato.

Vi ricordiamo che le informazioni ottenute in questo studio saranno confidenziali. I dati saranno inseriti in forma anonima in un computer per l'analisi statistica che avverrà esclusivamente in modo anonimo a livello collettivo, a cura esclusivamente del nostro gruppo e senza altra possibilità di accesso.

Certi che Voi condividiate l'importanza della Vostra partecipazione, anche nell'interesse della popolazione della zona, Vi ringraziamo per la Vostra attenzione e ci auguriamo di averVi fra coloro che collaboreranno con noi alla riuscita dello studio

Distinti saluti

Gruppo di Epidemiologia Ambientale Polmonare
dell'Istituto di Fisiologia Clinica CNR di Pisa (EPAP-IFC)
(tel. 050-20177/913632/913620, e-mail: silvip@ifc.cnr.it)

**DICHIARAZIONE DI CONSENSO A
PARTECIPARE ALLO STUDIO:
“Indagine epidemiologica ed ambientale nell’area
sud-est del comune di Pisa**

Il/La sottoscritto/a, informato/a delle finalità della ricerca “Indagine epidemiologica ed ambientale nell’area sud-est del comune di Pisa” e delle modalità del trattamento dei dati personali, acconsente a partecipare ed accorda liberamente il suo consenso affinché i dati possano essere trattati per gli scopi indicati (Legge N. 675/1996).

In particolare, il/la sottoscritto/a acconsente a:

- a) rispondere alle domande dei questionari individuali 1. SI 2. NO
- b) permettere che i dati raccolti vengano inseriti, mantenendo l’anonimato, in un archivio computerizzato per l’esecuzione di elaborazioni statistiche collettive 1. SI 2. NO

Data

Firma

Tabella 1. Effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute.

1. Aumento di mortalità
2. Aumento di incidenza di tumori
3. Aumento della frequenza di attacchi asmatici
4. Aumento di incidenza di infezioni respiratorie (anche del polmone profondo)
5. Aumento delle riacutizzazioni nei pazienti con malattie cardiorespiratorie croniche:
 - . inabilità a svolgere la propria attività (dispnea, attacchi di angina);
 - . aumento del numero e della durata dei ricoveri ospedalieri
 - . aumento emergenze ospedaliere
 - . aumento prescrizioni mediche
 - . riduzione della funzione polmonare
6. Riduzione della funzione polmonare associata alla presenza di sintomi:
 - . riduzione cronica del VEMS e/o della CVP associata alla presenza di sintomi respiratori;
 - . presenza di soggetti con funzione polmonare al di sotto della norma (in maniera significativa);
 - . aumento del declino della funzione polmonare; questo è vero sia per gli adulti (in termini di aumento del declino della funzione polmonare in relazione al fisiologico declino del normale invecchiamento) e per i bambini (in termini di riduzione della normale crescita della funzione polmonare in relazione alla crescita fisiologica dei bambini);
7. Aumento di sibili e fischi respiratori
8. Aumento di costrizione toracica
9. Aumento di tosse e/o catarro che richiede l'intervento del medico;
10. Aumento di incidenza di infezioni delle vie aeree superiori (raffreddori, etc.) che interferiscono con la normale attività
11. Aumento di incidenza di infezioni delle vie aeree superiori (raffreddori, etc.) che non interferiscono con la normale attività
12. Irritazione nasale e degli occhi che causa interferenza con la normale attività (e.g. guidare l'auto)
13. Odori

(da: Am J Respir Crit Care Med 2000;161:665-673)

Tabella 2. Modello prospettico di studio in epidemiologia ambientale.

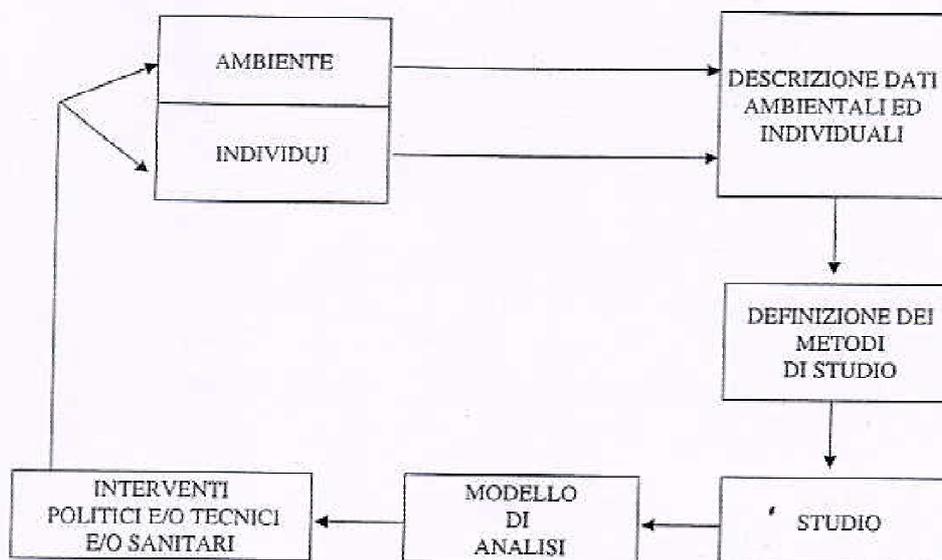


Tabella 3a. Dati relativi al campione di soggetti inclusi nello studio.

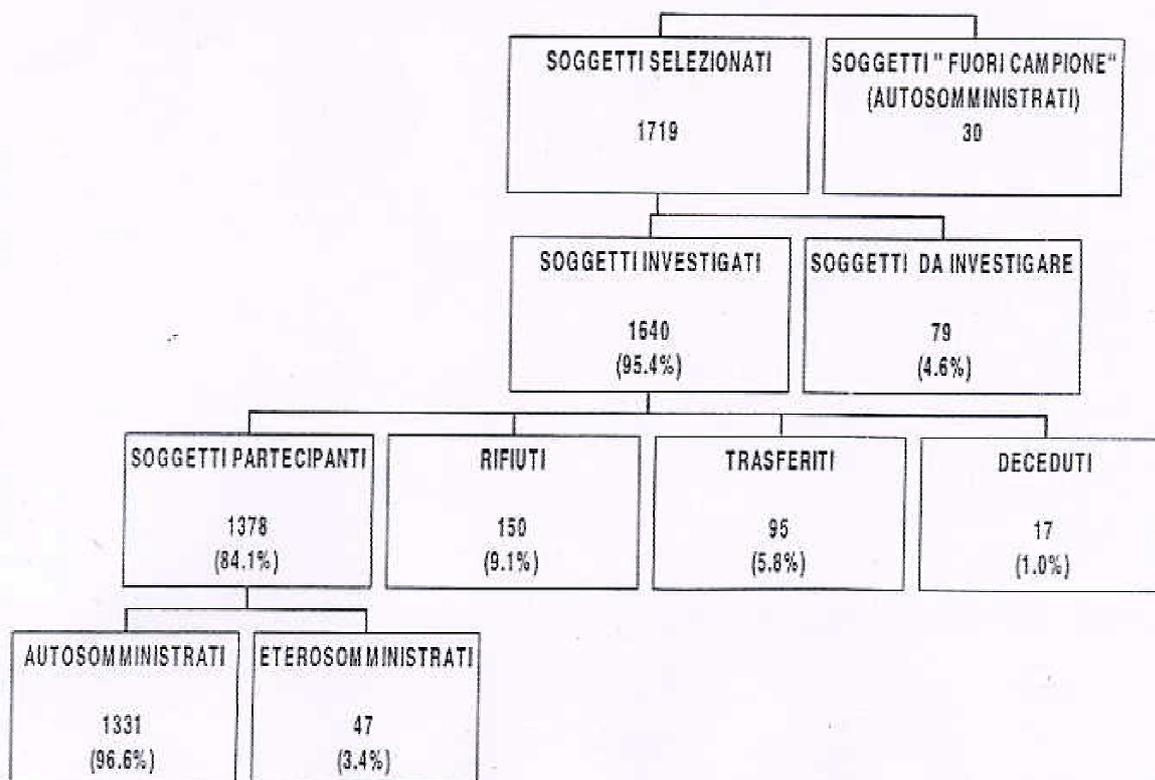


Tabella 3b. Caratteristiche demografiche e abitudini voluttuarie.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Età:</i>										
n	132	142	302	112	688	122	146	303	119	690
. media	41.3	44.3	41.9	45.5	42.9	42.0	47.0	46.3	48.0	46.0
. dev. stand.	21.3	23.7	21.3	20.9	21.8	22.1	23.1	21.7	23.4	22.4
<i>Sesso</i>										
	52.0	49.3	49.9	48.5	49.9	48.0	50.7	50.1	51.5	50.1
<i>Fumo:</i>										
n	132	137	297	110	676	122	146	298	119	685
. fumatori	23.4	24.8	27.9	28.2	26.5	12.3	13.0	18.8	12.6	15.3
. ex fumatori	25.8	26.3	28.0	27.3	27.1	9.8	9.6	11.7	6.7	10.1
. non fumatori	50.8	48.9	44.1	44.5	46.4	77.9	77.4	69.5	80.7	74.6
<i>Paese di nascita:</i>										
n	132	141	301	111	685	122	144	302	119	687
. Italia	96.2	100.0	98.7	99.1	98.5 ^e	98.4	100.0	98.7	98.3	98.8
. altro	3.8	--	1.3	0.9	1.5	1.6	--	1.3	1.7	1.2

e = 0.1 > p > 0.05 con il test del chi-quadrato.

Tabella 4a. Caratteristiche socio-economiche (%).

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Stato civile:</i>										
n	132	142	301	112	687	122	146	298	119	685
. coniug./conv.	59.1	60.6	57.1	56.2	58.1	62.3	61.6	57.0	49.6	57.7 ^e
. divor./separ.	1.5	1.4	3.0	1.8	2.2	--	2.7	3.8	8.4	3.6
. celibi/nubili	36.4	35.9	37.2	37.5	36.8	28.7	24.7	26.8	27.7	26.9
. vedovi/e	3.0	2.1	2.7	4.5	2.9	9.0	11.0	12.4	14.3	11.8
<i>Scolarità:</i>										
n	129	140	300	110	679	121	143	297	115	676
. nessuna	10.9	12.9	8.3	7.3	9.6 ^e	16.5	7.6	10.8	13.0	11.5
. lic. element.	32.5	31.4	23.4	29.1	27.6	32.3	39.9	31.6	34.8	34.0
. lic. media inf.	31.0	25.7	32.0	25.5	29.5	24.8	20.3	23.9	22.7	23.1
. diploma sup.	24.0	23.6	27.0	30.9	26.4	23.1	26.6	26.6	24.3	25.6
. d.univ./laurea	1.6	6.4	9.3	7.2	6.9	3.3	5.6	7.1	5.2	5.8
<i>Indice di affollamento:</i>										
n	130	139	299	109	677	122	145	301	119	687
. media	0.87	0.86	0.91	0.76	0.87 ^e	0.90	0.86	0.89	0.77	0.86 ^b
. dev. stand.	0.38	0.42	0.39	0.31	0.39	0.37	0.42	0.39	0.34	0.38

h = p < 0.05 e = p < 0.01 con l'analisi della varianza.
e = 0.1 > p > 0.05 g = p < 0.01 con il test del chi-quadrato.

Tabella 4b. Caratteristiche socio-economiche (%).

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Posizione lavorativa:</i>										
n	105	110	234	98	547	79	99	215	77	470
. dirig./ impren.	8.6	7.3	9.4	14.3	9.7 ^g	2.5	1.0	4.2	7.7	3.8 ^f
. dip. concetto	20.0	21.7	31.2	18.4	24.8	22.8	34.3	25.1	19.5	25.7
. altro lav. dip.	3.7	6.4	7.7	2.0	5.7	7.6	14.1	19.5	24.7	17.2
. capo oper./ oper. spec.	22.9	22.7	20.9	26.5	22.7	2.5	1.0	6.0	3.9	4.0
. oper. comune	14.3	22.7	12.4	14.3	15.2	19.0	16.3	10.7	15.6	14.3
. coltiv. diretto/ mezzadro	10.5	6.4	5.6	3.1	6.2	13.9	10.1	7.0	7.8	8.9
. commerc./ artigiano	14.3	7.3	3.8	10.2	7.7	16.5	10.1	9.8	7.8	10.6
. altro	5.7	5.5	9.0	11.2	8.0	15.2	13.1	17.7	13.0	15.5
<i>Causa o condizione di non lavoro:</i>										
n	51	69	137	52	309	71	91	174	75	411
. pensionato	51.0	65.2	56.2	65.4	58.9	25.4	30.8	35.6	30.7	31.9
. casalinga	--	--	--	--	--	35.2	35.2	33.3	36.0	34.5
. studente	37.2	27.5	35.0	21.2	31.4	19.7	18.7	21.8	22.7	20.9
. licenz./dimis.	2.0	--	2.2	1.9	1.6	2.8	4.4	1.7	2.7	2.7
. in cerca di lav.	2.0	1.5	2.9	5.8	2.9	7.0	3.3	1.7	1.3	2.9
. malatt./inabil.	7.8	2.9	1.5	1.9	2.9	5.6	3.3	1.7	1.3	2.7
. altro	--	2.9	2.2	3.8	2.3	4.3	4.3	4.2	5.3	4.4

f = p<0.05 g = p<0.01 con il test del chi-quadrato.

Tabella 5a. Condizioni ambientali.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Residenza:</i>										
n	124	137	300	112	673	112	144	302	116	674
. città	8.9	2.9	25.3	8.9	15.0 ^h	8.9	2.1	25.5	7.8	14.7 ^h
. sobborgo	13.7	19.0	19.0	25.9	19.2	14.3	14.6	15.9	32.8	18.3
. cittadina <50 mila ab.	4.8	0.7	1.3	--	1.6	3.6	--	1.0	--	1.0
. paese <10 mila ab.	38.7	21.9	28.3	33.9	29.9	38.4	27.1	33.8	36.2	33.5
. zona agric.	33.9	55.5	26.1	31.3	34.3	34.8	56.2	23.8	23.2	32.5
<i>Tempo di residenza:</i>										
n	131	141	301	112	685	122	146	303	119	690
. sempre	45.8	49.6	57.8	52.7	53.0 ^e	43.4	47.9	53.1	49.6	49.7 ^e
. >5 anni	42.0	41.8	38.2	45.5	40.9	46.7	43.8	41.6	49.6	44.3
. 2-5 anni	6.9	7.1	2.3	0.9	3.9	6.6	7.5	4.3	0.8	4.8
. <2 anni	5.3	1.5	1.7	0.9	2.2	3.3	0.8	1.0	--	1.2

e = 0.1>p>0.05 g = p<0.01 h = p<0.001 con il test del chi-quadrato.

Tabella 5b. Condizioni ambientali.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Abitazione:</i>										
n	130	139	300	111	680	122	145	303	119	689
. casa singola	37.7	41.7	24.3	14.4	28.8 ^b	35.2	37.9	25.4	16.8	28.3 ^b
. casa bifamiliare	31.5	36.0	21.3	37.0	28.8	32.0	33.1	21.1	42.0	29.2
. casa a schiera	20.8	15.1	17.4	10.8	16.5	21.3	22.8	16.2	11.8	17.7
. condominio	10.0	7.2	37.0	37.8	25.9	11.5	6.2	37.3	29.4	24.8
<i>A quale piano si trova la Sua abitazione:</i>										
n	132	141	298	111	682	122	145	302	119	688
. seminterrato	--	0.7	3.0	1.8	1.8 ^b	--	--	1.0	5.0	1.3 ^b
. terreno o rialzato	53.8	57.4	52.3	55.9	54.2	50.8	58.6	54.6	49.6	53.9
. 1° piano	41.7	40.5	27.9	32.4	33.9	40.2	39.3	26.8	31.9	32.7
. 2° piano	3.7	0.7	11.1	9.9	7.3	7.4	2.1	11.4	13.5	9.0
. 3° piano	0.8	--	3.7	--	1.8	1.6	--	3.6	--	1.9
. 4° piano o più	--	0.7	2.0	--	1.0	--	--	2.6	--	1.2

b = pc<0.001 con il test del chi-quadrato.

Tabella 5c. Condizioni ambientali.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Per riscaldare la Sua abitazione utilizza:</i>										
n	132	142	302	112	688	122	145	303	119	689
. term. centrale	3.0	7.7	4.3	7.1	5.2	3.3	4.1	5.0	5.0	4.5
. term. autonomo a gas	82.6	78.9	86.4	78.6	82.8	76.2	78.1	85.1	80.7	81.3
. term. autonomo non a gas	6.1	3.5	1.7	6.3	3.6 ^e	4.9	6.2	2.3	5.9	4.2
. stufa a legna o carbone	6.8	4.2	4.3	8.0	5.4	9.8	5.5	4.3	5.0	5.7
. caminetto	18.9	17.7	9.3	8.1	12.7 ^e	15.7	21.2	10.6	8.4	13.4 ^e
. stufa a gas	3.0	4.3	4.3	3.6	3.9	4.1	5.5	5.3	3.4	4.8
. stufa a kerosene	--	--	--	0.3	0.3	--	--	--	0.3	0.3
. condizionatore	5.3	0.7	2.6	2.7	2.8	5.0	1.4	2.3	1.7	2.5
. altro	1.5	3.5	1.7	0.9	1.9	--	2.1	0.7	0.8	0.9

e = 0.1>ps<0.05 g = pc<0.01 con il test del chi-quadrato.

Tabella 6. Contaminazioni ambientali.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Esposizioni a:</i>										
Contaminazioni ambientali	n 132	142	302	112	688	122	146	303	119	690
	84.8	73.2	58.6	42.9	64.1 ^b	82.0	74.0	55.4	53.8	63.8 ^b
<i>Tipi di contaminazione:</i>										
	n 132	142	302	112	688	122	146	303	119	690
. fumi/gas	55.3	45.8	19.5	9.8	30.2 ^b	56.6	50.7	19.1	11.8	31.2 ^b
. traff. pesan.	37.9	23.9	17.9	16.1	22.7 ^b	42.6	28.8	16.5	16.8	23.8 ^b
. cattivi odori	65.9	50.7	29.8	29.5	41.0 ^b	73.8	52.1	29.0	42.9	44.2 ^b
. rumore int.	23.5	19.7	18.9	8.9	18.3 ^f	22.1	23.3	19.1	10.9	19.1 ^e
. ripetitori tel.	18.9	15.5	10.3	4.5	12.1 ^f	18.0	13.0	7.9	3.4	10.0 ^g
. altri	25.0	20.4	14.2	7.1	16.4 ^g	29.5	16.4	15.2	5.0	16.2 ^h
<i>Fumo passivo:</i>										
	n 128	140	299	110	677 ^f	121	144	300	119	684 ^f
	33.6	45.7	50.8	46.4	45.8	33.1	38.2	48.0	47.9	43.3

e = 0.1 > p > 0.05 f = p < 0.05 g = p < 0.01 h = p < 0.001 con il test del chi-quadrato.

Tabella 7. Esposizione lavorativa totale e specifica.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Esposizione:</i>										
	n 121	125	266	101	613	111	123	265	91	590
	33.9	44.8	36.5	42.6	38.7	16.2	19.5	17.4	20.9	18.1
<i>Agenti a cui è stato esposto:</i>										
	n 52	67	107	47	272	33	38	83	44	194
. silice	21.2	19.4	23.4	19.6	21.3	6.5	5.3	6.1	--	4.7
. asbesto	12.2	8.2	15.2	11.4	12.4	--	--	1.2	--	0.5
. berillio	2.1	--	1.9	4.5	2.0	--	--	--	--	--
. talco	4.2	3.3	2.9	4.5	3.5	--	8.3	4.9	--	3.7
. polvere legno	22.4	16.1	9.1	19.1	15.2	9.4	8.3	3.7	4.9	5.8
. polvere metalli	32.7	34.9	21.9	25.0	27.6	9.4	2.8	6.1	2.5	5.3
. derivati petrolio	19.1	29.5	14.4	22.2	20.2	9.1	8.3	4.8	9.8	7.3
. esalazioni auto	36.7	36.4	30.8	33.3	33.7	9.7	13.9	15.7	4.9	12.0
. solventi	30.0	32.3	29.0	27.3	29.7	37.5	26.3	21.7	12.2	23.2 ^e
. insetticidi, fertil.	18.8	20.0	9.4	25.6	16.3 ^e	6.5	18.9	14.5	12.2	13.5
. radiazioni	8.0	9.7	12.5	14.0	11.2	--	10.5	2.4	7.3	4.7
. altro	12.5	16.1	15.9	10.0	14.4	10.0	11.8	23.8	25.0	19.8

e = 0.1 > p > 0.05 con il test del chi-quadrato.

Tabella 8. Percezione soggettiva del rischio.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Inquinamento atmosferico rispetto a P.ta Lucca :</i>										
n	127	139	293	106	665	118	140	284	114	656
. maggiore	71.7	56.1	30.4	14.2	41.1 ^h	74.6	52.1	30.0	14.0	39.9 ^h
. uguale	10.2	13.0	24.2	26.4	19.5	8.5	22.1	24.6	32.5	22.6
. inferiore	18.1	30.9	45.4	59.4	39.4	16.9	25.7	45.4	53.5	37.5
<i>Inquinamento atmosferico rispetto a P.ta Mare :</i>										
n	126	137	293	111	667	118	139	282	116	655
. maggiore	58.7	40.9	13.0	0.9	25.3 ^h	62.7	42.5	11.7	2.6	25.8 ^h
. uguale	24.6	22.6	33.4	25.2	28.2	21.2	27.3	34.8	31.9	30.2
. inferiore	16.7	36.5	53.6	73.9	46.5	16.1	30.2	53.5	65.5	44.0
<i>Percezione odori fastidiosi:</i>										
n	130	138	293	111	672	119	143	296	119	677
	79.2	67.4	45.1	51.4	57.3 ^h	84.0	74.1	47.6	57.1	61.3 ^h
<i>Scala di fastidio:</i>										
n	102	93	131	57	383	98	106	141	68	413
. non fastid.	--	5.4	9.2	5.3	5.2 ^h	1.0	6.6	11.3	2.9	6.3 ^h
. legg. fastid.	14.7	21.5	32.8	36.8	25.8	11.2	20.8	25.5	35.3	22.5
. fastidioso	49.0	45.2	38.9	38.6	43.1	51.0	38.7	44.0	32.4	42.4
. molto fastid.	17.6	22.6	10.7	12.3	15.7	16.3	23.6	12.1	17.6	16.9
. estr. fastid.	18.7	5.3 ⁱ	8.4	7.0	10.2	20.5	10.3	7.1	11.8	11.9

^h = p<0.001 con il test del chi-quadrato.

Tabella 9. Condizioni di salute.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Come pensa sia la sua salute:</i>										
n	130	139	295	106	670	120	143	296	116	675
. eccellente	8.5	2.9	10.8	10.4	8.7 ^f	5.0	2.8	8.1	9.5	6.7
. molto buona	13.8	19.4	21.0	25.5	20.0	18.3	10.5	14.5	15.5	14.5
. buona	58.5	58.3	58.3	52.8	57.5	49.2	60.1	55.7	48.3	54.2
. mediocre	11.5	15.8	8.5	7.5	10.4	21.7	20.3	16.6	17.2	18.4
. scarsa	7.7	3.6	1.4	3.8	3.4	5.8	6.3	5.1	9.5	6.2
<i>Frequenza esami di laboratorio:</i>										
n	130	140	297	112	679	122	145	303	118	688
. ogni anno	54.6	49.3	51.9	51.8	51.8	59.8	57.2	57.1	66.1	59.2
. ogni 2-3 anni	22.3	17.9	20.9	19.6	20.3	18.0	17.9	24.8	20.3	21.4
. ogni 4-5 anni	4.6	2.1	3.7	2.7	3.4	2.5	4.1	3.0	0.8	2.8
. raramente	18.5	30.7	23.5	25.9	24.5	19.7	20.8	15.1	12.8	16.6
<i>Malattie respiratorie nei primi 2 anni di vita:</i>										
n	109	110	228	91	538	100	119	226	95	540
. una volta	12.8	15.5	14.1	17.7	14.7	21.0	22.7	15.9	21.1	19.3
. più volte	14.7	11.8	8.3	8.8	10.4	7.0	6.7	6.6	11.6	7.6
. no	72.5	72.7	77.6	73.5	74.9	72.0	70.6	77.5	67.3	73.1

^f = p<0.05 con il test del chi-quadrato.

Tabella 10. Condizioni soggettive.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Umore:</i>										
n	132	139	296	111	678	121	143	297	119	680
. eccellente	9.0	7.2	8.1	14.4	9.1	4.1	6.3	4.0	8.4	5.3
. molto buono	11.4	15.8	11.1	18.9	13.4	8.3	5.6	10.8	13.4	9.7
. buono	28.8	25.9	36.5	30.6	31.9	24.0	30.1	28.6	28.5	28.1
. variabile	41.7	41.0	38.5	31.5	38.5	51.2	45.5	44.1	38.7	44.7
. di malumore	7.6	7.2	4.8	2.8	5.5	6.6	9.0	8.8	7.6	8.2
. molto di malumore	1.5	2.9	1.0	1.8	1.6	5.8	3.5	3.7	3.4	4.0
<i>Stress o tensione:</i>										
n	131	139	294	110	674	120	143	298	117	678
. più del sopportabile	0.8	5.0	2.7	5.5	3.3	6.7	5.6	4.0	2.6	4.6
. abbastanza	9.9	10.8	12.9	7.3	11.0	10.8	15.4	14.1	12.8	13.6
. un po' più del solito	17.6	15.8	15.0	12.7	15.3	19.2	11.2	12.4	15.4	13.9
. come al solito	28.2	27.3	22.8	29.0	25.7	30.0	28.7	28.2	28.2	28.6
. un po'	22.9	14.5	20.4	16.4	19.0	18.3	21.0	19.1	13.7	18.4
. no	20.6	26.6	26.2	29.1	25.7	15.0	18.1	22.2	27.3	20.9

Tabella 11. Caratteristiche del sonno.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
n	132	140	302	112	683	122	144	298	118	682
<i>Russare:</i>										
no, mai	25.8	27.1	27.3	22.5	26.2 ^g	34.4	37.5	39.9	33.9	37.4
durante i raff.	21.2	7.9	9.7	14.4	12.3	20.5	18.8	16.1	16.1	17.4
fuori raffred.	22.0	29.3	32.3	38.7	30.7	32.0	26.4	28.5	33.1	29.5
quasi sempre	31.0	35.7	30.7	24.4	30.7	13.1	17.3	15.5	16.9	15.7
<i>Addormentarsi:</i>										
con facilità	64.9	66.2	71.7	65.2	68.2	59.8	54.2	55.6	56.4	56.2
con difficoltà	35.0	33.8	28.3	34.8	31.8	40.2	45.8	44.4	43.6	43.8
<i>Sonno:</i>										
senza risvegli	39.4	41.6	41.7	47.7	42.2	28.7	35.4	34.9	32.5	33.5
con risvegli	60.6	58.4	58.3	52.3	57.8	71.3	64.6	65.1	67.5	66.5

^g = p < 0.01 con il test del chi quadrato

Tabella 10. Condizioni soggettive.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Umore:</i>										
n	132	139	296	111	678	121	143	297	119	680
. eccellente	9.0	7.2	8.1	14.4	9.1	4.1	6.3	4.0	8.4	5.3
. molto buono	11.4	15.8	11.1	18.9	13.4	8.3	5.6	10.8	13.4	9.7
. buono	28.8	25.9	36.5	30.6	31.9	24.0	30.1	28.6	28.5	28.1
. variabile	41.7	41.0	38.5	31.5	38.5	51.2	45.5	44.1	38.7	44.7
. di malumore	7.6	7.2	4.8	2.8	5.5	6.6	9.0	8.8	7.6	8.2
. molto di malumore	1.5	2.9	1.0	1.8	1.6	5.8	3.5	3.7	3.4	4.0
<i>Stress o tensione:</i>										
n	131	139	294	110	674	120	143	298	117	678
. più del sopportabile	0.8	5.0	2.7	5.5	3.3	6.7	5.6	4.0	2.6	4.6
. abbastanza	9.9	10.8	12.9	7.3	11.0	10.8	15.4	14.1	12.8	13.6
. un po' più del solito	17.6	15.8	15.0	12.7	15.3	19.2	11.2	12.4	15.4	13.9
. come al solito	28.2	27.3	22.8	29.0	25.7	30.0	28.7	28.2	28.2	28.6
. un po'	22.9	14.5	20.4	16.4	19.0	18.3	21.0	19.1	13.7	18.4
. no	20.6	26.6	26.2	29.1	25.7	15.0	18.1	22.2	27.3	20.9

Tabella 11. Caratteristiche del sonno.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
n	132	140	302	112	683	122	144	298	118	682
<i>Russare:</i>										
no, mai	25.8	27.1	27.3	22.5	26.2 *	34.4	37.5	39.9	33.9	37.4
durante i raff.	21.2	7.9	9.7	14.4	12.3	20.5	18.8	16.1	16.1	17.4
fuori raffred.	22.0	29.3	32.3	38.7	30.7	32.0	26.4	28.5	33.1	29.5
quasi sempre	31.0	35.7	30.7	24.4	30.7	13.1	17.3	15.5	16.9	15.7
<i>Addormentarsi:</i>										
con facilità	64.9	66.2	71.7	65.2	68.2	59.8	54.2	55.6	56.4	56.2
con difficoltà	35.0	33.8	28.3	34.8	31.8	40.2	45.8	44.4	43.6	43.8
<i>Sonno:</i>										
senza risvegli	39.4	41.6	41.7	47.7	42.2	28.7	35.4	34.9	32.5	33.5
con risvegli	60.6	58.4	58.3	52.3	57.8	71.3	64.6	65.1	67.5	66.5

* $p < 0.01$ con il test del chi quadrato

Tabella 12a. Caratteristiche dello stress: disturbi, dolori e uso dei farmaci.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
n	132	140	299	112	681	121	145	300	118	683
<i>Disturbi di stomaco, fegato, intestino:</i>										
sempre-freq.	9.9	15.7	10.0	11.7	11.5	20.7	25.0	18.0	17.8	19.9
raram.-mai	90.1	84.3	90.0	88.3	88.5	79.3	75.0	82.0	82.2	80.1
<i>Dolori a ossa, muscoli, articolazioni:</i>										
sempre-freq.	34.1	38.4	26.2	25.0	30.0 ^f	53.3	53.1	48.5	41.5	49.1
raram.-mai	65.9	61.6	73.8	75.0	70.0	46.7	46.9	51.5	58.5	50.9
<i>Uso di tranquillanti, ansiolitici:</i>										
si	6.1	9.4	7.1	3.6	6.8	12.5	17.4	16.0	9.6	14.6
raramente-mai	93.9	90.6	92.9	96.4	93.2	87.5	82.6	84.0	90.4	85.4

^f = $p < 0.05$ con il test del chi-quadrato.

Tabella 12b. Caratteristiche dello stress: descrizione del lavoro.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Soddisfazione:</i>										
n	77	75	155	64	371	45	55	131	47	278
. molto	32.4	12.0	16.8	28.1	21.0 ^f	17.8	14.5	17.6	10.6	15.8
. abbastanza	45.5	62.7	60.6	48.4	55.8	60.0	61.8	49.6	55.3	54.7
. poca	19.5	17.3	16.8	21.9	18.3	17.8	14.5	26.7	21.3	21.9
. nessuna	2.6	8.0	5.8	1.6	4.9	4.4	9.2	6.1	12.8	7.6
<i>Guadagno:</i>										
n	75	74	152	65	366	43	54	128	45	270
. molto bene	--	1.4	1.3	3.1	1.4 ^h	--	--	0.8	2.2	0.7
. abbastanza bene	26.7	14.9	25.7	20.0	22.7	7.0	16.7	14.8	22.2	15.3
. né poco né molto	56.0	43.2	50.0	40.0	48.0	55.8	46.3	43.8	44.4	46.3
. abbastanza poco	12.0	12.2	15.1	21.5	15.0	23.2	24.1	21.9	11.1	20.7
. molto poco	4.0	18.9	3.3	1.5	6.3	7.0	1.9	10.9	11.1	8.5
. niente	1.3	9.4	4.6	13.9	6.6	7.0	11.0	7.8	9.0	8.5
<i>Interessante:</i>										
n	77	72	155	62	366	44	53	128	45	270
. molto	24.7	16.7	20.0	33.9	22.7	15.9	17.0	15.6	11.1	15.1
. abbastanza	59.7	61.1	57.4	46.8	56.8	52.3	50.9	46.1	51.1	48.9
. poco	13.0	18.1	17.4	14.5	16.1	25.0	20.8	28.1	31.1	26.7
. per nulla	2.6	4.1	5.2	4.8	4.4	6.8	11.3	10.2	6.7	9.3

^f = $p < 0.05$ ^h = $p < 0.001$ con il test del chi-quadrato.

Tabella 12c. Caratteristiche dello stress: descrizione del lavoro.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Impegno :</i>										
n	77	72	155	62	366	45	55	126	45	271
. molto forte	33.8	23.6	28.5	33.9	29.5	22.3	7.3	23.0	24.4	20.0
. abbastanza forte	41.6	58.3	49.0	46.8	48.9	40.0	58.2	49.2	42.2	48.3
. abbastanza modesto	18.2	13.9	16.1	11.3	15.3	31.1	25.5	20.6	24.6	24.0
. molto modesto	5.2	2.8	4.5	8.0	4.9	4.4	7.3	6.3	4.4	5.9
. nessun impegno	1.3	1.4	1.9	--	1.4	2.2	1.7	0.9	4.4	1.8
<i>Stress o tensione:</i>										
n	77	69	154	62	362	43	52	127	43	265
. più del sopportabile	2.6	8.8	1.9	4.9	3.9	2.3	1.9	3.9	--	2.6
. abbastanza	13.0	21.7	18.8	17.7	18.0	16.3	11.5	18.1	23.3	17.4
. un po' più del solito	15.6	23.2	18.2	14.5	18.0	16.3	23.1	17.3	14.0	17.7
. come al solito	33.8	21.7	25.3	30.6	27.3	25.6	26.9	25.2	25.6	25.7
. un po'	13.0	4.3	11.0	8.1	9.7	14.0	15.4	11.0	11.6	12.5
. no	22.0	20.3	24.8	24.2	23.1	25.5	21.2	24.5	25.5	24.1

Tabella 12d. Caratteristiche dello stress: descrizione dell'attività domestica.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Soddisfazione :</i>										
n	62	75	169	63	369	101	122	261	97	581
. molta	12.9	28.0	19.5	30.2	22.0 ^e	16.8	19.7	18.4	22.7	19.1
. abbastanza	43.5	53.3	50.3	36.5	47.4	53.5	56.6	54.0	49.5	53.7
. poca	25.8	14.7	20.7	20.6	20.3	20.8	18.0	19.5	16.5	18.9
. nessuna	17.8	4.0	9.5	12.7	10.3	8.9	5.7	8.0	11.3	8.3
<i>Occupazione:</i>										
n	62	77	169	65	373	101	122	261	99	583
. gran parte del tempo	--	9.1	7.7	4.6	6.2 ^e	21.8	23.0	24.2	20.2	22.8
. abbastanza tempo	29.0	40.3	33.1	43.1	35.7	53.5	54.0	52.5	55.6	53.5
. poco tempo	59.7	48.1	52.7	41.5	50.9	21.7	23.0	21.8	22.2	22.1
. per nulla	11.3	2.5	6.5	10.8	7.2	3.0	--	1.5	2.0	1.6
<i>Impegno:</i>										
n	62	77	172	62	373	97	122	261	98	578
. molto forte	1.6	2.6	0.6	4.8	1.9	10.3	5.7	5.7	10.2	7.3
. abbastanza forte	6.5	16.9	8.7	9.7	10.2	27.9	32.0	26.4	29.6	28.4
. normale	50.0	50.6	56.4	48.4	52.8	54.6	51.6	55.2	51.0	53.6
. modesto	27.4	24.7	27.9	27.4	27.1	6.2	10.7	10.0	5.1	8.7
. nessuno	14.5	5.2	6.4	9.7	8.0	1.0	--	2.7	4.1	2.0

e = 0.1, > p > 0.05 f = p < 0.05 con il test del chi-quadrato.

Tabella 12e. Caratteristiche dello stress: descrizione dell'attività domestica.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Collaborazione:</i>										
n	60	72	169	59	360	100	121	261	99	581
. molto aiutato	25.0	30.6	32.5	32.2	30.8	14.0	19.0	18.8	17.2	17.7
. abbastanza aiutato	40.0	41.7	47.3	35.6	43.1	41.0	47.9	40.6	36.4	41.5
. poco aiutato	15.0	16.7	8.9	18.6	13.1	29.0	22.4	23.8	27.3	25.0
. per nulla aiutato	6.7	2.8	6.0	8.5	5.8	12.0	7.4	10.3	12.1	10.3
. non aiutato perché vive solo	13.3	8.2	5.3	5.1	7.2	4.0	3.3	6.5	7.0	5.5
<i>Stress o tensione:</i>										
n	61	78	171	63	373	100	121	261	98	580
. più del sopportabile	--	2.6	1.2	--	1.1 ^e	--	4.1	1.9	--	1.7 ^f
. abbastanza	4.9	5.1	1.2	--	2.5	10.0	6.7	10.8	14.3	10.4
. un po' più del solito	1.6	11.5	5.3	9.5	6.7	20.0	9.1	13.0	13.2	13.4
. come al solito	21.3	14.1	14.6	9.5	14.7	30.0	26.4	20.3	27.6	24.5
. un po'	11.5	10.3	8.2	6.3	8.8	14.0	19.0	13.0	9.2	13.8
. no	60.7	56.4	69.5	74.7	66.2	26.0	34.7	41.0	35.7	36.2

e = 0.1 > p > 0.05 f = p < 0.05 con il test del chi-quadrato.

Tabella 13. Mezzi di trasporto e valutazione del traffico.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Come si reca al lavoro o a scuola:</i>										
n	95	90	206	74	465	66	72	173	67	378
. a piedi	17.9	13.3	5.8	4.1	9.5 ^g	7.6	5.6	6.4	3.0	5.8
. in bicicletta	2.1	--	4.9	6.8	3.7	--	12.5	11.0	3.0	7.9
. in motocicletta	12.6	18.9	23.3	13.5	18.7	22.7	12.5	19.1	14.9	17.7
. in autovettura	60.0	61.1	53.9	67.6	58.7	57.6	52.7	53.2	62.7	55.6
. in autobus	7.4	5.6	10.7	8.0	8.6	10.6	16.7	9.8	14.9	12.2
. in treno	--	1.1	1.4	--	0.8	1.5	--	0.5	1.5	0.8
<i>La strada che percorre è caratterizzata da traffico:</i>										
n	90	78	192	65	425	61	70	159	61	351
. lieve	22.2	21.8	16.1	20.0	19.1 ^h	14.8	12.9	17.6	16.4	16.0
. medio	53.3	34.6	43.2	53.8	45.4	49.2	52.9	48.4	60.6	51.5
. intenso	24.4	43.6	40.7	26.2	35.5	36.0	34.2	34.0	23.0	32.5

h = p < 0.05 g = p < 0.01 con il test del chi-quadrato.

Tabella 14. Tassi di prevalenza (%) di disturbi non respiratori.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
<i>Malattie:</i>										
n	132	142	301	108	682	122	146	302	119	689
. cuore	10.7	9.9	8.0	6.6	8.7	4.1	14.6	8.3	12.8	9.7 ^e
. ipertensione	14.4	17.1	15.6	17.6	16.0	14.8	22.6	17.9	16.8	18.1
. diabete	3.8	7.7	3.0	2.8	4.1	3.3	7.6	3.7	6.7	5.0
. ipercolester.	18.9	8.5	12.3	11.1	12.6 ^e	15.0	17.2	16.6	19.3	16.9
. ipertriglicer.	10.6	7.2	7.7	4.7	7.7	4.9	6.3	4.7	7.6	5.6
. osteoporosi	6.1	7.1	2.7	3.8	4.4	16.4	24.7	16.7	23.5	19.5
. tumore	5.3	1.4	3.7	3.7	3.5	5.8	7.8	3.7	7.6	5.6

e = 0.15; p > 0.05 f = p < 0.05 con il test del chi-quadrato.

Tabella 15. Distribuzione delle patologie tumorali riferite (%).

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
n	9	2	10	4	25	8	11	12	10	41
<i>Organo in cui Le è stato diagnosticato un tumore:</i>										
. esofago	--	--	--	--	--	--	--	--	10.0	2.4
. fegato	--	--	--	--	--	12.5	9.1	--	--	4.9
. intestino	--	--	20.0	--	8.0	12.5	9.1	--	--	4.9
. laringe	11.1	--	10.0	--	8.0	--	--	8.3	--	2.4
. leucemie	--	--	--	--	--	12.5	--	--	--	2.4
. linfomi	22.2	--	10.0	75.0	24.0	--	9.1	--	10.0	4.9
. ovaie	--	--	--	--	--	--	9.1	--	20.0	7.3
. pancreas	11.1	--	--	--	4.0	--	--	--	--	--
. polmone	11.1	--	--	--	4.0	--	--	--	--	--
. prostata	11.1	--	10.0	--	8.0	--	--	--	--	--
. rene	11.2	--	10.0	--	8.0	12.5	--	8.3	--	4.9
. seno	--	--	--	--	--	12.5	36.4	25.0	20.0	24.4
. stomaco	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
. utero	--	--	--	--	--	--	18.1	16.8	10.0	12.2
. vescica	--	50.0	10.0	--	8.0	12.5	--	8.3	--	4.9
. altro organo	22.2	50.0	30.0	25.0	28.0	25.0	9.1	33.3	30.0	24.4

Tabella 16. Tassi di prevalenza (%) di sintomi respiratori nell'arco della vita e di malattie respiratorie acute.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
n	132	141	301	112	686	122	146	303	119	689
. tosse	22.7	26.2	17.6	20.5	20.8	23.8	20.5	15.9	17.6	18.6
. espettorato	19.7	21.3	15.9	13.5	17.4	12.3	15.1	10.7	10.9	12.0
. dispnea 1°	29.5	24.1	19.3	11.6	21.0 ^e	36.4	34.9	30.0	31.9	32.5
. dispnea 2°	14.5	11.3	5.7	3.6	8.2 ^e	11.6	15.2	10.9	15.1	12.6
. dispnea 3°	9.9	9.2	2.7	1.8	5.3 ^e	9.8	12.5	9.9	10.9	10.6
. sibili o fischi	22.9	20.3	17.6	9.8	17.9 ^e	8.2	7.6	13.9	16.8	12.1 ^f
. attacchi di sibili	14.4	12.1	9.4	3.6	10.0 ^f	8.2	6.2	7.0	11.8	7.9
. costrizione	18.3	13.8	11.4	2.7	11.8 ^e	15.1	13.8	15.3	16.9	15.2
. raffreddori:										
1-3 raff.	48.8	48.2	49.3	51.4	49.3 ^e	40.5	45.2	47.5	47.9	45.8
>=4 raff.	47.3	48.2	45.0	36.9	44.8	52.9	46.6	46.5	42.0	46.9
. bronchite:										
1-3 bronc.	21.9	33.1	22.0	25.7	24.8 ^f	20.0	29.3	18.4	29.9	23.0 ^f
>=4 bronc.	8.6	6.0	5.4	0.9	5.4	5.8	3.6	4.1	6.8	4.8
. polmonite:	3.9	3.8	0.7	2.8	2.3 ^e	0.8	2.2	2.7	2.6	2.3

e = 0.1>p>0.05 f = p<0.05 g = p<0.01 con il test del chi-quadrato.

Tabella 17. Tassi di prevalenza (%) delle malattie respiratorie nell'arco della vita.

Corone	MASCHI					FEMMINE				
	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale	1a-3a	4a	5a	Controllo	Totale
n	131	140	300	112	681	122	145	301	119	686
. asma	11.6	12.3	9.7	9.1	10.5	4.9	4.1	6.7	5.1	5.6
. enfisema	6.9	7.2	4.0	5.5	5.5	1.6	0.7	1.7	2.6	1.6
. br. cronica	9.9	9.4	6.4	5.4	7.5	1.7	4.1	2.7	6.0	3.4
. bronchiect.	--	--	1.3	--	0.6	0.8	1.4	1.3	0.9	1.2
. tubercolosi	--	0.7	0.3	--	0.3	--	--	--	0.9	0.1
. pleurite	3.1	7.2	3.0	2.7	3.8	7.4	3.4	4.0	4.2	4.5
. crosta lattea	4.7	4.3	3.7	1.8	3.7	3.3	5.5	2.3	2.6	3.2
. eczema	9.2	9.4	3.4	3.7	5.8 ^f	8.3	11.1	5.7	6.0	7.4
. rinite	18.5	13.6	20.7	13.5	17.6	19.0	20.3	19.0	20.3	19.5
. rossore oculare	28.5	23.2	18.7	23.9	22.3	36.9	28.0	25.3	33.6	29.4 ^e

e = 0.1>p>0.05 f = p<0.05 con il test del chi-quadrato.

Tabella 18a. Effetto della zona di residenza (corone) sui sintomi e malattie non respiratori: odds ratio (OR) e limiti di confidenza (CI) al 95%.

MASCHI

	Controllo	1-3a corona		4a corona		5a corona	
	OR	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
cardiopatie	1	2.21	0.77 - 6.30	1.51	0.54 - 4.24	1.32	0.51 - 3.41
ipertensione	1	0.99	0.45 - 2.16	1.17	0.55 - 2.45	0.99	0.51 - 1.92
diabete	1	1.26	0.27 - 5.85	2.75	0.70 - 10.83	1.44	0.36 - 5.73
ipercolesterolemia	1	2.11	0.95 - 4.66	0.81	0.34 - 1.94	1.17	0.56 - 2.41
ipertrigliceridemia	1	2.35	0.78 - 7.08	1.63	0.53 - 5.04	1.79	0.65 - 4.94
osteoporosi	1	1.85	0.51 - 6.69	1.60	0.45 - 5.70	0.68	0.19 - 2.41
tumore	1	1.78	0.45 - 7.03	0.40	0.07 - 2.32	1.16	0.34 - 3.96

OR e 95% CI derivati da modello di regressione logistica multipla, aggiustati per gli effetti indipendenti di età, fumo, scolarità, posizione lavorativa e tempo di residenza.

Tabella 18b. Effetto della zona di residenza (corone) sui sintomi e malattie non respiratori: odds ratio (OR) e limiti di confidenza (CI) al 95%.

FEMMINE

	Controllo	1-3a corona		4a corona		5a corona	
	OR	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
cardiopatie	1	0.22	0.07 - 0.75	0.94	0.41 - 2.14	0.59	0.28 - 1.27
ipertensione	1	0.94	0.43 - 2.06	1.46	0.73 - 2.94	1.08	0.57 - 2.03
diabete	1	0.51	0.14 - 1.90	1.12	0.40 - 3.12	0.52	0.19 - 1.43
ipercolesterolemia	1	0.88	0.41 - 1.86	0.83	0.42 - 1.65	0.89	0.49 - 1.62
ipertrigliceridemia	1	0.83	0.26 - 2.63	0.82	0.30 - 2.24	0.63	0.25 - 1.58
osteoporosi	1	0.57	0.27 - 1.22	0.94	0.48 - 1.85	0.65	0.35 - 1.19
tumore	1	0.52	0.16 - 1.71	1.02	0.40 - 2.64	0.45	0.18 - 1.15

OR e 95% CI derivati da modello di regressione logistica multipla, aggiustati per gli effetti indipendenti di età, fumo, scolarità, posizione lavorativa e tempo di residenza.

Tabella 19a. Effetto della zona di residenza (corone) sui sintomi e malattie respiratori: odds ratio (OR) e limiti di confidenza (CI) al 95%.

	MASCHI							
	Controllo	1-3a corona		4a corona		5a corona		
	OR	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI	
<i>Sintomi/malattie:</i>								
. tosse	1	1.13	0.58 - 2.23	1.48	0.78 - 2.84	0.94	0.52 - 1.70	
. sibili/fischi	1	2.88	1.29 - 6.44	2.44	1.09 - 5.45	2.25	1.08 - 4.71	
. dispnea	1	4.72	2.17 - 10.28	3.41	1.59 - 7.31	2.32	1.14 - 4.70	
. bronchiti acute	1	1.19	0.66 - 2.17	1.79	1.00 - 3.18	1.08	0.65 - 1.82	
. asma	1	1.42	0.58 - 3.51	1.51	0.63 - 3.63	1.20	0.54 - 2.65	
. rossore oculare	1	1.19	0.64 - 2.22	1.00	0.53 - 1.87	0.73	0.42 - 1.27	
. bronchiti croniche	1	2.86	0.94 - 8.70	1.96	0.66 - 5.87	1.50	0.54 - 4.13	
. costrizione toracica	1	12.26	2.78 - 54.16	8.41	1.89 - 37.45	6.85	1.61 - 29.21	
. attacchi di sibili	1	5.58	1.56 - 19.91	4.84	1.36 - 17.25	3.88	1.14 - 13.20	
. pleurite	1	1.06	0.21 - 5.35	2.26	0.55 - 9.24	1.32	0.33 - 5.30	
. enfisema	1	1.79	0.49 - 6.49	1.31	0.39 - 4.41	0.79	0.25 - 2.48	
. crosta lattea	1	6.96	0.72 - 67.42	5.32	0.55 - 51.51	3.60	0.41 - 31.78	
. eczema	1	5.21	1.10 - 24.62	5.59	1.20 - 26.11	1.66	0.35 - 7.81	
. rinite	1	1.62	0.77 - 3.40	0.94	0.43 - 2.07	1.64	0.86 - 3.11	

OR e 95% CI derivati da modello di regressione logistica multipla, aggiustati per gli effetti indipendenti di età, fumo, scolarità, posizione lavorativa e tempo di residenza.

Tabella 19b. Effetto della zona di residenza (corone) sui sintomi e malattie respiratori: odds ratio (OR) e limiti di confidenza (CI) al 95%.

	FEMMINE							
	Controllo	1-3a corona		4a corona		5a corona		
	OR	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI	
<i>Sintomi/malattie:</i>								
. tosse	1	1.45	0.73 - 2.87	1.22	0.63 - 2.37	0.80	0.44 - 1.47	
. sibili/fischi	1	0.47	0.20 - 1.10	0.44	0.20 - 1.00	0.81	0.44 - 1.50	
. dispnea	1	1.31	0.72 - 2.38	0.92	0.52 - 1.63	0.83	0.50 - 1.38	
. bronchiti acute	1	0.64	0.35 - 1.18	0.82	0.46 - 1.43	0.57	0.35 - 0.95	
. asma	1	1.07	0.33 - 3.52	0.80	0.24 - 2.62	1.37	0.53 - 3.58	
. rossore oculare	1	1.15	0.65 - 2.01	0.68	0.39 - 1.19	0.65	0.40 - 1.05	
. bronchiti croniche	1	0.46	0.09 - 2.43	0.79	0.24 - 2.57	0.53	0.18 - 1.61	
. costrizione toracica	1	0.93	0.44 - 1.96	0.78	0.39 - 1.58	0.95	0.52 - 1.74	
. attacchi di sibili	1	0.63	0.25 - 1.58	0.55	0.22 - 1.35	0.62	0.29 - 1.30	
. pleurite	1	3.83	1.06 - 13.89	0.59	0.15 - 2.41	1.23	0.40 - 3.81	
. enfisema	1	1.10	0.15 - 7.84	0.17	0.02 - 1.81	0.58	0.12 - 2.76	
. crosta lattea	1	1.09	0.20 - 6.05	2.93	0.70 - 12.35	0.59	0.12 - 2.80	
. eczema	1	1.20	0.43 - 3.38	1.77	0.68 - 4.62	0.76	0.30 - 1.95	
. rinite	1	0.89	0.45 - 1.73	0.88	0.47 - 1.64	0.83	0.48 - 1.44	

OR e 95% CI derivati da modello di regressione logistica multipla, aggiustati per gli effetti indipendenti di età, fumo, scolarità, posizione lavorativa e tempo di residenza.

Tabella 20a. Effetto della zona di residenza (corone) sulle contaminazioni ambientali e percezioni soggettive: odds ratio (OR) e limiti di confidenza (CI) al 95%.

MASCHI

	Controllo	1-3a corona		4a corona		5a corona	
	OR	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
<i>Contaminazioni ambientali:</i>							
. fumi/gas	1	13.07	6.25 - 27.35	9.02	4.34 - 18.73	2.24	1.12 - 4.52
. traffico pesante	1	3.91	2.04 - 7.50	2.01	1.04 - 3.89	1.20	0.65 - 2.20
. rumore intenso	1	3.75	1.70 - 8.30	3.12	1.41 - 6.90	2.43	1.17 - 5.05
. cattivi odori	1	5.51	3.07 - 9.88	2.86	1.63 - 5.01	1.08	0.65 - 1.79
. ripetitori di segnali (cellulari)	1	6.22	2.22 - 17.45	4.76	1.69 - 13.43	2.36	0.87 - 6.38
. altre	1	4.06	1.75 - 9.42	3.29	1.41 - 7.67	2.20	0.99 - 4.90
<i>Percezioni soggettive:</i>							
. percezione odori fastidiosi	1	3.42	1.89 - 6.20	2.20	1.26 - 3.83	0.77	0.49 - 1.23
. inquin. \geq rispetto a P.ta a Lucca	1	7.80	4.14 - 14.68	3.80	2.15 - 6.70	1.91	1.18 - 3.08
. inquin. \geq rispetto a P.ta a Mare	1	19.42	9.81 - 38.41	6.34	3.50 - 11.48	3.06	1.83 - 5.14

OR e 95% CI derivati da modello di regressione logistica multipla, aggiustati per gli effetti indipendenti di età, fumo, scolarità, posizione lavorativa e tempo di residenza.

Tabella 20b. Effetto della zona di residenza (corone) sulle contaminazioni ambientali e percezioni soggettive: odds ratio (OR) e limiti di confidenza (CI) al 95%.

FEMMINE

	Controllo	1-3a corona		4a corona		5a corona	
	OR	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
<i>Contaminazioni ambientali:</i>							
. fumi/gas	1	11.18	5.47 - 22.87	9.23	4.61 - 18.48	1.95	0.99 - 3.81
. traffico pesante	1	4.31	2.27 - 8.17	2.21	1.17 - 4.16	1.06	0.58 - 1.94
. rumore intenso	1	2.14	1.02 - 4.53	2.33	1.14 - 4.78	1.77	0.91 - 3.44
. cattivi odori	1	3.44	1.95 - 6.07	1.45	0.87 - 2.40	0.52	0.33 - 0.82
. ripetitori di segnali (cellulari)	1	6.15	2.02 - 18.77	4.27	1.40 - 13.08	2.16	0.73 - 6.44
. altre	1	7.45	2.92 - 18.98	3.38	1.31 - 8.69	2.99	1.22 - 7.31
<i>Percezioni soggettive:</i>							
. percezione odori fastidiosi	1	2.88	1.58 - 5.27	1.92	1.11 - 3.30	0.69	0.44 - 1.08
. inquin. \geq rispetto a P.ta a Lucca	1	5.67	3.02 - 10.65	3.64	2.08 - 6.36	1.40	0.88 - 2.21
. inquin. \geq rispetto a P.ta a Mare	1	10.69	5.58 - 20.51	5.03	2.87 - 8.79	1.82	1.13 - 2.92

OR e 95% CI derivati da modello di regressione logistica multipla, aggiustati per gli effetti indipendenti di età, fumo, scolarità, posizione lavorativa e tempo di residenza.

Tabella 21a. Tassi di prevalenza (%) di sintomi e malattie respiratori per gruppi di età nei maschi: confronto tra la 1^a e 2^a indagine a Pisa-Cascina (PI1 e PI2) e lo studio di Pisa Sud-Est (PI-se).

Gruppi età	MASCHI														
	<25					25-64					>64				
	Corone PI-se					Corone PI-se					Corone PI-se				
	PI1	PI2	1-3a	4-5a	Controllo	PI1	PI2	1-3a	4-5a	Controllo	PI1	PI2	1-3a	4-5a	Controllo
n	562	273	28	105	19	971	738	82	255	70	313	277	22	82	23
. Tosse	7.0	8.0	3.6	15.2	26.3 ^e	25.0	21.0	20.7	17.3	14.3 ^f	32.0	37.0	54.5	36.6	34.8
. Espettorato	5.0	6.0	--	8.6	21.1 ^f	23.0	22.0	20.7	16.5	8.7 ^f	41.0	44.0	40.9	32.9	21.7
. Sibili/Fischi	14.0	22.0	10.7	16.2	15.8 ^c	27.0	30.0	22.2	17.6	7.1 ^b	34.0	39.0	40.9	24.1	13.0 ^f
. Attacchi di sibili	9.0	12.0	10.7	8.7	5.3	6.0	8.0	9.8	9.4	2.9	11.0	12.0	36.4	14.8	4.3 ^e
. Dispnea1	2.0	2.0	--	5.7	--	24.0	10.0	29.3	19.2	7.1 ^b	38.0	31.0	68.2	45.1	34.8 ^e
. Dispnea2	--	4.4	--	1.9	-- ^h	5.0	2.0	9.9	5.1	1.4 ^b	17.0	18.0	50.0	22.2	13.0 ^e
. Br. cronica	1.0	--	--	1.0	--	8.0	5.0	6.1	4.8	2.9 ^e	24.0	20.0	36.4	23.5	17.4
. Enfisema	0.4	--	--	--	--	8.0	8.0	2.4	1.2	1.4 ^b	21.0	22.0	33.3	23.5	22.7
. Asma	9.0	11.0	14.8	12.4	15.8	6.0	6.0	9.9	10.7	7.2 ^e	12.0	8.0	14.3	7.5	9.1
. Pleurite	0.4	1.0	--	--	--	14.0	9.0	1.2	2.4	1.4 ^b	28.0	27.0	14.3	16.0	9.1 ^f
. Tubercolosi	1.0	--	--	--	--	6.0	4.0	--	--	--	4.0	6.0	--	2.5	--

e = 0.1>p>0.05 f = p<0.05 g = p<0.01 h = p<0.001 con il test del chi-quadrato.

Tabella 21b. Tassi di prevalenza (%) di sintomi e malattie respiratori per gruppi di età nelle femmine: confronto tra la 1^a e 2^a indagine a Pisa-Cascina (PI1 e PI2) e lo studio di Pisa Sud-Est (PI-se).

Gruppi età	FEMMINE														
	<25					25-64					>64				
	Corone PI-se					Corone PI-se					Corone PI-se				
	PI1	PI2	1-3a	4-5a	Controllo	PI1	PI2	1-3a	4-5a	Controllo	PI1	PI2	1-3a	4-5a	Controllo
n	446	269	28	84	25	1158	881	71	259	66	405	403	23	106	28
. Tosse	7.0	9.0	25.0	10.7	24.0 ^e	11.0	15.0	19.7	17.8	12.1 ^e	12.0	16.0	34.8	21.7	25.0 ^e
. Espettorato	5.0	7.0	25.0	8.3	12.0 ^b	7.0	10.0	8.5	13.4	10.6 ^f	9.0	12.0	8.7	12.3	10.7
. Sibili/Fischi	10.0	15.0	7.1	10.8	32.0 ^e	13.0	19.0	7.0	12.4	12.1 ^b	18.0	24.0	13.0	11.4	14.3 ^f
. Attacchi di sibili	6.0	9.0	7.1	7.3	20.0	5.0	6.0	7.0	6.6	7.6	6.0	8.0	13.0	6.7	14.3
. Dispnea1	5.0	3.0	7.4	7.1	16.0 ^f	30.0	19.0	40.8	28.2	25.8 ^b	41.0	33.0	56.5	59.4	60.7 ^b
. Dispnea2	0.4	1.0	--	--	8.0 ^e	5.0	3.0	9.9	8.5	7.6 ^b	21.0	23.0	31.8	31.1	39.3 ^f
. Br. cronica	0.4	--	--	1.2	8.3 ^b	3.0	2.0	2.9	3.1	4.5	4.0	3.0	--	4.9	7.4
. Enfisema	--	--	--	--	--	1.0	2.0	2.8	0.8	--	4.0	6.0	--	3.8	11.1
. Asma	7.0	9.0	3.6	7.2	8.0	5.0	7.0	5.6	5.4	3.0	7.0	8.0	4.3	5.8	7.4
. Pleurite	--	--	--	--	--	13.0	10.0	5.6	2.3	3.0 ^b	33.0	32.0	21.7	10.5	10.7 ^b
. Tubercolosi	0.4	0.4	--	--	--	3.0	3.0	--	--	--	4.0	5.0	--	--	3.7

e = 0.1>p>0.05 f = p<0.05 g = p<0.01 h = p<0.001 con il test del chi-quadrato.



Comune di Pisa

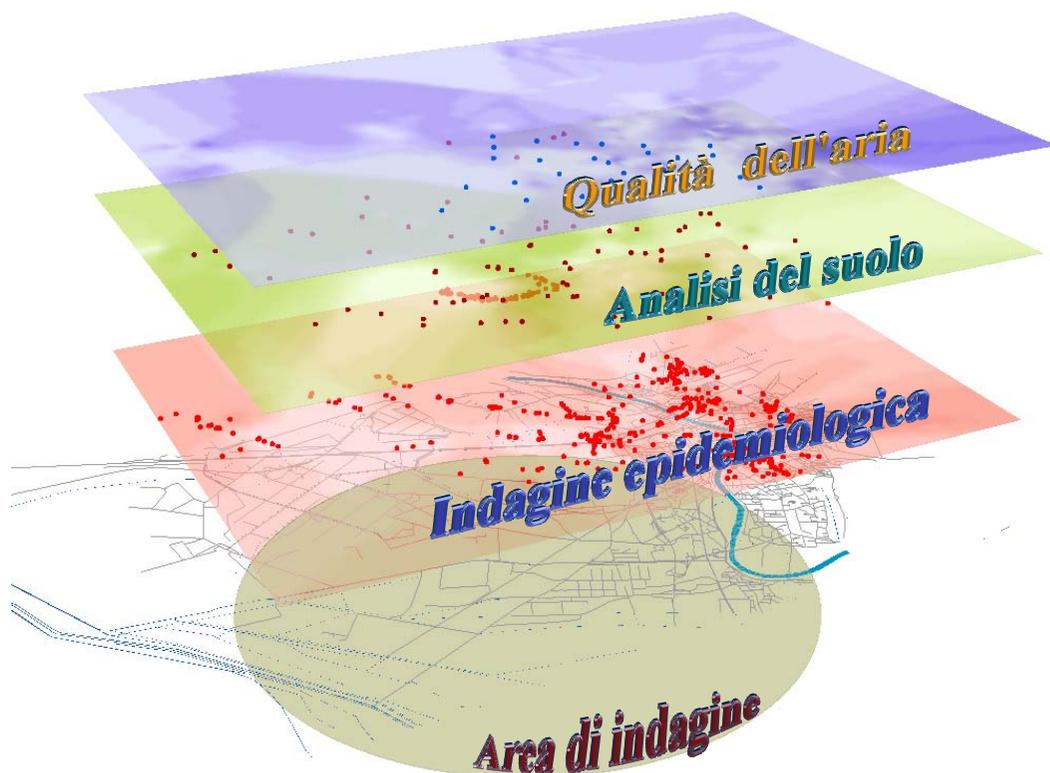


Consiglio Nazionale delle Ricerche
Area di Ricerca di Pisa

INDAGINI EPIDEMIOLOGICHE E AMBIENTALI NELL'AREA SUD-EST DEL COMUNE DI PISA

Studi ambientali

2



*Istituto di Fisiologia Clinica – CNR, in collaborazione con:
Istituto di Chimica del Terreno – CNR
ARPAT – Dipartimento Provinciale di Pisa
Istituto C.N.U.C.E - CNR*

Pisa, 20 Marzo 2002 - I Relazione

INDICE

1	PREMESSA E STATO DELLE CONOSCENZE.....	3
1.1	PROGRAMMA DI INDAGINE AMBIENTALE.....	5
2	SUOLO.....	6
2.1	MODALITÀ OPERATIVE.....	6
2.1.1	<i> Criteri di scelta dell'area e dei punti di prelievo.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i> Descrizione dei punti campionati in relazione all'uso del suolo e alla posizione.....</i>	<i>6</i>
2.1.3	<i> Metodo di campionamento.....</i>	<i>7</i>
2.1.4	<i> Metodiche analitiche.....</i>	<i>7</i>
2.2	PROPRIETÀ FISICHE.....	10
2.2.1	<i> Granulometria.....</i>	<i>10</i>
2.3	PROPRIETÀ CHIMICHE.....	10
2.3.1	<i> pH.....</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i> Capacità di Scambio Cationica.....</i>	<i>11</i>
2.3.3	<i> Sostanza Organica.....</i>	<i>11</i>
2.4	PARAMETRI BIOCHIMICI.....	11
2.4.1	<i> Attività deidrogenasica.....</i>	<i>11</i>
2.4.2	<i> Attività zolfo-ossidante.....</i>	<i>12</i>
2.5	CONTAMINANTI.....	14
2.5.1	<i> Metodiche analitiche.....</i>	<i>15</i>
2.6	RISULTATI.....	15
2.6.1	<i> Diossine.....</i>	<i>16</i>
2.6.2	<i> Idrocarburi Policiclici Aromatici.....</i>	<i>20</i>
2.6.3	<i> Metalli pesanti totali.....</i>	<i>21</i>
2.6.4	<i> Metalli Pesanti estraibili.....</i>	<i>23</i>
3	ARIA.....	26
3.1	MODALITÀ OPERATIVE.....	26
3.2	RISULTATI.....	26
3.2.1	<i> Ossidi di azoto.....</i>	<i>27</i>
3.2.2	<i> Monossido di carbonio.....</i>	<i>28</i>
3.2.3	<i> Biossido di zolfo.....</i>	<i>29</i>
3.2.4	<i> Idrocarburi non metanici.....</i>	<i>29</i>
3.2.5	<i> Idrogeno solforato.....</i>	<i>30</i>
3.2.6	<i> PM-10.....</i>	<i>30</i>

3.2.7	<i>Benzene, Toluene ed altri Idrocarburi Aromatici</i>	31
4	ACQUE	34
4.1	ACQUE SUPERFICIALI	34
4.1.1	<i>Modalità operative</i>	34
4.1.2	<i>Risultati</i>	34
4.2	ACQUE SOTTERRANEE	37
4.2.1	<i>Modalità operative</i>	38
4.2.2	<i>Risultati</i>	38
5	RUMORE	42
5.1	MODALITÀ OPERATIVE	42
5.2	RISULTATI	43
6	CAMPI ELETTROMAGNETICI	47
6.1	CAMPI A RADIOFREQUENZA	47
6.1.1	<i>Modalità operative</i>	47
6.1.2	<i>Risultati</i>	47
6.2	CAMPI A 50 Hz.....	49
6.2.1	<i>Modalità operative</i>	49
6.2.2	<i>Risultati</i>	49
7	CONCLUSIONI	54

1 PREMESSA E STATO DELLE CONOSCENZE

La presente relazione illustra gli esiti delle indagini ambientali effettuate nell'ambito, e a supporto, della ricerca epidemiologica che ha interessato la popolazione residente nella zona di Ospedaletto. Lo scopo dell'indagine è stato quello di effettuare una valutazione dello stato dell'ambiente, per fornire indicazioni utili a valutare i possibili effetti sulla salute e costituire una base informativa corredata di indicatori in grado di realizzare in futuro il monitoraggio ambientale e la sorveglianza sanitaria.

Il progetto ha comportato l'effettuazione di un complesso di indagini ambientali su un'area circolare, denominata estensivamente "Ospedaletto" centrata sull'impianto di incenerimento di Croce del Marmo.

Ospedaletto rappresenta il principale polo industriale della città di Pisa; si trova a circa 4 Km dal centro cittadino ed è un'area di recente espansione dove trovano sede, in maggioranza, piccole imprese di servizi. Le restanti imprese che producono beni sono di entità medio-piccola, fatte le dovute eccezioni, come nel caso delle ditte ALL.CO (fusione del metallo e formatura profilati e verniciatura dei pezzi) e Nuove Fonderie Pisane. Secondo un recente censimento, tra tutte le attività presenti sul territorio solo 34 sono da considerarsi aziende significative in termini di emissioni in atmosfera.

Oltre alle attività produttive, significative, per i loro effetti sull'ambiente, sono anche le emissioni della vicina superstrada e della rete di svincoli che convogliano un traffico notevolmente sostenuto.

La zona circostante è a carattere prevalentemente rurale e bassa densità abitativa; i centri abitati più vicini (Putignano, Riglione, Oratoio) si trovano lungo la statale Tosco-Romagnola a circa 2 Km di distanza dall'area dell'inceneritore.

Nella stessa zona opera un impianto sperimentale per il trattamento di rifiuti speciali ed è stata fatta richiesta di installazione di un impianto per il trattamento di varie tipologie di rifiuti pericolosi e non (potenzialità circa 180 mila tonn/anno).

Sempre nella zona sorge l'impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani, attivo dai primi anni '80 e attualmente in fase di ristrutturazione per l'adeguamento alla nuova normativa, Decreto 503/97, al fine di rispettare i limiti contenuti nell'allegato 2 del decreto medesimo. Il piano di interventi andrà a modificare radicalmente gli attuali impianti che dovranno risultare idonei ad ottenere un significativo abbattimento dei principali inquinanti, con particolare riferimento ai microinquinanti (diossine – dibenzofurani) il cui livello emissivo sarà ridotto a livelli inferiori a 0,1 ng/Nmc, espresso in "tossicità equivalente".

L'impianto di incenerimento, originariamente destinato alla termodistruzione degli RSU, a partire dal 1991, dopo la ristrutturazione per l'adeguamento alla normativa 915/82, è stato dotato anche di una linea per lo smaltimento dei rifiuti ospedalieri R.O. e di un impianto di inertizzazione delle ceneri prodotte, mai entrato in funzione.

Fino al marzo 2000 vi venivano trattati complessivamente 180 tonn/giorno di rifiuti, di cui circa 10 tonn/giorno di rifiuti ospedalieri, e circa 50 tonn/giorno di assimilabili e speciali, servendo un

bacino di utenza comprendente i comuni di Pisa, Cascina, San Giuliano Terme, Vecchiano, Vicopisano e Calci.

L'inceneritore, che ha sempre operato nel rispetto della normativa, era dotato di impianto di post-combustione, di sistema di trattamento fumi (elettrofiltri e torri di lavaggio) nonché di analisi in continuo alle emissioni.

Esiste inoltre, a fianco dell'inceneritore, una discarica ormai dismessa che ha operato sino all'inizio degli anni '80 e nella quale sono stati conferiti rifiuti solidi urbani e rifiuti assimilabili, oltre alle scorie (ceneri pesanti) provenienti dalla combustione dei rifiuti nell'inceneritore. Tale discarica è attualmente sottoposta alle opere di bonifica ai sensi della vigente normativa, che volgono ormai a conclusione.

La conoscenza dello stato della qualità dell'aria nella zona di Ospedaletto risale al 1984, quando i Comuni di Pisa e Cascina chiesero all'Università di Pisa e al CNR di collaborare alla stima degli effetti che avrebbero avuto sull'ambiente i nuovi insediamenti produttivi della zona industriale di Ospedaletto. Ne nacque uno studio multidisciplinare, a cui partecipò anche l'allora Servizio Multizonale di Prevenzione, e il corpo centrale del lavoro consisté nella valutazione, sotto molteplici aspetti, dell'impatto ambientale dell'inceneritore di RSU di Ospedaletto, essendo quello l'unico impianto della zona con rilevanti emissioni durante il periodo dell'indagine.

Furono monitorati preliminarmente, per periodi variabili, 7 punti tra cui i principali centri abitati posti sull'asse Pisa-Cascina che, per motivi di carattere igienico-sanitario (alta densità abitativa) e per le caratteristiche climatologiche della zona, potevano essere interessate dalle ricadute dell'inceneritore.

Questa prima indagine, che durò 6 mesi, portò alla conclusione che l'inquinamento dovuto all'inceneritore nelle zone di ricaduta era così basso da essere difficilmente rilevabile, mentre le postazioni significativamente più contaminate da polveri e piombo risultarono quelle scelte nei dintorni dell'abitato di Cascina, a qualche chilometro di distanza dall'area di Ospedaletto, dove il contributo più significativo era dato dal fattore traffico.

A partire dai risultati dell'indagine preliminare, i Comuni di Pisa e Cascina vollero finanziare ulteriori studi per conoscere più approfonditamente la qualità dell'aria nei punti più critici del loro territorio: così, nel periodo aprile '85-marzo '86, e più tardi (gennaio-marzo '92), furono svolte altre lunghe e circostanziate indagini, nelle quali furono misurati alcuni inquinanti atmosferici al fine di valutare l'esposizione di cittadini in relazione a numerosi fattori (zona di residenza, fattori socio-culturali).

In tutte queste indagini il fattore traffico, molto più di quello industriale, si dimostrò preponderante nel contribuire all'inquinamento misurato.

Il programma di indagine predisposto da questo Dipartimento tiene nella dovuta considerazione gli elementi di conoscenza sopra esposti e focalizza la propria attenzione in modo particolare sulle pregresse attività del termodistruttore e delle attività produttive di maggiore rilevanza, nonché sulla presenza delle vie di comunicazione.

1.1 Programma di indagine ambientale

Al fine di definire un quadro conoscitivo sufficientemente completo della situazione ambientale attuale dell'area di Ospedaletto (una specie di "punto zero"), la caratterizzazione ambientale ha riguardato gli impatti delle attività esistenti su diverse matrici (aria, acqua, suolo).

E' stata individuata quale zona di indagine, un'area circolare con diametro di 3 km centrata sull'inceneritore all'interno della quale sono stati tracciati cerchi concentrici di diametro inferiore.

Le fasi operative dell'indagine ambientale, le modalità di indagine e i principali risultati sono illustrati nei capitoli seguenti, suddivisi per le diverse matrici.

2 SUOLO

Il programma di monitoraggio analitico del suolo è stato finalizzato da un lato alla definizione di uno stato di fatto attuale dell'area in esame da assumere come riferimento per eventuali ulteriori indagini future, dall'altro alla verifica di eventuali impatti determinati sul suolo stesso da attività antropiche. La zona oggetto di indagine è infatti caratterizzata da numerose attività che costituiscono sorgenti potenziali di inquinamento, prima fra tutte l'inceneritore di rifiuti, senza escludere altri possibili contributi quali il traffico veicolare, la vecchia discarica dismessa Croce al Marmo, numerosi insediamenti produttivi tra cui un l'impianto di trattamento rifiuti. La scelta dei criteri di indagine e dei parametri da monitorare è pertanto strettamente collegata alle caratteristiche e alle problematiche di tali attività.

2.1 *Modalità operative*

2.1.1 *Criteri di scelta dell'area e dei punti di prelievo*

L'area di campionamento è stata scelta prendendo come punto centrale l'inceneritore, considerato la potenziale sorgente primaria di inquinamento, ed è stata suddivisa in 5 cerchi concentrici di 400, 800, 1400, 2700 e 4000 metri, ed è stata approntata una griglia teorica a maglia regolare di punti di prelievo. Ogni punto avendo un intorno di 100 metri, per consentire di prelevare i campioni anche in presenza di strutture che impedissero l'accesso. I punti della griglia teorica sono stati raggiunti utilizzando un GPS Garmin e-map, in alcuni casi dove è stato ritenuto opportuno il campionamento si è discostato dalle coordinate dei punti teorici per coprire delle zone ritenute interessanti al momento del sopralluogo.

La mappa dei campionamenti è evidenziata in Figura 1

2.1.2 *Descrizione dei punti campionati in relazione all'uso del suolo e alla posizione*

Per ogni punto di prelievo è stata compilata una descrizione al fine di rendere più facile l'eventuale ritorno al punto di campionamento, e di collocare il punto nel suo contesto reale ovvero di fornire degli elementi utili e indispensabili per la successiva interpretazione dei dati (Tabella 1). L'elemento tenuto in considerazione è stato l'uso del suolo: se era agrario o naturale, se era lavorato, coltivato o meno, se era adiacente a strutture ed eventuali fonti di inquinamento come strade, corsi d'acqua, parcheggi, attività artigianali o industriali.

Per rendere leggibile graficamente il lavoro di descrizione è stato riportato sulla mappa la divisione in categorie: è stato chiamato suolo agrario ogni suolo coltivato sul quale fosse presente vegetazione agraria o fosse arato o fresato; suolo urbano ogni suolo vicino ad insediamenti industriali in cui si notasse chiaramente un'influenza antropica oppure suoli all'intorno dell'abitato e suoli adiacenti ad abitazioni private comunque dislocate geograficamente ossia in agglomerati urbani o in aperta campagna, ma dove la presenza umana può aver influito sulle condizioni del suolo; suolo naturale ogni suolo non lavorato e non disturbato da interventi antropici oppure suoli coperti da una vegetazione poliennale (prato, bosco ecc.).

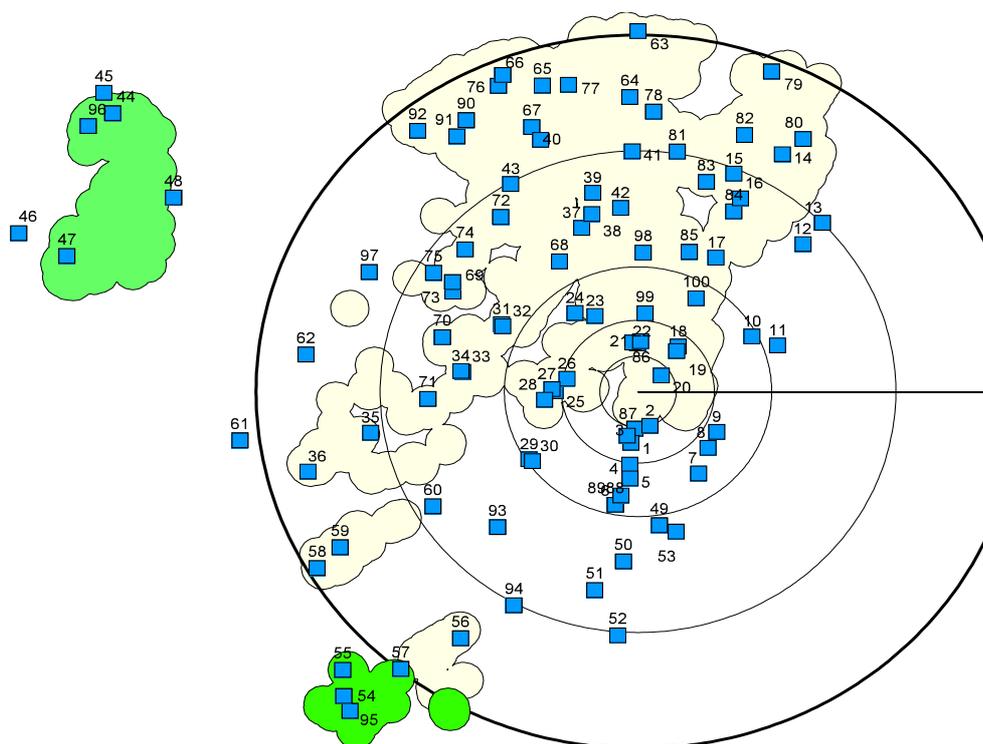


Figura 1 – Distribuzione dei punti di prelievo dei terreni

2.1.3 Metodo di campionamento

I campioni sono stati scelti oltre che sulla base della griglia teorica anche col criterio di coprire tutte le tipologie di suoli della zona, quindi sia suoli agricoli in coltivazione, incolti, vicino a strade e in aree più riparate, suoli nei centri abitati adibiti a orti urbani o giardinetti e così via. I campioni sono stati prelevati a 0-20 cm di profondità, secondo quanto riportato nel Supplemento ordinario N.185 alla “Gazzetta Ufficiale” n.248 del 21 ottobre 1999: Decreto Ministeriale 13 settembre 1999 Approvazione dei “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”.

Nei punti campionati sono state effettuate analisi per la caratterizzazione dei terreni e per la determinazione dei più significativi contaminanti.

2.1.4 Metodiche analitiche

Sono state effettuate le analisi di caratterizzazione dei terreni relativamente ai parametri: pH, sostanza organica, capacità di scambio cationica, e tessitura (argilla, limo e sabbia), che sono i parametri che maggiormente influenzano il comportamento dei metalli pesanti nel terreno

Le metodiche impiegate sono quelle della Società Italiana di Scienza del Suolo e riportate nel Supplemento ordinario N.185 alla “Gazzetta Ufficiale” n.248 del 21 ottobre 1999: Decreto Ministeriale 13 settembre 1999 Approvazione dei “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”.

Tabella 1

DESCRIZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO DI TERRENO

Camp.	Descrizione
1	Campo di grano dietro l'inceneritore in direzione sud-ovest
2	Campo di grano dietro l'inceneritore, vicino al traliccio
3	Campo di grano a 10m dalla strada di fronte alla spianata di cemento
4	Campo di grano, via di Granuccio, dopo il passaggio a livello
5	Campo di rape, via di Granuccio, di fronte alla ditta HD Pittini
6	Incolto, via di Granuccio
7	Incolto, via di Titignano sulla destra
8	Campo diserbato, via di Titignano all'altezza del ponticello
9	Campo di barbabietola, via di Titignano di fronte al ponticello
10	Incolto via di Titignano, a sinistra della strada sotto il traliccio vicino alla canaletta
11	Campo di grano, via di Titignano stradina a destra
12	Campo di medica, via di Titignano a sinistra della strada
13	Incolto, via Sirio Romoli, sulla destra lungo la rete
14	Incolto, abitato di Oratoio, a fianco del campo sportivo e della costruzione a mattoni
15	Campo arato, via Capannelle parallela alla ferrovia
16	Campo arato, da via Capannelle verso la superstrada prima del cavalcavia all'altezza dei pozzi artesiani
17	Campo di pomodori, dopo il cavalcavia davanti a DHL
18	Incolto, vicino alla nuova Teseco
19	Incolto, vicino alla nuova Teseco
20	Campo di sulla, di fronte alla carrozzeria
21	Incolto via Emilia angolo via Meucci lato casa abbandonata
22	Incolto (fosso) via Emilia di fronte al precedente
23	Campo di barbabietola, via di Caligi, stradina sterrata
24	Campo di pomodoro, via di Caligi
25	Campo di grano, angolo via Giuncheta e via Guariganghi, dopo il ponte
26	Campo di grano, via Giuncheta all'altezza del cipresso, sinistra della strada
27	Incolto, da tre anni, via di Caligi, sotto il ciliegio
28	Campo di mais, via di Caligi prima delle case diroccate
29	Campo di barbabietola, via di Caligi, opposto alle case
30	Campo di grano, via di Caligi lato sinistro della strada
31	Campo arato, strada da Ospedaletto per Coltano, n° civico 24,
32	Campo arato, strada da Ospedaletto per Coltano a sinistra
33	Campo arato, dopo l'azienda Le Rene, a sinistra della strada
34	Campo di grano dopo l'azienda Le Rene, a destra
35	Campo di mais, dopo l'azienda Le Rene, civico 42, bivio con sterrato alla sbarra gialla, sulla sinistra
36	Campo coltivato (grano e vigna), dopo l'azienda Le Rene, alla casa coi rifrangenti sugli alberi
37	Incolto, strada da Ospedaletto a Putignano, all'altezza della Cassa di Risparmio
38	Campo di soia, strada da Ospedaletto a Putignano, di fronte EDM cariole
39	Campo di mais, via dell'Immaginetta prima del cavalcavia, a destra
40	Incolto, via di Putignano angolo Pisacane, a destra
41	Campo di fagioli, Putignano tra il campo sportivo e il cimitero, a sinistra
42	Incolto, via di Sterpulino angolo Scornigiana, a lato della Metro
43	Campo di barbabietola, via Emilia di fronte al civico 366
44	Incolto ex campo di medica via Isola del Giglio, S.Piero sul retro del civico 23
bianco	
45	Incolto, viale d'Annunzio, Parco Naturale proprietà Donato e Cavelli

bianco	
46 bianco	Campo di mais, via Deledda dopo Green Service strada sterrata
47 bianco	Campo di mais in fondo a via Stromboli sulla sinistra alla fine dell'abitato in prossimità dell'autostrada
48 bianco	Campo arato (in agosto) in fondo a via Pantelleria sotto l'albero a sinistra
49	Incolto a destra dell'Emilia Centro Monticchiello dopo il passaggio a livello lungo la ferrovia
50	Campo arato vicino alla casa con gli abeti lungo la stessa sterrata vicino al ponticello opposto al campo volo
51	Campo coltivato sulla sinistra (tipo set aside o non lavorato) lungo la stessa strada prima della curva a sinistra
52	Campo erpicato allo stabilimento Acqua Donata
53	Incolto Centro Monticchiello
54 bianco	Prato sotto la pineta via Palazzi Coltano
55 bianco	Prato via del Viadotto Coltano
56	Incolto vicino alla sede Rai, via Centro Rai Coltano
57 bianco	Campo arato via Centro Rai al canale
58	Campo arato via Cappellani a destra della strada sul lato opposto al canale
59	Campo di medica al di là del Canale verso l'Emilia
60	Incolto (ex medica) centro Rai via Cappellani all'Idrovora
61	Campo arato via Pezzi, prima del cavalcavia, sulla ferrovia a destra vicino al canale
62	Campo di sorgo, lungo la rete della pista dell'aeroporto militare
63	Campo di mais, dietro ACI di Cisanello, via delle Torri
64	Incolto, cava di sabbia tra la Tosco-Romagnola e l'argine dell'Arno
65	Incolto, Tosco-Romagnola Concessionario Dae Woo
66	Prato, via Cervino tra la Tosco-Romagnola e la ferrovia
67	Prato di erba da fieno via Pisacane, S.Ermete
68	Campo di rape via Le Rene sulla destra prima di via Guscella
69	Campo diserbato, Via di Scepre lungo la ferrovia alla fine di via Guscella
70	Campo erpicato, via di Scepre di fianco alla casa colonica
71	Campo di mais via Le Rene alla cabina dell'Agas
72	Incolto, prato via Guscellina alla fine lungo la ferrovia
73	Campo erpicato lungo la ferrovia via di Scepre prima del cavalcavia a sinistra
74	Campo erpicato, via di mezzo lungo la rete zona militare
75	Campo fresato via Pezzi
76	Prato giardinetto pubblico via Emilia di fronte al civico 163
77	Campo di mais, pista ciclabile sull'argine parallela a via Fiorentina all'altezza di benzinaio IP
78	Incolto, (passaggio di trattori) tra l'argine e l'Arno in prossimità di orti
79	Campo arato tra l'argine e l'Arno sotto un vecchio serbatoio in cemento tra Riglione e il cartello di Cascina
80	Campo coltivato alla fine di via Talamone Riglione-Oratoio
81	Incolto adiacente carciofaia, fine via Fagiana accanto a sottopassaggio pedonale
82	Incolto in cortile privato sotto un canneto nell'abitato di Riglione via Fonda
83	Prato (terreno lavorato) sotto siepe di alloro, fine via tre Cancelli
84	Campo di mais, via Maggiore di Oratoio tra cavalcavia e passaggio a livello di Oratoio
85	Incolto (terreno di riporto) via A. Cocchi bordostrada Ospedaletto
86	Incolto dietro casa diroccata via Emilia angolo via Meucci sotto il cipresso
87	Campo erpicato e seminato lungo il filare di olivi, via dell'inceneritore
88	Campo lavorato (bietola) alle spalle dell'inceneritore strada a destra subito dopo il passaggio a livello
89	Campo lavorato alla fine della rete di via dell'inceneritore dopo il passaggio a livello
90	Incolto adiacente a orti sotto al SS FIPILI alla fine di via della Ferrovia (porta Fiorentina)
91	Incolto lungo la rete dell'aeroporto civile, sotto la superstrada vicino a recinzione privata con

	materiale edilizio
92	Campo coltivato, orto, dietro aeroporto lungo il fosso via Carrareccia
93	Campo lavorato traversa di via Caligi
94	Prato tagliato argine del fosso Caligi, lato opposto a casotto in muratura
95 bianco	Prato vicino ad orto ma non coltivato Coltano Circolo Arci
96 bianco	Prato, fine via Isola del Giglio angolo viale D'Annunzio San Piero
97	Campo coltivato via Pezzi Aeroporto cancello 3
98	Incolto via Malpigli zona industriale di Ospedaletto
99	Campo coltivato mais zona industriale di Ospedaletto
100	Incolto (di fianco a Intergomma service 4) terreno di riporto via Aldovrandi

2.2 Proprietà fisiche

2.2.1 Granulometria

Lo studio della costituzione fisico meccanica del terreno si riferisce alla determinazione dei componenti del suolo di varia finezza indipendentemente dalle funzioni che essi esplicano. La tessitura del suolo è la distribuzione per classi dimensionali, delle particelle elementari, ed è uno dei caratteri edifici più importanti in quanto non varia considerevolmente col tempo.

I risultati dell'analisi granulometrica per i terreni in studio hanno riportato dei valori medi per l'argilla 24.8, limo 28.5 e la sabbia 46.8, come mediana 21.7, 29.0 e 48.0. La maggior parte dei suoli non si discosta molto dai valori medi, terreni con contenuto di argilla e limo >20% possono essere definiti argillo-limosi. I terreni che hanno rivelato un contenuto di sabbia >50% sono risultati simili ai terreni urbani, con una componente grossolana dovuta a materiali edili oppure prelevati nella zona di S. Piero, dove la componente sabbiosa è notevole. La determinazione della composizione granulometrica della tessitura del suolo è molto importante nel determinare la biodisponibilità degli inquinanti come i metalli pesanti. A causa dell'elevata attività superficiale e dell'adsorbimento di cationi, la frazione fine: limo e argilla può rimuovere il metallo presente in soluzione adsorbendolo sulle proprie superfici o fissandolo all'interno dei propri interstrati, diminuendo la concentrazione delle forme chimiche solubili nella soluzione circolante. Tali forme chimiche sono quelle che più facilmente attraversano la membrana cellulare dei peli radicali e vengono assorbite dalle piante anche quelle d'uso alimentare. Quindi nei suoli dove la presenza della frazione fine di limo e argilla è consistente, si può assumere che la minore disponibilità dei metalli pesanti porti come conseguenza un rischio minore di inquinamento della falda e di un passaggio alla catena alimentare.

2.3 Proprietà chimiche

2.3.1 pH

La reazione del suolo è legata alla natura della matrice litologica e all'andamento dell'evoluzione pedogenetica e delle condizioni climatiche, ma alcuni fattori interni (dissociazione dell'acido carbonico, reazioni acido-base delle sostanze umiche, alterazione di minerali) o esterni al sistema suolo (deposizioni umide e solide, movimenti della fase liquida, processi di volatilizzazione ed erosione) concorrono a modificare la concentrazione idrogenionica della fase liquida. I terreni italiani sono prevalentemente alcalini (7-8).

Il pH dei suoli dell'area oggetto dell'indagine va da lievemente alcalino ad alcalino, valore minimo 6.8, valore massimo 8.9, in media 8.0, questi valori di pH sono quelli comuni dei suoli agrari della provincia di Pisa e caratteristici anche dei suoli italiani. Il pH del suolo è molto importante per valutare la mobilità dei metalli pesanti, in quanto a pH alcalino tali inquinanti hanno bassissima mobilità.

2.3.2 Capacità di Scambio Cationica

La conoscenza della CSC è di notevole importanza perchè l'assorbimento per scambio ionico rappresenta il meccanismo principale di trattenimento dei cationi. Il valore di CSC dipende dal contenuto di argilla e di sostanze umiche che adsorbono i cationi sulla superficie delle particelle cariche negativamente.

Nei suoli coltivati oscilla tra 5 e 50 cmoli/kg, ed è valutabile secondo lo schema: bassa <10 cmoli/kg, media 10-20 cmoli/kg, alta >20 cmoli/kg.

I valori di CSC nei suoli campionati vanno da 4.9 a 37.4 ossia da bassi a elevati, ma in media si aggirano su 20 cmoli/kg. Questo valore di CSC è legato alla percentuale di argilla e di SO.

La CSC contribuisce a regolare la mobilità degli ioni metallici. Essendo una misura della carica negativa presente sui costituenti del terreno, la CSC è un indice della capacità di adsorbire e trattenere cationi metallici da parte del suolo. Sia la sostanza organica che i minerali argillosi contribuiscono alla CSC: quella derivante dalle argille è in genere scarsamente influenzata dal pH, a differenza da quella derivante dalla sostanza organica.

2.3.3 Sostanza Organica

La sostanza organica nel suolo è costituita principalmente da cellule di microrganismi, residui animali o vegetali a diverso stadio di trasformazione e sostanze umiche di diversa età e composizione. Svolge un ruolo molto importante nella formazione e conservazione della struttura del suolo.

Il contenuto di sostanza organica nei suoli dell'area oggetto dell'indagine va da 0.5 a 12.4, con media di 3.3 e mediana 2.6. Il contenuto di SO dei suoli agrari in Italia si aggira sul 2% mentre nei suoli naturali ha valori >2-3% fino al 20% in suoli ricchi. La SO che si trova nel suolo sotto forma di acidi umici e fulvici, in questa forma può complessare i metalli presenti, rallentare la lisciviazione e diminuire l'assimilazione da parte dei vegetali, inoltre i metalli di transizione formano, con i radicali dei composti organici, complessi assai stabili.

2.4 Parametri biochimici

(a cura di Brunello Ceccanti e Graziana Masciandaro)

2.4.1 Attività deidrogenasica

Le analisi biochimiche sono state condotte su campioni di terreno prelevati per effettuare le analisi dei metalli pesanti. Tra i campioni di terreno disponibili, sono stati selezionati solo alcuni, precisamente 12, per la determinazione delle attività biochimiche. Abbiamo tentato di individuare, cioè, campioni di terreno che potevano appartenere a aree di controllo e ad aree interessate da maggior inquinamento.

Sono state determinate due attività biochimiche, espressione dello stato microbiologico dei terreni: l'attività enzimatica deidrogenasi e l'attività zolfo-ossidante.

La *deidrogenasi* rappresenta l'attività globale dei microrganismi del terreno, per il fatto che sono molto sensibili a situazioni di stress e rispondono in modo rapido alle modifiche delle condizioni ambientali. L'attività deidrogenasica può aumentare o diminuire, a parità di altre situazioni ambientali (clima, vegetazione, uso del suolo, ecc), in conseguenza di uno stress microbico, compreso quello causato da alcune forme d'inquinamento ambientale (metalli pesanti, residui di idrocarburi e pesticidi, deposizioni acide, uso di composti solforati, ecc).

2.4.2 Attività zolfo-ossidante

La *zolfo-ossidasi* rappresenta l'attività di specifiche popolazioni microbiche coinvolte nei processi di ossidazione dello zolfo ad acido solforico. Questa attività viene amplificata ogni volta che nell'ambiente si depositano forme di zolfo, sia organiche che inorganiche, quali emissioni in atmosfera e scarichi diretti al suolo. Una diminuzione di attività deidrogenasica viene spesso associata ad uno stress microbico, come quello causato da un grave inquinamento di tipo "acuto" che porta alla morte delle popolazioni più sensibili. Quando però, ad una diminuzione del numero totale di popolazioni microbiche si contrappone l'aumento di popolazioni specifiche (quelle ad esempio coinvolte nei cicli dello zolfo e dell'azoto), che vengono stimolate dai composti azotati o solforati immessi dall'esterno (inquinamento cronico), l'attività deidrogenasica tende ad aumentare in quanto si potenziano nel tempo, le attività ossido-riduttive delle popolazioni specifiche.

Per questo, le due attività, si utilizzano come marcatori biochimici dello stato ambientale in genere e non solo del terreno, in quanto gli inquinanti "marcati" con queste attività, possono interessare ovviamente altri comparti (acque, prodotti alimentari, animali, ecc).

<i>Campione</i>	<i>Attività deidrogenasica</i> $\mu\text{gINTF g}^{-1}\text{h}^{-1}$
1	5,66 (0,11)
2	2,26 (0,95)
5	2,07 (0,34)
6	1,48 (0,47)
10	2,58 (0,40)
20	2,57 (0,27)
30	2,38 (0,49)
12	2,52 (0,11)
13	1,64 (0,13)
36	2,14 (0,16)

32	2,26 (0,18)
40	2,96 (0,24)

I valori in parentesi rappresentano le deviazioni standard delle medie calcolati su tre replicazioni

Campione	<i>S-SO4 (a)</i> <i>controlli</i> µgSO4/g	<i>S-SO4 (b)</i> <i>prove</i> µgSO4/g	<i>Attività S-ossidante</i> µg S- SO4 /g (b-a)
1	83	918	835 (120)
2	1898	2187	289 (95)
5	197	656	459 (105)
6	40	183	143 (32)
10	278	800	522 (86)
20	835	46	789 (124)
30	52	457	405 (91)
12	76	681	605 (98)
13	47	456	409 (102)
36	52	700	648 (65)
32	56	718	662 (78)
40	57	1497	1440 (210)

Controlli: S-SO4 del terreno prima dell'incubazione

Prove: S-SO4 dopo incubazione con zolfo elementare per alcuni giorni al 60 % dell'umidità di C.

I valori in parentesi rappresentano le deviazioni standard delle medie calcolati su tre replicazioni

I dati dell'attività deidrogenasica mostrano variazioni modeste ad eccezione di due punti: il n. 1 in prossimità dell'inceneritore e del punto n. 40 in prossimità della zona urbana. In questo punti risulta alta anche l'attività S-ossidante confermando la presenza di inquinamento "cronico" da composti dello zolfo. Anche i punti n. 10, 12 e 20 (NE dell'inceneritore) mostrano valori tendenzialmente alti di attività deidrogenasica e attività S-ossidante. Gli altri punti (n. 32 e 36), situati ad OSO dell'inceneritore, mostrano valori tendenzialmente alti di attività S-ossidante ma non di deidrogenasi, che farebbero pensare ad un tipo d'inquinamento da zolfo che interessa anche altre popolazioni microbiche, o altro tipo d'inquinamento; i dati però andrebbero esaminati in funzione delle altre caratteristiche biologiche dei terreni e in funzione del tipo di terreno e del suo uso. Interessante è la bassa attività S-ossidante associata a bassa attività deidrogenasica dei terreni

prelevati nei punti n. 2 e 6, in prossimità dell'inceneritore, che potrebbero essere imputati a qualche forma d'inquinamento.

2.5 *Contaminanti*

I parametri determinati sono:

- i metalli pesanti Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame e Zinco e l'Arsenico in tutti i campioni, totali ed estraibili
- diossine (PCDD+PCDF) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) in 16 campioni individuati come più significativi, di cui 15 distribuiti in un intorno dell'inceneritore e 1 nella zona di "bianco", come descritto in figura 2. I criteri di scelta di tali punti sono stati basati sulla distanza massima dall'inceneritore entro la quale si ritiene ragionevolmente che siano contenute le ricadute dal camino e la direzione dei venti prevalenti.

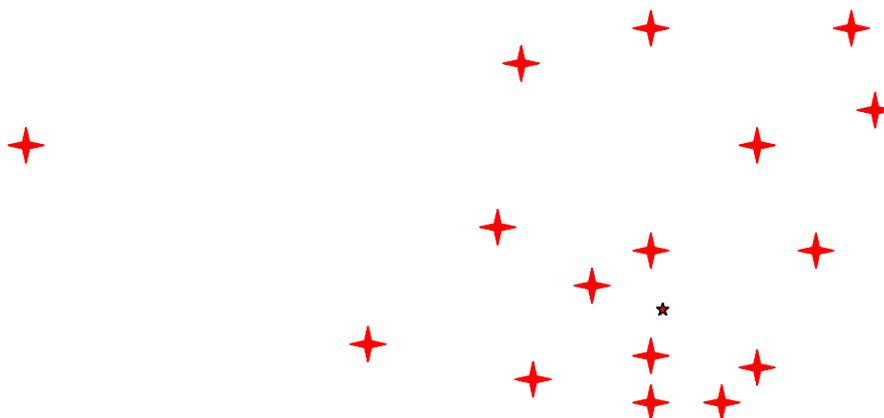


Figura 2 – Distribuzione dei campionamenti dei terreni per IPA e diossine

2.5.1 Metodiche analitiche

- Per la determinazione delle forme chimiche dei metalli pesanti è stata impiegata l'estrazione sequenziale con H₂O, KNO₃ 1M e EDTA 1%,(rapporto suolo- estraente 1:5, tempo di agitazione 6h) secondo una metodica messa a punto all'ICT ed utilizzata sia per suoli agrari che contaminati. Per una maggiore semplicità di lettura nelle tabelle riassuntive è stata riportata l'estraibilità totale:
 - $\Sigma C_{H_2O} + C_{KNO_3} + C_{EDTA}$
data dalla somma delle concentrazioni di metalli solubilizzati dai tre estraenti.
- Il metodo di analisi utilizzato per l'analisi dei metalli totali è il n. XI.1 dei "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo" di cui al DM 13.09.99, con digestione a riflusso su piastra riscaldante e lettura con tecnica di assorbimento atomico in fornello di grafite (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) e FIAS (Hg e As)
- Le determinazioni di PCDD + PCDF sono state effettuate dal laboratorio del Dipartimento ARPAT di Massa con metodo interno consistente in estrazione, purificazione e lettura strumentale con la tecnica della spettrometria di massa accoppiata alla gascromatografia.
- Le determinazioni degli IPA sono state effettuate dal laboratorio del Dipartimento ARPAT di Livorno con un metodo interno per via gascromatografica.

2.6 Risultati

Per una valutazione dei risultati delle analisi dei terreni che consenta di esprimere giudizi sulla qualità dei terreni stessi e di avanzare ipotesi su eventuali impatti dovuti a attività antropiche e ricadute in termini di contaminazione occorre disporre di parametri e valori di riferimento da utilizzare per un confronto. Tali parametri di riferimento possono essere costituiti dai limiti tabellari previsti dalle normative inerenti il suolo, da linee guida e da dati di letteratura relativi alla natura e alla composizione di suoli. La valutazione dei risultati deve inoltre tener conto del confronto con valori di "bianco" relativi a terreni prelevati in zone limitrofe a quella di indagine, e quindi con caratteristiche naturali analoghe, ma sufficientemente lontane da poter essere considerate esenti dall'influenza dei fattori di impatto.

Alla luce di tali considerazioni, una fonte che può essere assunta come riferimento per la valutazione dei dati ottenuti è rappresentata dalla tab. 6 del DM 13.09.99 "metodi ufficiali per l'analisi dei terreni", relativa ai "valori di concentrazione di alcuni metalli pesanti in suoli coltivati e naturali", che riporta gli intervalli di concentrazione riscontrati su numerosi terreni campionati in almeno 10 regioni italiane e ragionevolmente assunti come "normali" e caratteristici di suoli incontaminati; la tabella non comprende dati relativi a mercurio e arsenico e, ovviamente, a IPA e diossine. Un altro riferimento è costituito dai limiti di cui al DM 471/99 relativo alla bonifica dei siti inquinati, che prevede due diversi set di valori, rispettivamente per i terreni con destinazione d'uso residenziale o a verde pubblico e per i terreni ad uso industriale, integrati dai limiti previsti dal Regolamento Regionale n. 32 del 17.07.2001 per i terreni ad uso agricolo. I valori limite indicati dalle citate normative sulle bonifiche, mentre sono obiettivo vincolante per i siti soggetti a

procedura di bonifica, possono costituire, nel caso dell'indagine in oggetto, parametri di riferimento indicativi per una valutazione complessiva della qualità dei suoli; occorre osservare peraltro che tali limiti sono sostanzialmente in linea con i valori medi riportati nella tab. 6 del DM 13.09.99.

Parametro	u.d.m.	DM 13.09.99	DM 471/99	DM 471/99	Reg. R.T. 32/2001
			<i>residenziale</i>	<i>industriale</i>	<i>agricolo</i>
Arsenico	<i>mg/Kg.</i>		20	50	20
Cadmio	<i>mg/Kg.</i>	0,1 - 5	2	15	3
Cromo	<i>mg/Kg.</i>	10 - 150	150	800	750
Mercurio	<i>mg/Kg</i>		1	5	0,5
Nichel	<i>mg/Kg</i>	5 - 120	120	500	150
Piombo	<i>mg/Kg.</i>	5 - 120	100	1000	375
Rame	<i>mg/Kg</i>	10 - 120	120	600	150
Zinco	<i>mg/Kg</i>	10 - 150	150	1500	600
Diossine (Σ)	<i>mg/Kg T.E.</i>		1×10^{-5}	10×10^{-5}	$100 \times 10^{-5} (*)$
IPA (Σ)	<i>mg/Kg.</i>		10	100	0.1 + 0.1

(*) Espresso in sommatoria delle concentrazioni: il dato, se espresso in tossicità equivalente, risulterebbe notevolmente inferiore

Figura 3

Dal confronto dei risultati ottenuti per i parametri analizzati (Tabella 2) con i suddetti valori di riferimento, sintetizzati in Figura 3, si possono fare le osservazioni di seguito riportate

2.6.1 Diossine

Le diossine sono i microinquinanti più tipici emessi dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani, e vengono considerati come i più significativi indicatori dell'impatto di tali impianti sull'ambiente; verso questi composti è rivolta una particolare attenzione anche in rapporto alla loro elevata tossicità, e meritano pertanto una valutazione approfondita.

Le diossine sono molecole costituite da due anelli benzenici variamente sostituiti con atomi di cloro e collegati da due ponti di ossigeno. Sono composti dotati di elevata stabilità chimica e resistenza alla degradazione termica, scarsamente volatili, caratterizzati da bassissima solubilità in acqua e spiccata liposolubilità. Tali caratteristiche chimico-fisiche ne determinano la lunga persistenza nell'ambiente e la bioaccumulazione negli organismi animali.

Le diossine sono prodotte durante l'incenerimento dei rifiuti a causa di una combustione incompleta di sostanze contenenti cloro. Esse si formano per riarrangiamento di molecole clorate durante il raffreddamento dei fumi nel camino, a temperature intorno a 300° C, piuttosto che durante l'incenerimento. Attualmente, tuttavia, da un lato l'adozione di tecnologie di combustione più evolute ed efficaci, dall'altro l'utilizzo di impianti di abbattimento dei fumi altamente efficienti (combinazione di cicloni, filtri a carbone attivo, filtri a manica), consentono di ridurre drasticamente le emissioni di diossine dagli impianti di incenerimento.

Tabella 2
1 di 3

Risultati analisi dei terreni

Camp.	Cadmio mg/Kg s.s.	Cromo mg/Kg s.s.	Nichel mg/Kg s.s.		Rame mg/Kg s.s.		Piombo mg/Kg s.s.		Zinco mg/Kg s.s.		Mercurio mg/Kg s.s.	Arsenico mg/Kg s.s.	IPA Tot. mg/Kg s.s.	Diossina Tot. ng/Kg s.s. T.E.	S.O. %	CSC %	pH	ARGILLA %	LIMO %	SABBIA %
			estrabile	tot	estrabile	tot	estrabile	tot												
1	1,00	14,9	2,0	106,70	18,50	72,90	17,00	45,10	16,00	307,90	0,08	6,50			3,8	23,5	7,9	43,1	39,5	17,3
2	1,00	128,8	2,2	110,80	5,80	44,70	4,40	28,00	6,30	120,60	0,12	8,20			2,1	10,1	7,6	39,1	44,3	16,9
3	0,70	97,1	1,8	77,80	7,70	53,30	3,80	23,40	7,50	89,50	0,06	5,70	0,04	1,40E-06	3,0	13,7	7,8	29,6	29,8	43,8
4	1,00	130,7	2,2	110,80	5,90	46,50	3,80	25,50	6,00	114,60	0,06	8,80			1,3	14,8	8,0	32,6	30,6	36,8
5	1,00	133,3	2,3	104,20	5,90	46,80	3,70	23,20	7,80	153,80	0,03	8,40	0,07	7,00E-07	4,2	22,2	8,0	52,8	42,8	4,3
6	1,00	133,8	2,5	114,40	7,80	50,10	3,80	27,40	7,70	155,60	0,10	7,80			5,8	24,7	8,3	52,7	37,2	10,1
7	0,70	84,5	1,2	69,30	4,20	32,80	3,80	28,00	7,20	80,50	0,12	5,40	0,02	2,40E-06	2,0	13,7	7,9	34,0	39,4	26,7
8	0,84	112,8	1,5	102,80	10,00	138,20	7,00	35,20	3,00	109,00	0,25	8,20			3,0	17,4	8,2	42,4	39,8	17,7
9	1,00	122,8	1,5	100,30	0,60	83,90	13,50	46,60	6,00	139,60	0,13	7,40			3,0	17,4	7,8	34,3	43,8	21,9
10	0,80	110,1	1,4	92,50	5,00	38,30	3,50	20,40	7,00	95,90	0,04	6,40			2,8	17,4	7,8	34,3	43,8	21,9
11	0,79	98,3	1,2	87,30	7,80	63,40	3,60	23,70	6,00	109,60	0,07	5,20			5,0	22,4	8,0	29,8	44,7	25,8
12	0,50	62,3	1,0	57,50	7,70	57,80	1,80	18,30	3,50	93,70	0,12	4,70			6,0	28,7	7,8	15,2	15,9	69,3
13	0,59	80,0	1,2	65,70	17,50	84,00	6,80	33,90	7,00	86,80	0,21	5,10	0,02	6,00E-07	5,3	22,4	8,1	18,5	25,2	56,3
14	0,80	87,4	2,0	86,00	20,50	71,80	12,00	30,00	7,00	92,70	0,15	5,00	0,12	7,00E-07	6,8	29,9	8,1	19,4	23,2	57,4
15	0,54	63,9	0,9	51,30	26,00	99,90	3,70	26,70	6,40	81,30	0,04	3,90			5,5	23,6	7,8	14,8	17,3	67,7
16	0,80	73,4	1,5	57,30	32,50	121,40	30,50	168,20	22,50	225,20	0,50	4,80			7,1	17,4	7,9	16,7	19,7	63,8
17	0,80	75,6	1,1	62,80	26,00	97,20	4,50	20,30	6,50	92,10	0,12	4,40	0,23	1,10E-06	5,0	22,4	7,8	21,9	33,9	44,2
18	0,84	79,3	1,1	62,50	8,00	47,30	16,00	52,90	5,80	79,80	0,13	5,70			5,8	27,4	7,8	15,5	21,8	61,7
19	0,76	99,1	1,2	85,60	17,00	76,00	13,70	49,20	7,70	132,60	0,21	5,90	0,05	1,50E-06	5,8	24,9	8,0	27,1	39,1	33,9
20	0,70	97,6	1,3	82,50	6,80	38,30	3,60	23,40	6,00	107,10	0,05	5,90	0,08	2,10E-06	5,8	21,1	8,2	39,5	37,7	22,8
21	0,82	89,6	1,5	67,60	16,00	98,80	76,00	207,10	164,90	1286,00	0,04	4,90	0,1	2,30E-06	1,0	28,6	8,0	11,7	18,5	69,8
22	0,65	69,6	1,5	59,20	7,00	47,00	46,50	101,50	26,50	188,30	0,11	4,60			5,2	12,5	8,1	19,8	30,9	49,3
23	0,70	80,4	1,2	60,50	5,70	37,00	3,50	21,70	5,70	76,10	0,03	5,70			4,2	12,4	7,9	23,0	28,4	47,8
24	0,54	69,8	1,0	61,80	4,20	31,40	1,80	18,90	4,80	72,90	0,03	4,10			1,0	17,4	8,2	13,4	25,4	61,3
25	0,75	99,2	1,3	87,10	15,50	71,80	3,80	28,40	7,20	95,70	0,04	5,20			0,5	16,0	7,8	25,6	30,5	44,0
26	0,63	110,9	1,4	94,40	7,00	58,00	3,50	24,60	6,50	82,80	0,04	3,80	0,14	1,80E-06	3,5	14,9	7,3	14,1	28,0	57,9
27	0,74	94,4	1,2	80,20	23,00	105,80	7,10	38,60	7,80	162,90	0,13	5,40			8,0	24,9	8,1	20,6	32,6	46,7
28	0,70	84,5	1,4	74,80	24,70	97,70	3,50	24,40	6,20	107,10	0,03	5,10			1,8	14,9	7,3	16,1	20,0	61,0
29	0,84	120,9	2,5	106,30	5,60	44,80	3,60	27,90	6,00	106,00	0,03	7,00	0,05	1,70E-06	2,0	29,9	7,9	43,1	45,4	11,5
30	0,95	116,3	3,0	112,70	14,00	80,20	9,50	30,50	5,80	136,20	0,07	6,70			4,0	28,6	7,7	39,2	36,2	24,6
31	0,79	102,8	1,4	78,20	13,70	81,80	3,50	20,70	5,30	111,00	0,04	6,40	0,03	1,80E-06	3,9	27,3	8,2	24,7	39,5	35,8
32	0,67	85,3	1,5	67,40	20,10	83,80	3,50	23,00	7,00	86,40	0,28	4,90			1,3	22,4	8,1	22,6	37,0	40,5
33	0,70	89,1	1,5	70,70	13,40	61,00	3,60	20,10	3,20	81,90	0,03	5,20			4,5	16,1	8,0	27,2	30,4	42,4
34	0,65	89,1	1,8	73,50	5,10	40,80	3,60	21,90	6,80	92,30	0,05	4,80			4,7	11,2	8,4	33,3	32,6	34,1

Tabella 2
2 di 3
SABBA
%

Camp.	Cadmio mg/Kg s.s.	Cromo mg/Kg s.s.	Nichel mg/Kg s.s.		Rame mg/Kg s.s.		Piombo mg/Kg s.s.		Zinco mg/Kg s.s.		Mercurio mg/Kg s.s.	Arsenico mg/Kg s.s.	IPA Tot. mg/Kg s.s.	Diossina Tot. mg/Kg s.s. T.E.	S.O. %	CSC %	pH	ARGILLA %	LIMO %	SABBA %
			estrabile	tot	estrabile	tot	estrabile	tot												
35	0.83	80.9	1.3	60.40	4.20	34.80	2.00	14.60	4.70	79.00	0.03	5.00	0.06	1.90E-08	1.9	19.9	8.1	20.2	30.2	40.7
36	0.85	80.8	2.0	66.50	50.10	123.30	6.00	20.50	10.00	95.70	0.03	4.20			2.7	17.4	8.0	22.1	32.3	45.6
37	0.80	85.4	0.9	52.70	19.60	87.90	4.00	28.10	3.10	85.40	0.05	4.70			0.7	17.4	8.2	22.3	30.1	47.6
38	0.80	87.5	1.1	61.50	16.30	82.50	3.80	26.80	3.00	81.10	0.05	4.40			2.6	18.7	8.3	20.9	30.5	48.5
39	0.70	79.8	1.3	67.70	25.10	103.30	21.50	60.80	7.60	146.30	0.20	5.90			1.2	21.1	8.2	20.3	25.2	54.5
40	0.54	71.4	0.8	56.10	13.80	59.20	11.90	40.70	5.80	78.50	0.10	3.80			9.0	23.3	7.4	12.7	14.7	72.6
41	0.52	68.0	1.0	58.00	13.20	58.10	2.20	19.70	2.70	53.90	0.03	4.70	0.02	1.70E-06	0.8	14.9	8.3	17.1	20.3	62.6
42	0.43	60.7	1.2	62.10	4.00	30.00	2.20	19.40	3.00	52.80	0.04	3.80			2.9	18.2	8.1	13.6	15.7	70.8
43	0.62	75.4	1.5	62.20	20.50	78.40	16.50	54.20	19.00	158.10	0.16	3.80	0.12	5.60E-06	3.8	18.1	7.6	23.3	33.8	42.0
44	0.44	67.8	1.7	76.50	5.80	45.00	6.50	31.90	5.80	115.50	0.23	5.33			3.1	27.4	8.3	21.4	47.7	30.9
45	1.30	54.3	1.0	43.50	7.80	66.10	29.90	162.20	24.00	242.80	0.49	4.87			5.7	27.4	8.1	9.1	18.6	72.3
46	0.46	85.8	1.8	83.50	21.00	95.50	6.40	31.90	7.30	87.10	0.16	6.00		0.24	1.8	31.2	8.2	27.4	42.5	30.1
47	0.33	66.4	1.1	47.80	7.40	54.10	9.10	38.60	5.70	78.00	0.15	3.87			1.8	19.8	8.3	6.9	14.7	76.4
48	0.42	66.4	1.1	48.40	4.00	28.80	1.80	15.70	2.80	48.40	0.28	3.00			1.2	19.9	7.9	11.5	19.6	71.9
49	0.08	70.2	1.2	49.90	4.40	37.30	3.50	22.80	3.20	62.10	0.14	6.00			1.8	21.2	7.5	24.2	23.1	62.7
50	0.22	105.4	2.5	104.00	8.30	47.80	4.70	20.60	5.80	107.70	0.18	7.87			1.2	18.4	7.5	23.6	20.4	56.0
51	0.19	105.4	2.4	105.40	5.80	44.30	4.40	26.80	2.80	69.00	0.29	6.00			1.1	16.8	7.7	21.1	16.2	58.9
52	0.28	109.2	2.6	105.00	5.40	42.70	4.10	22.70	2.40	97.90	0.33	6.00			1.4	37.4	6.2	48.1	29.2	22.7
53	0.07	77.0	1.5	53.10	5.70	49.20	4.30	27.30	3.30	66.00	0.13	6.00			1.2	21.1	8.1	27.5	22.2	50.3
54	0.87	42.6	0.7	24.60	15.00	71.80	24.82	123.10	28.00	196.70	0.28	3.87			2.4	22.4	7.9	21.3	26.5	52.2
55	0.18	93.2	1.7	71.10	3.80	26.80	3.80	24.50	22.20	222.20	0.23	6.00			2.4	26.1	7.7	27.4	20.8	51.8
56	0.22	80.5	1.0	57.00	4.20	33.20	3.60	26.50	6.10	113.50	0.16	4.87			2.4	26.1	7.5	33.1	21.0	45.9
57	0.16	79.4	0.8	50.20	3.10	21.10	3.50	27.30	7.30	84.80	0.22	6.33			1.8	18.5	7.6	22.0	31.7	46.3
58	0.41	112.3	1.8	99.90	21.50	92.80	4.20	29.80	7.50	122.80	0.30	6.87			1.5	16.6	7.6	22.0	31.7	46.3
59	0.81	100.1	2.1	93.40	8.20	48.80	6.70	35.10	7.80	133.80	0.25	7.87			1.2	17.2	7.8	24.3	29.5	58.3
60	0.80	107.2	2.2	113.40	8.10	47.70	3.80	24.50	19.20	158.30	0.21	6.00			3.8	21.2	8.1	37.9	28.2	36.7
61	0.22	135.3	2.4	121.00	5.90	50.10	4.00	29.80	18.00	152.10	0.31	9.33			1.8	18.1	7.8	30.2	25.4	43.4
62	0.19	52.7	0.9	38.30	18.00	84.60	21.50	77.60	7.50	96.50	0.42	3.33			2.1	35.9	8.3	58.6	27.9	13.5
63	0.15	48.7	0.9	33.70	0.02	6.15	3.50	27.20	7.80	89.00	0.15	6.33			1.8	17.4	7.9	35.5	25.4	36.1
64	0.44	83.2	1.2	75.80	40.40	271.10	8.20	40.70	6.80	123.40	0.31	6.00			2.1	21.4	7.6	22.5	28.7	47.8
65	0.31	83.1	2.2	100.50	16.30	85.70	6.90	33.20	8.00	128.60	0.21	5.20			2.0	18.2	7.7	24.1	30.2	45.7
66	0.33	47.9	1.0	40.20	14.40	69.20	3.60	29.60	7.80	91.40	0.25	2.87			4.8	22.3	7.6	19.2	30.4	50.4
67	0.15	54.4	1.5	48.80	26.00	128.70	8.80	40.50	7.80	66.50	0.18	4.87			2.5	18.2	8.0	21.1	30.7	48.2
68	0.41	116.0	2.4	107.40	8.20	43.70	6.30	31.60	6.70	137.80	0.19	6.00			2.0	17.5	7.4	22.2	35.1	42.7
70	0.36	113.4	2.5	107.60	8.00	47.80	3.80	27.30	8.10	134.40	0.18	10.00			2.1	16.9	7.5	23.4	36.0	40.6

Tabella 2
3 di 3
SABBIA
%

Camp.	Cromo mg/Kg s.s.	Cadmio mg/Kg s.s.	Nichel mg/Kg s.s.	Rame mg/Kg s.s.		Piombo mg/Kg s.s.		Zinco mg/Kg s.s.		Mercurio mg/Kg s.s.	Arenico mg/Kg s.s.	IPA Tol. mg/Kg s.s.	Diossine Tot. mg/Kg s.s. T.E.	S.O. %	CSC %	pH	ARGILLA %	LIMO %	SABBIA %
				estrabile	tot	estrabile	tot	estrabile	tot										
71	0,34	70,8	1,2	62,90	14,20	85,30	3,50	25,10	7,60	87,90	0,13	5,00	1,5	22,4	7,7	17,3	27,1	55,6	
72	0,39	86,8	1,1	80,50	8,70	59,40	15,10	50,80	6,10	120,50	0,42	4,67	5,7	27,4	8,1	14,2	26,4	59,4	
73	0,35	118,6	2,0	100,90	15,90	76,20	12,00	43,30	8,20	160,80	0,18	8,00	3,2	32,3	8,1	41,5	36,1	22,4	
74	0,29	95,2	1,7	87,30	4,30	42,20	3,60	30,30	5,70	108,60	0,18	6,67	4,6	27,9	8,0	20,3	26,5	53,2	
75	0,40	110,5	2,1	102,50	13,50	83,40	10,50	41,80	17,00	143,70	0,15	6,00	1,8	23,1	7,9	20,8	28,2	51,0	
76	0,47	100,5	1,0	51,00	4,00	32,90	10,90	51,50	12,00	130,90	0,33	4,00	4,8	22,5	7,8	21,4	32,2	46,4	
77	0,08	81,4	1,4	75,00	5,80	42,70	3,50	24,50	4,70	78,10	0,20	8,00	1,7	16,7	8,0	17,1	47,6	35,3	
78	0,07	81,2	1,1	93,20	5,30	37,90	2,80	21,60	4,25	74,70	0,16	5,00	3,0	20,0	8,4	14,7	26,2	58,1	
79	0,02	89,3	1,2	81,40	5,20	46,50	3,70	25,70	6,50	83,60	0,23	7,00	0,9	20,5	8,4	24,7	36,8	38,5	
80	0,04	65,3	0,9	54,00	7,00	53,90	1,80	18,70	3,92	57,40	0,10	4,30	1,7	13,1	8,8	15,7	22,8	61,5	
81	0,11	53,8	1,0	45,50	16,00	115,80	3,80	28,70	4,87	71,00	0,18	2,70	3,4	16,7	8,4	13,8	19,4	66,8	
82	0,17	47,9	0,8	44,23	7,90	56,97	10,10	65,54	7,51	155,70	0,60	6,30	5,7	18,1	6,4	12,1	17,2	70,7	
83	0,13	63,0	0,8	53,82	22,40	100,30	7,10	38,01	2,89	90,37	0,21	5,30	4,3	4,9	8,1	17,9	23,3	58,8	
84	0,07	63,5	1,0	52,43	17,10	80,32	6,40	32,20	4,75	77,32	0,19	4,50	2,5	16,6	6,4	16,1	24,1	56,8	
85	0,05	74,6	1,8	78,05	1,10	17,99	3,92	28,30	3,26	50,03	0,39	5,50	1,7	6,8	6,7	6,2	7,2	86,6	
86	0,17	51,2	0,8	40,20	4,20	46,80	40,30	111,00	15,90	147,50	0,24	5,50	7,3	23,7	6,2	11,8	17,7	70,5	
87	0,10	88,4	1,9	89,90	4,00	43,36	3,46	20,01	4,25	87,86	0,30	4,50	5,7	27,4	7,8	37,2	39,5	23,3	
88	0,05	71,0	1,1	69,83	3,80	47,76	2,74	17,64	3,51	56,62	0,13	3,50	1,8	14,9	7,6	16,7	26,2	57,1	
89	0,08	114,0	2,1	109,10	5,30	43,86	2,95	22,45	4,86	95,39	0,14	6,50	1,4	26,7	6,3	52,2	36,6	11,2	
90	0,05	44,4	0,9	37,56	39,20	230,00	54,20	197,10	27,50	573,50	0,25	4,30	12,4	25,5	7,7	8,9	13,3	76,8	
91	0,05	50,1	0,8	33,36	3,10	31,67	3,90	27,13	4,20	56,79	0,30	2,50	0,5	15,6	6,8	8,2	9,6	82,2	
92	0,06	60,0	0,9	53,55	4,00	48,50	2,41	22,67	5,41	81,81	0,16	3,00	1,6	10,6	6,6	14,8	15,6	86,6	
93	0,06	104,0	1,5	103,50	2,80	45,38	3,50	22,08	2,15	92,38	0,11	5,00	2,8	26,9	8,5	60,9	28,7	10,8	
94	0,11	82,5	1,5	104,60	3,50	44,71	3,58	25,76	3,50	83,06	0,14	8,00	7,2	26,9	8,4	47,7	32,4	16,9	
95	1,10	38,3	0,8	34,24	22,10	88,49	10,20	44,48	25,60	329,20	0,14	0,30	7,0	23,7	8,2	11,6	24,9	63,5	
96	0,04	78,9	1,6	72,12	17,20	78,48	2,72	20,37	5,99	76,15	0,13	6,60	2,7	14,3	8,4	20,5	36,3	43,2	
97	0,06	121,6	2,0	110,00	3,80	46,89	3,95	25,54	11,10	105,90	0,11	10,30	2,9	25,4	8,5	58,6	31,5	9,9	
98	0,12	55,3	1,0	52,62	27,40	206,50	15,40	75,85	12,80	160,30	0,14	8,00	4,9	23,7	8,3	13,2	24,4	62,4	
99	0,04	88,9	1,2	95,40	7,40	50,94	2,30	17,81	8,20	73,37	0,16	7,60	1,8	23,1	8,4	31,1	38,1	28,8	
100	0,11	76,5	1,3	69,23	22,5	89,78	5,4	32,47	10,5	129,40	0,20	12,00	1,6	10,5	8,9	8,8	11,4	78,8	

L'inceneritore di Ospedaletto è attualmente inattivo proprio per la realizzazione di una ristrutturazione dell'impianto che consenta il contenimento delle emissioni entro i limiti previsti dalle nuove normative per tutti i parametri ivi comprese le diossine.

I valori della sommatoria delle diossine espressi in tossicità equivalente risultati dall'analisi sono, in tutti i terreni, ampiamente inferiori ai limiti di cui alle norme succitate. L'allegato 1 del DM 471/99 riporta infatti, nella situazione più cautelativa relativa ai terreni ad uso residenziale, un limite di 1×10^{-5} mg/Kg, espresso come tossicità equivalente, mentre i valori riscontrati nei campioni oscillano tra 0.06×10^{-5} mg/Kg e $0,58 \times 10^{-5}$ mg/Kg. Le concentrazioni estremamente basse delle diossine, che comportano un considerevole sforzo analitico per la loro rilevazione, pur disponendo di tecniche e strumentazioni estremamente sensibili, ci inducono a ritenere che il range di variabilità dei risultati tra i due estremi indicati debba essere interpretato come una normale oscillazione intorno a valori comunque molto bassi piuttosto che come una effettiva e significativa differenza delle concentrazioni tra un punto e l'altro. E' pertanto estremamente critico, a nostro avviso, il tentativo di individuare un trend delle concentrazioni di diossine in funzione delle coordinate dei punti analizzati. Questa ipotesi è ulteriormente avvalorata dal fatto che il punto n. 47, corrispondente ad un terreno nella zona al di fuori del cerchio di indagine ed assunto come bianco in quanto significativamente lontano dall'inceneritore, presenta uno dei valori più alti di concentrazione delle diossine (sommatoria) riscontrati.

E' ormai ampiamente documentato che l'incenerimento dei rifiuti costituisce la più importante sorgente e il più significativo contributo all'immissione di diossine nell'ambiente. L'interpretazione dei dati ottenuti, peraltro confortanti, può essere pertanto effettuata assumendo che, nell'ambito della nostra indagine, la presenza delle diossine sul suolo sia da attribuire pressoché totalmente all'inceneritore. Alla luce di tali considerazioni, ci sembra utile un confronto delle concentrazioni rilevate con quelle prevedibili in rapporto alla quantità di diossine effettivamente rilasciate dall'inceneritore nel suo periodo di attività. Questa può essere valutata, in modo approssimativo ma comunque indicativo, mettendo in relazione i dati di concentrazione delle diossine alle emissioni, misurati da ARPAT nel corso dell'ultima campagna di controllo, con la portata del camino ed il periodo di attività dell'impianto, e ripartita su un volume di terreno verosimilmente interessato dalle ricadute, secondo lo schema di calcolo riportato in figura 4 (si assume una portata di 80.000 mc/ora, per un periodo di attività di 17 anni, ed una ricaduta su un'area circolare di 3 Km di raggio per uno spessore di 20 cm). Il valore ottenuto, pari a $1,39 \times 10^{-5}$ mg/Kg, deve essere assunto come puramente indicativo dell'ordine di grandezza delle concentrazioni di diossine piuttosto che come un dato esatto, considerando la variabilità delle condizioni di esercizio dell'impianto degli anni, ma è comunque significativo per un confronto con i dati effettivamente riscontrati; questi ultimi risultano di circa un ordine di grandezza inferiori rispetto al dato calcolato. Tale discrepanza può tuttavia essere interpretata considerando le caratteristiche chimico-fisiche ed il comportamento delle diossine nell'ambiente, ampiamente discusso in letteratura (Schrecker, "Dioxins and Health", 1994), con particolare attenzione ad alcuni tipi di fenomeni che contribuiscono all'abbattimento della concentrazione:

1. Il trasporto aereo: è ben noto che le diossine emesse con i fumi sono adsorbite sul particolato solido che ne favorisce il trasporto aereo, anche per distanze estremamente lunghe, e il drastico allontanamento dalla sorgente originaria; è infatti riportata da alcuni autori la presenza di diossine in zone remote, estremamente lontane da attività antropiche che possono averle prodotte, attribuita alla migrazione nell'aria.
2. La degradazione: benché le diossine siano composti chimicamente e termicamente molto stabili e scarsamente volatili, è pur dimostrata una fotosensibilità di tali composti, con conseguente degradazione, particolarmente quando sono dispersi in aria ma anche, seppure in misura minore e con tempi molto più lunghi, sul suolo. In quest'ultimo caso possono inoltre diventare significativi anche fenomeni a lungo termine di biodegradazione ad opera di microorganismi.
3. La ricaduta in mezzi acquosi: Le diossine sono sostanze estremamente liposolubili ma altamente insolubili nell'acqua; pertanto la ricaduta in sistemi acquosi delle diossine adsorbite sul particolato aereo determina una rapida deposizione sul fondo
4. La dispersione su matrici vegetali: Pur essendo dimostrato che le diossine non sono assorbite dalle piante, la rideposizione delle diossine aerodisperse interessa la superficie fogliare delle piante che intercettano in tal modo, riducendola, la ricaduta sul suolo.

Figura 4

SCHEMA DI CALCOLO

della concentrazione attesa di diossine sul suolo

(Le concentrazioni di diossine sono sempre espresse come tossicità equivalente)

Concentrazione di diossine misurata alle emissioni (1997)	0,012 µg/Nmc
Portata dei fumi al camino:	80.000 Nmc/h
Orario giornaliero di marcia dell'impianto:	24 ore
Giorni di lavoro per anno:	300 gg
Periodo di attività (considerando i periodi di fermata)	17 anni
Raggio della superficie di terreno interessata:	3 Km
Spessore di terreno interessato:	20 cm
Peso specifico medio del terreno:	1,5 t/mc

$$0,012 \times 80000 \times 24 \times 300 \times 17 = 1,175 \times 10^8 \text{ } \mu\text{g} = 1,175 \times 10^5 \text{ mg}$$

diossine totali emesse

$$3000^2 \times 3,14 \times 0,20 = 5,652 \times 10^6 \text{ mc}$$

volume di terreno interessato dalla ricaduta

$$5,652 \times 10^6 \times 1,5 = 8,478 \times 10^6 \text{ t} = 8,478 \times 10^9 \text{ Kg}$$

$$\frac{1,175 \times 10^5}{8,478 \times 10^9} = 1,385 \times 10^{-5} \text{ mg/Kg}$$

Concentrazione di diossine attesa

L'insieme di questi fattori contribuisce evidentemente ad abbattere le quantità di diossine effettivamente presenti nel suolo rispetto a quelle emesse e attese. A tutto questo va aggiunta, inoltre, la dispersione provocata dal dilavamento superficiale ad opera delle acque, nonché dalle attività agricole o edili, laddove esistenti, che comportano rivoltamenti o rimozioni del terreno per spessori superiori a quelli da noi assunti nel calcolo previsionale.

Sulla base delle considerazioni fatte, la discrepanza tra il valore calcolato ed i dati ottenuti appare ragionevolmente colmata e si può ritenere che i dati reali siano sostanzialmente coerenti con quelli attesi.

Come ulteriore considerazione conclusiva, i dati della concentrazione delle diossine ricavati dall'indagine risultano ampiamente in linea con i riferimenti tratti dalla letteratura relativamente ai valori tipici ed ai valori limite per la tutela della salute e dell'ambiente, che di seguito si riportano con le relative fonti.

Fonte	Concentrazione delle diossine	
	Uso Residenziale	Uso Industriale
DM 471/99, All. 1, Tab. 1	1 x 10 ⁻⁵	1 x 10 ⁻⁴
Di Domenico et. Al., 1993a (1)	Suoli italiani aree aperte: range 0,01 ÷ 0,43 x 10 ⁻⁵ mg/Kg T.E.	
D.R. Zook et al., 1994 (2)	Suoli in generale: range variabile tra 0,1 e 250 x 10 ⁻⁵ mg/Kg	
Organizzazione Mondiale della Sanità (3)	Limite massimo nel suolo tollerabile per l'esposizione umana: 2 x 10 ⁻⁵ mg/Kg	
Environmental Protection Agency (4)	Valore medio atteso nel suolo: 1 x 10 ⁻⁵ mg/Kg	
Environmental Protection Agency (4)	Limite massimo nel suolo oltre al quale esiste rischio per la popolazione: 1 x 10 ⁻³ mg/Kg = 100 x 10 ⁻⁵ mg/Kg	
Environmental Protection Agency (4)	Valori limite oltre i quali può essere necessaria la bonifica: Suoli urbani > 100 x 10 ⁻⁵ mg/Kg	Suoli commerciali > 500 x 10 ⁻⁵ mg/Kg

(1) Di Domenico et. Al., "IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans", 1997, vol 69, pag 82.

(2) D.R. Zook et al., "Dioxines and Health", ED. Schecter, 1994, pag 97.

(3) C.C. Travis et al., "The Science of the Total Environment", 1991, vol. 104, pag.119-121.

(4) EPA - Sito INTERNET - EPA Region 8 – ROCKY MOUNTAIN ARSENAL – "Facts about Dioxines" Novembre 1999.

2.6.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Gli IPA sono composti organici costituiti da due o più anelli aromatici condensati, che presentano caratteristiche chimico-fisiche analoghe a quelle già descritte per le diossine (bassa volatilità, scarsa solubilità in acqua, stabilità) ma dotate di una maggiore degradabilità soprattutto fotochimica. Pur essendo microinquinanti tipicamente prodotti in tutti i processi di combustione dei materiali carboniosi, l'incenerimento dei rifiuti non rappresenta la sorgente più significativa di IPA, che risulta essere senza dubbio, tra le attività antropiche, l'emissione degli scarichi autoveicolari.

Le concentrazioni degli IPA determinate sui campioni di terreno risultano nella quasi totalità dei casi inferiori ai limiti di rivelabilità analitica, e comunque la loro sommatoria è sempre ampiamente al di sotto dei limiti di cui al DM 471/99.

Questo dato è in linea con le aspettative in quanto gli IPA, pur essendo senza dubbio sostanze caratteristiche dei processi di incenerimento, a differenza delle diossine si formano proprio nella fase di combustione se questa non è condotta in condizioni ottimali, e la loro produzione è quindi contenuta quando i parametri del processo di combustione sono corretti. Come detto in premessa, inoltre, questi composti sono meno difficilmente degradabili rispetto alle diossine, e ci si può attendere una significativa attenuazione naturale. D'altra parte, data la minor tossicità degli IPA rispetto alle diossine, i relativi valori di riferimento ambientali sono conseguentemente più elevati.

2.6.3 *Metalli pesanti totali*

I metalli pesanti analizzati (Cadmio, Cromo, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio oltre all'Arsenico) meritano ampia discussione. Le concentrazioni dei metalli pesanti sul suolo sono infatti funzione di diversi fattori quali la composizione naturale derivante dalle caratteristiche delle rocce originarie, l'utilizzo di sostanze quali antiparassitari o fertilizzanti, le emissioni in atmosfera originate da attività antropiche.

In rapporto al possibile impatto delle emissioni dell'inceneritore sulla concentrazione dei metalli nel suolo, conseguente al rilascio dei metalli stessi nei fumi, occorre infatti distinguere, tra gli elementi analizzati, quelli presenti in quantità più o meno significative nella composizione merceologica dei rifiuti urbani, e tra questi quelli più o meno volatili. In tal senso Mercurio, Arsenico e Cadmio, pur essendo estremamente volatili, sono solo eccezionalmente presenti nei rifiuti; Cromo e Nichel hanno bassa volatilità e sono scarsamente presenti nei materiali costituenti i rifiuti urbani; Zinco e Piombo sono caratterizzati da una relativamente elevata volatilità e da una notevole incidenza nella composizione merceologica dei rifiuti; il rame può essere considerato elemento con caratteristiche intermedie tra gli ultimi due gruppi. Sulla base di queste considerazioni, ci si può attendere che un eventuale apporto di metalli determinato dall'inceneritore riguardi preferenzialmente zinco e piombo e, in misura minore, rame, e non vi siano invece significative diffusioni degli altri metalli, o per scarsa volatilità o per scarsa presenza nei rifiuti o per entrambe le circostanze. Queste considerazioni sono avvalorate anche da dati di letteratura relativi all'emissione di metalli pesanti prodotte da inceneritori di rifiuti.

L'esame dei risultati delle analisi sui campioni di terreno ci consente di affermare che:

- Tutti i terreni analizzati presentano concentrazioni di arsenico, mercurio, cadmio, cromo e nichel ampiamente in linea con i riferimenti assunti
- Si osservano in alcuni punti valori superiori a quelli di riferimento per zinco, piombo e rame, come riportato in tabella 3.

SUPERAMENTO VALORI DI RIFERIMENTO DEI METALLI

Camp.	Zinco mg/Kg s.s.	Rame mg/Kg s.s.	Piombo mg/Kg s.s.	PUNTI DI PRELIEVO
1	307,9			Campo di grano dietro l'inceneritore in direzione sud-ovest
5	153,9			Campo di rape, via di Granuccio, di fronte alla ditta HD Pittini
6	155,9			Incolto, via di Granuccio
8		138,2		Campo diserbato, via di Titignano all'altezza del ponticello
16	225,2	121,4	166,2	Campo arato, da via Capannelle verso la superstrada prima del cavalcavia all'altezza dei pozzi artesiani
19	132,8			Incolto, vicino alla nuova Teseco
21	1286		207,1	Incolto via Emilia angolo via Meucci lato casa abbandonata
22	188,3		101,5	Incolto (fosso) via Emilia di fronte al precedente
27	162,9			Incolto da tre anni, via di Caligi, sotto il ciliegio
36		123,3		Campo coltivato (grano e vigna), dopo l'azienda Le Rene, alla casa coi rifrangenti sugli alberi
45	242		162,2	Incolto, viale d'Annunzio, Parco Naturale proprietà Donato e Cavelli
54	196,7		123,1	Prato sotto la pineta via Palazzi Coltano
55	222,2			Prato via del Viadotto Coltano
59		195,5		Campo di medica al di là del Canale verso l'Emilia
61	158,3			Campo arato via Pezzi, prima del cavalcavia, sulla ferrovia a destra vicino al canale
62	152,1			Campo di sorgo, lungo la rete della pista dell'aeroporto militare
68		128,7		Campo di rape via Le Rene sulla destra prima di via Guscella
73	160,8			Campo erpicato lungo la ferrovia via di Scepre prima del cavalcavia a sinistra
82		155,7		Cortile privato sotto un canneto nell'abitato di Riglione via Fonda
83		166,3		Terreno lavorato sotto siepe di alloro, fine via tre Cancelli
86			111	Incolto dietro casa diroccata via Emilia angolo via Meucci sotto il cipresso
90	573,5	238	197,1	Campo incolto adiacente a orti sotto al SS FIPILI alla fine di via della Ferrovia (porta Fiorentina)
95	329,2			Terreno vicino ad orto ma non coltivato Coltano Circolo Arci
98	156,2	206,5		Incolto via Malpigli zona industriale di Ospedaletto

Osservando che molti di questi valori si attestano, seppure di poco superiori, comunque intorno ai limiti, e che tutti i valori sono comunque inferiori ai limiti stabiliti dal DM 471/99 per i terreni industriali, ci sembra ragionevole ritenere che:

- i terreni che presentano concentrazioni di metalli superiori ai limiti sono in effetti fenomeni puntiformi in un quadro generale dell'intera area che non evidenzia, vista nel suo complesso, sostanziali criticità relativamente ai metalli pesanti. Occorre sottolineare tra l'altro che alcuni di questi terreni corrispondono a "bianchi" al di fuori della zona di indagine. I punti in questione dovranno essere oggetto di specifici approfondimenti, realizzando campionamenti con maglia più fitta e a diversi livelli di profondità attraverso una indagine mirata a definire l'effettiva entità della concentrazione dei metalli intorno ai punti stessi e al delimitare dell'area immediatamente circostante interessata dal fenomeno, che resta comunque scarsamente significativa rispetto all'intera zona monitorata e agli scopi di questa indagine.
- Seppure le tipologie dei metalli per i quali si riscontrano situazioni anomale sono in effetti quelle ragionevolmente correlabili alle emissioni dell'inceneritore, non si possono escludere contributi diversi quali il traffico autoveicolare per il piombo, nel caso di prelievi fatti in prossimità di strade di grande scorrimento, o la pratica di trattamenti agricoli per il rame su determinati tipi di coltura, o una molteplicità di diverse attività antropiche come sorgenti di zinco, non ultima l'emissione dagli impianti di riscaldamento

2.6.4 Metalli Pesanti estraibili

Per una valutazione più completa ed esaustiva della contaminazione da metalli del suolo, è opportuno determinare, oltre alla concentrazione totale, anche la concentrazione dei metalli estraibili, indicativa della mobilità dei metalli stessi nel terreno.

I principali fattori che influenzano la solubilità e quindi la mobilità ambientale dei metalli pesanti sono: il pH, la capacità di scambio cationico e la sostanza organica.

In termini schematici i metalli pesanti nel suolo possono essere presenti in diverse forme chimiche:

1) Solubili nella fase acquosa:

- a) come cationi liberi
- b) in complessi con leganti organici e inorganici

2) Sui siti di scambio dei minerali argillosi in forma "scambiabile"

3) Adsorbiti specificamente, su superfici argillose o sugli ossidi di ferro, alluminio e manganese stesso. Adsorbiti e/o complessati dalla sostanza organica

4) Occlusi o coprecipitati con ossidi, carbonati, fosfati o altri minerali secondari

5) Come cationi nei minerali primari, anche in seguito a sostituzioni isomorfe di Ferro e Magnesio.

La distinzione tra le varie forme non è ben definita ed è molto difficile distinguere le reazioni di adsorbimento da quelle di precipitazione, ovvero se l'adsorbimento avvenga da parte dei materiali argillosi o da parte di quelli umici ecc. Nella valutazione del grado di inquinamento di un suolo è comunque essenziale sottolineare che solo le prime tre forme chimiche possono essere coinvolte nei processi ambientali, questo implica che la concentrazione totale dell'elemento nel suolo rappresenta un parametro di modesto significato ambientale, essendo solo le quantità presenti in forma chimica mobile e/o mobilizzabile in grado quindi di inserirsi nei processi ambientali. A questo scopo è prassi comune nell'ambito della chimica del suolo ricorrere a metodologie di estrazione chimica per individuare le specie di valenza ambientale.

Per determinare le diverse forme dei metalli mediante metodi chimici si seguono essenzialmente due strade, una singola estrazione con un unico reagente ritenuto il più idoneo, ovvero una estrazione sequenziale con più reagenti chimici generalmente in ordine di forza estrattiva crescente.

L'estrazione con un singolo solvente porta ad una generica determinazione della forma mobile (ad esempio disponibile per i vegetali), dove con questo termine devono intendersi non solo i metalli appartenenti alle prime tre categorie esposte nell'elenco precedente, ma anche quei metalli che possono rientrare nei processi ambientali per i fenomeni di lenta alterazione del terreno.

Gli estraenti chimici impiegati, limitandoci a grandi categorie, si può dire che sono i seguenti:

- a) semplici soluzioni acquose in diversi rapporti di concentrazione del terreno,
- b) soluzioni di diversa concentrazione di metalli alcalini e alcalino-terrosi che pongono l'accento sulle quantità scambiabili di metalli pesanti,

- c) agenti chelanti tipo EDTA, DTPA, NTA ecc. che raggiungono i metalli complessati o adsorbiti dalla sostanza organica, simulando in aggiunta il comportamento degli essudati radicali,
- d) acidi o miscele di acidi di varia concentrazione
- e) miscele di più estraenti sopra elencati.

Utilizzando l'acqua si è in grado in generale di estrarre quantità estremamente basse in metalli pesanti e spesso solo le tecniche analitiche più raffinate riescono a determinare tali concentrazioni. Nei terreni contaminati, è invece possibile riscontare anche quantità relativamente elevate di metalli pesanti in forma immediatamente solubile.

L'impiego di sali neutri di ammonio o di metalli alcalino o alcalino-terrosi è in grado di estrarre i metalli legati alle superfici cariche negativamente del terreno. Vengono comunemente impiegati sia per reazioni in batch che in colonna. Le quantità di metalli così estraibili variano a seconda della natura dei terreni e del grado di inquinamento da meno dell'1% del totale fino a circa il 70%.

La valutazione dei metalli disponibili mediante agenti chelanti, consente di prendere in considerazione anche quelle forme chimiche di metalli pesanti legati alle sostanze organiche del terreno o adsorbite con legami di natura covalente. In generale l'estraibilità in terreni contaminati è molto superiore a quella dei terreni naturali.

L'impiego di acidi più o meno diluiti tipo acido acetico ovvero acido nitrico sfrutta l'aumentata mobilità dei metalli pesanti dovuta alla diminuzione del pH per correlarla alla quantità mobilizzabile nell'ambiente, anche in questi casi tuttavia, la diversa natura chimica dei metalli accentua notevolmente le differenze di comportamento, ad esempio Zn e Cd hanno una simile mobilità al variare del pH, diversa da quella di Cu e Pb, diversa a sua volta da quella del Ni.

In ogni caso è la chimica del metallo nella soluzione del terreno che svolge il ruolo centrale nell'interazione con l'estraente impiegato.

Nella valutazione della contaminazione del suolo da metalli pesanti spesso accade che la concentrazione totale di un metallo nel terreno sia un parametro troppo generico per determinare la sua mobilità e quindi il suo inserimento nei processi ambientali e il grado di effettiva contaminazione di un suolo.

L'estrazione chimica sequenziale, è considerata sempre più di notevole valore per la speciazione dei metalli pesanti in matrici ambientali ed è di estremo interesse anche per frazionare i metalli nei terreni contaminati.

I reagenti utilizzati vengono scelti sulla base della loro selettività e specificità nei confronti di una particolare forma chimico fisica di un metallo e pur esistendo differenti schemi di frazionamento adottati da diversi autori, sembra ormai appurato che questa strada possa offrire una migliore conoscenza della forma chimica dei metalli pesanti nel terreno, in modo da poter ottenere una migliore valutazione della mobilità e quindi del livello di contaminazione di un suolo. e della possibile contaminazione delle acque di falda.

Anche quando venga impiegato uno stesso reattivo l'efficienza dell'estrazione è fortemente condizionata dal tipo di suolo, dal tempo di estrazione, dalla temperatura, dal pH e dalla quantità di reattivo impiegato rispetto al terreno. Nonostante queste limitazioni l'impiego di una estrazione

sequenziale sembra essere particolarmente idonea per una identificazione delle specie metalliche nel terreno e per la valutazione della loro pericolosità ambientale, pur rimanendo la distribuzione dei metalli nelle varie frazioni definita dal tipo di estraenti impiegati.

3 ARIA

3.1 *Modalità operative*

La caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria è stata realizzata attraverso una indagine, ripetuta in postazioni diverse e sufficientemente rappresentative di differenti situazioni ambientali, per il rilevamento di sostanze aeriformi e particolato, con particolare interesse per alcuni idrocarburi aromatici più diffusi cui si associano aspetti igienico-sanitari.

Nell'ambito della corona circolare di 3 Km di raggio e centro sull'area del termodistruttore sono state individuate 4 postazioni di rilevazione dove effettuare, con l'impiego di un autolaboratorio, per periodi continuativi di circa 15 giorni ciascuno, misure di concentrazione di alcuni inquinanti atmosferici quali Biossido di Zolfo, Idrogeno Solforato, Particolato PM10, Ossido e Biossido di Azoto, Monossido di Carbonio, Ozono ed Idrocarburi Non Metanici. Le postazioni sono state scelte con il criterio di valutare le ricadute dell'area industriale sui centri abitati più vicini e più popolati, ricadenti nel Comune di Pisa.

Tutte le campagne programmate si sono svolte in modo lineare, nel rispetto dei tempi e delle modalità definite nel calendario preliminare.

In aggiunta, è stata condotta una specifica campagna di misure per il rilevamento di Sostanze Organiche Volatili utilizzando campionatori passivi e successiva analisi gas-cromatografica dei prodotti eluiti; nell'ambito della corona circolare definita sono state scelte 28 postazioni: su indicazione dei tecnici del Centro Elaborazione Dati del CNR, che hanno fornito il supporto per la costruzione di mappe tematiche del territorio per la rappresentazione dei dati ambientali, sono state apportate alcune modifiche al programma iniziale. Invece di scegliere 10 postazioni e ripetere tre volte la misura in ciascuna postazione, come stabilito nel programma preliminare, si è preferito scegliere 28 postazioni e limitare il campionamento ad un unico dato. In questo modo i risultati, benchè relativi ad un solo giorno, potranno essere più facilmente utilizzati per la costruzione di mappe consentendo una discontinuità minore tra le zone (ossia una maggiore copertura del territorio e quindi una rappresentazione più aderente alla realtà).

Le postazioni sono state individuate con criteri di rappresentatività spaziale (copertura omogenea dell'area di indagine) e della tipologia d'uso del territorio (aree residenziali, aree artigianali, aree a traffico locale, aree a traffico di scorrimento, aree rurali, vicinanza principali impianti produttivi...).

L'indagine con tecniche di biomonitoraggio, inizialmente accennata come possibilità, è stata scartata per la tipologia del territorio non adatta per questo tipo di approccio in quanto scarsa di alberature.

3.2 *Risultati*

Il controllo della qualità dell'aria, effettuato con l'autolaboratorio nella zona in prossimità del termodistruttore ECOFOR di Ospedaletto, è iniziato il 25 settembre 2001 ed è terminato il 4 dicembre 2001. Sono state monitorate quattro diverse postazioni: tre (Putignano, Riglione, Ospedaletto-Le Rene) selezionate in prossimità di centri abitati e la quarta nella zona industriale-

artigianale compresa tra Ospedaletto e la città di Pisa. Nella tabella 1 sono indicati i relativi periodi di monitoraggio.

<i>CAMPAGNA</i>	<i>I</i> <i>Putignano</i> <i>Campo sportivo</i>	<i>II</i> <i>Ospedaletto</i> <i>via Le Rene</i>	<i>III</i> <i>Zona industriale</i> <i>Ospedaletto</i>	<i>IV</i> <i>Riglione</i> <i>Campo sportivo</i>
<i>Data inizio</i>	25.09.01	11.10.01	29.10.01	14.11.01
<i>Data fine</i>	10.10.01	25.10.01	13.11.01	4.12.01
<i>Caratteristiche zona</i>	Zona periferica, strada interna, traffico contenuto; distante da strade di scorrimento.	Zona abitata, a 100 m da via Emilia.	Zona industriale-commerciale, a 100 m da via Fagianas	Zona periferica, strada interna a scarso traffico, a 100 m da via Tosco Romagnola

Tabella 1: tempi dei monitoraggi effettuati col mezzo mobile

Le percentuali di dati validi per ogni inquinante analizzato sono riportate nella tabella 2 e sono tali da considerare efficiente la strumentazione. Relativamente agli idrocarburi non metanici, lo strumento ha funzionato correttamente solo durante la quarta campagna e per buona parte della terza.

Negli allegati sono riportate le concentrazioni medie orarie di monossido di carbonio, biossido d'azoto, idrogeno solforato, biossido di zolfo ed idrocarburi non metanici. Per il parametro PM-10 sono invece riportate le concentrazioni medie giornaliere.

<i>Inquinante</i>	<i>Putignano</i>	<i>Ospedaletto-Le Rene</i>	<i>Zona industriale Ospedaletto</i>	<i>Riglione</i>
<i>Biossido d'Azoto</i>	90%	97%	91%	84%
<i>Biossido di Zolfo/Idrogeno solforato</i>	90%	96%	93%	98%
<i>Monossido di Carbonio</i>	91%	97%	91%	98%
<i>Idrocarburi non metanici</i>	n.d.	n.d.	85%	83%
<i>PM-10(come campioni giornalieri)</i>	100%	100%	100%	100%

Tabella 2 percentuali di dati validi per i singoli inquinanti

3.2.1 Ossidi di azoto

Gli ossidi d'azoto, che si formano nei processi di combustione per ossidazione dell'azoto atmosferico ad alta temperatura, sono principalmente originati nei motori a scoppio e negli impianti termici. Si ritiene che nel caso specifico il contributo della componente industriale sia secondario, anche in rapporto al periodo in cui gli impianti di riscaldamento sono poco attivi.

	<i>Riferimento</i>	<i>Zona industriale Ospedaletto</i>	<i>Putignano</i>	<i>Riglione</i>	<i>Ospedaletto Le Rene</i>
<i>Media delle concentrazioni medie oraria</i>	<i>40 vlps (Dir 1999/30/CE) 60 vlps +toll</i>	19	11	19	38
<i>Mediana delle concentrazioni medie orarie</i>	<i>50 (v. guida) DPR 203/88</i>	14	8	20	34
<i>98° percentile delle concentrazioni medie orarie</i>	<i>200 (v limite) DPR 203/88 135 (v. guida)</i>	69	35	47	84

Vlps: valore limite protezione salute

Vlps+ toll :valore limite protezione salute incrementato della tolleranza

Tabella 3 Concentrazioni in µg/mc di Biossido d’Azoto

I valori rilevati sono decisamente contenuti come si può osservare dalle elaborazioni riportate in tabella 3. Anche se i valori limite ed i valori guida di riferimento hanno valenza annuale, dal confronto emerge che i livelli misurati sono decisamente inferiori a tali limiti e ragionevolmente si può escludere la possibilità di eventuali superi anche sul lungo periodo, a parità di fonti emissive.

I valori leggermente più elevati sono stati registrati ad Ospedaletto in via Le Rene. Occorre considerare che in tutti e quattro i periodi di monitoraggio, le condizioni meteo sono state favorevoli alla dispersioni degli inquinanti atmosferici; infatti è noto che i fenomeni di accumulo degli inquinanti si verificano prevalentemente nel periodo invernale (dicembre-febbraio), quando le temperature sono più basse e la stabilità atmosferica maggiore.

3.2.2 Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio è originato per quasi il 90% dai residui della combustione che avviene nei motori ed è pertanto il più chiaro “indicatore” di inquinamento da traffico veicolare. Le concentrazioni misurate sono estremamente esigue per le quattro postazioni, come si può osservare dai dati indicati in tabella 4. Il confronto con i valori limite indica un divario di almeno un ordine di grandezza, e quello con i dati misurati nella città di Pisa, evidenzia concentrazioni paragonabili a quelle registrate nella stazione di Scotto, collocata in un giardino pubblico, con l’eccezione della postazione di Riglione, in cui i livelli sono un po’ più elevati.

	<i>Riferimento</i>	<i>Zona industriale Ospedaletto</i>	<i>Putignano</i>	<i>Riglione</i>	<i>Ospedaletto Le Rene</i>
<i>Concentrazioni media oraria massima</i>	<i>40 (v. limite) DPCM 28.03.83 DM 25.11.94</i>	3.0	2.3	7.3	1.6
<i>Media delle concentrazioni medie su otto ore</i>		0.7	0.7	1.2	0.5
<i>Concentrazione oraria massima media su otto ore</i>	<i>10 (v. limite) DPCM 28.03.83</i>	1.6	1.3	5.4	1.0

Tabella 4 Concentrazioni in mg/mc di Monossido di Carbonio

3.2.3 Biossido di zolfo

L'inquinante si forma per combustione di sostanze contenenti zolfo; può perciò essere prodotto dal traffico, particolarmente dalle emissioni dei motori diesel e dagli impianti termici alimentati con combustibili liquidi, che possono contenere zolfo come impurezza. Grazie al continuo e sensibile miglioramento della qualità dei combustibili, nei quali il contenuto di zolfo si è andato progressivamente abbassando, e a seguito anche dell'impiego sempre più estensivo del metano per uso energetico, le concentrazioni di biossido di zolfo nell'aria si sono abbassate sensibilmente nel tempo, come è dimostrato a livello locale e nazionale.

Anche nelle nostre indagini i livelli di biossido di zolfo misurati sono risultati molto modesti.

I valori limite di riferimento sono di due ordini di grandezza superiori e piuttosto significativa è la percentuale di dati orari non apprezzabili dallo strumento e desumibili dalla tabella 5.

	Riferimento	Zona industriale Ospedaletto	Putignano	Riglione	Ospedaletto-Le Rene
Media delle concentrazioni medie oraria	40-60 (v. guida) DPR 203/88	1.5	1.3	1.9	1.9
	20 (vlpe) Dir 1999/30/CE				
Mediana concentrazioni medie giornaliere	80 (SQA) DPR 203/88	0.9	1.1	1.6	1.7
98° percentile delle concentrazioni medie orarie	250 (SQA) DPR 203/88	5.1	3.3	4.7	5.1
Percentuali di concentrazioni orarie non nulle		59%	63%	79%	57%

Vlpe: valore limite protezione ecosistemi

Tabella 5 Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{mc}$ di Biossido di Zolfo

3.2.4 Idrocarburi non metanici

Il parametro che si misura con la strumentazione automatica impiegata è relativo all'insieme dei componenti organici volatili, soprattutto idrocarburi alifatici ed aromatici, con esclusione del metano. E' pertanto aspecifico, poiché non è riferibile ad un composto ben determinato e viene utilizzato, dal punto di vista ambientale, in parallelo alle concentrazioni di ozono; infatti le sostanze organiche volatili contribuiscono alla formazione del così detto smog fotochimico, insieme a monossido di carbonio e ossidi d'azoto, da cui l'ozono è prodotto; per questo motivo l'unico limite esistente, previsto fra gli Standard di qualità dell'aria, ha valore solo in concomitanza di superamento dell'ozono. In generale l'origine di questo tipo di inquinamento è da attribuire oltre che al traffico veicolare, all'evaporazione dei carburanti, al riscaldamento domestico non metanizzato, anche all'attività artigianale ed industriale dove, in alcune lavorazioni, vengono impiegati idrocarburi come solvente.

In Tab. 6 sono riportate le medie triorarie e le medie orarie. A causa di problemi strumentali, non disponiamo dei dati per tutte e quattro le postazioni.

	<i>Riferimento</i>	<i>Zona industriale Ospedaletto</i>	<i>Riglione</i>
<i>Concentrazioni media oraria</i>		28	14
<i>Media delle concentrazioni medie su tre ore (6-9)</i>		23	9
<i>Concentrazione trioraria massima</i>	<i>200 (SQA) DPCM 28.03.83</i>	60	31

Tabella 6 Concentrazioni in µg/mc di Idrocarburi non metanici

I valori misurati sono modesti e nessun supero del valore definito dallo SQA (DPCM 28.03.1983) si è mai verificato nei periodi di osservazione. Per confronto si fa notare che, nello stesso periodo, le concentrazioni di idrocarburi non metanici misurate dalle centraline installate nella zona del Cuoio sono superiori di circa tre volte a questi. Non è possibile effettuare il confronto con la città di Pisa dove questi analizzatori sono stati dismessi da più di un anno, ma è noto che, generalmente, nelle aree urbane si misurano valori all'incirca doppi di quelli registrati nel corso di questa indagine.

3.2.5 *Idrogeno solforato*

Questo inquinante, particolarmente fastidioso per la bassissima soglia olfattiva e l'odore sgradevole, percepibile anche a bassissime concentrazioni (pochi ppb), si produce nei processi di degradazione di sostanze organiche contenenti zolfo in atmosfera povera di ossigeno, ed è presente nelle emissioni di cloache, paludi, zone geotermiche, alcune industrie (concerie, raffinerie petrolifere, produzioni di colle e adesivi, cellulosa e carta). Nella nostra zona non sono noti insediamenti produttivi che possono dar luogo a questo tipo di emissione. I valori registrati sono infatti molto contenuti; il numero di dati diversi da zero è estremamente limitato e, in tutto il periodo di osservazione non si sono mai verificati superi della soglia olfattiva (vedere tabella 7).

	<i>Riferimento</i>	<i>Zona industriale Ospedaletto</i>	<i>Putignano</i>	<i>Riglione</i>	<i>Ospedaletto Le Rene</i>
<i>Concentrazioni media oraria</i>		0.17	0.05	0.40	0.15
<i>Concentrazioni media oraria massima</i>	<i>7 (soglia olfattiva)</i>	2.1	0.6	6.2	2.2
<i>Percentuale dati orari diversi da zero</i>		35%	32%	46%	41%

Tabella 7 Concentrazioni in µg/mc di idrogeno solforato

3.2.6 *PM-10*

Per PM-10 si intende la concentrazione di particelle sospese in atmosfera con diametro aerodinamico inferiore a 10µm, ed è espresso come massa di particelle per metro cubo d'aria. Il PM-10 costituisce la così detta frazione inalabile, rilevante da un punto di vista tossicologico, poiché penetrando oltre la laringe può provocare anche seri danni all'apparato respiratorio.

L'inquinante oltre ad avere un'origine naturale, che costituisce il così detto background o livello di fondo, può essere direttamente prodotto da varie attività antropiche (traffico, impianti termici civili ed industriali); esiste inoltre una componente importante di origine secondaria costituita dalla trasformazione in atmosfera di biossido di zolfo ed ossidi d'azoto, rispettivamente a solfati e nitrati, che concorrono alla formazione del PM-10.

I valori rilevati, in ognuna delle quattro postazioni, sono modesti (vedere tabella 8). Infatti i livelli misurati sono inferiori al valore obiettivo di 40 µg/mc previsto dal DM 25.11.94, che coincide con il valore limite di protezione della salute previsto dalla UE per il 1.01.2005. Sono invece prossimi al valore limite di protezione della salute di 20 µg/mc previsto sempre dalla UE per 1.01.2010.

Paragonando i dati rilevati nelle quattro posizioni con quelli misurati nella stazione Borghetto a Pisa nel periodo 25.09/4.12 (dati riportati in tabella), si osserva che le concentrazioni rilevate nelle quattro postazioni di Ospedaletto sono sensibilmente inferiori.

Confrontando tra loro le quattro postazioni, gli indici statistici risultano paragonabili per quanto riguarda Putignano, Riglione ed Ospedaletto, invece la postazione in zona industriale indica valori leggermente inferiori. Questa osservazione potrebbe indicare che l'apporto più significativo al PM10 proviene dal traffico.

	Riferimento	Zona industriale Ospedaletto	Putignano	Riglione	Ospedaletto Le Rene	Borghetto
Concentrazione media giornaliera	40(v.obiettivo) DM 25.11.94 20 vlps Dir 199/30/CE al 1.1.2010 40 (vlps) Dir 1999/30/CE al 1.1.2005 46.4(vlps+toll) Dir 1999/30/CE	13	19	20	16	31

Vlps: valore limite protezione salute

Vlps+ toll :valore limite protezione salute incrementato della tolleranza

Tabella 8 Concentrazioni in µg/mc di PM-10

3.2.7 Benzene, Toluene ed altri Idrocarburi Aromatici

Per questi composti sono state determinate le concentrazioni in 28 postazioni significativamente diversificate per tipologia e presenza di sorgenti emissive, selezionate in modo da coprire un'area avente al centro il camino dell'inceneritore ed un raggio di 3 km (vedere figura 1). Le misure, che si riferiscono a tempi di campionamento della durata di cinque giorni, sono state effettuate con campionatori passivi del tipo Radiello. I valori ottenuti per ogni singola postazione sono riportati nella tabella mentre in tabella 10 sono indicati i valori mediati su tutte le postazioni. Si fa presente che il valore obiettivo previsto dal DM 25.11.94 per il benzene è 10 µg/mc, valore che coincide con il valore limite di protezione della salute, vlps, incrementato della tolleranza previsto dalla

direttiva UE 69/2000. Tale limite è destinato a diventare 5 µg/mc al 1.01.2010. Per gli altri idrocarburi non sono previsti limiti di QA.

<i>Postazione</i>	<i>data</i>	<i>benzene</i>	<i>toluene</i>	<i>Etilbenzene</i>	Σ <i>xileni</i>	<i>Alchilbenzeni</i>
		<i>µg/mc</i>	<i>µg/mc</i>	<i>µg/mc</i>	<i>µg/mc</i>	<i>µg/mc</i>
<i>Putignano</i>	<i>1-5.10</i>	2.5	6.8	1.5	5.5	8.7
<i>Via Le Rene 27</i>	<i>1-5.10</i>	2.3	9.3	1.9	6.8	19.3
<i>Azienda agricola le Rene</i>	<i>1-5.10</i>	1.5	5.5	1.0	4.0	17.1
<i>Via di Giunchetta</i>	<i>1-5.10</i>	3.5	4.8	0.9	3.2	15.8
<i>Via di Granuccio</i>	<i>1-5.10</i>	1.4	4.4	0.8	2.9	6.7
<i>Montacchiello</i>	<i>1-5.10</i>	1.2	4.6	0.9	3.2	10.0
<i>Cascina c/o Pardi trattori</i>	<i>1-5.10</i>	1.4	4.9	0.9	3.3	14.2
<i>Teseco</i>	<i>1-5.10</i>	1.8	7.5	1.4	5.6	23.7
<i>Via U: Aldovrandi</i>	<i>1-5.10</i>	2.7	8.6	1.7	6.7	21.0
<i>Cavalcavia di Oratoio</i>	<i>1-6.10</i>	2.4	7.0	1.4	5.5	16.4
<i>Campo sportivo di Riglione</i>	<i>1-6.10</i>	2.5	9.0	2.0	7.3	19.8
<i>Via Fagiania Sud-SEI</i>	<i>9-13.10</i>	4.4	11.8	2.5	9.3	22.1
<i>Via Fagiania Sud</i>	<i>9-13.10</i>	5.1	19.3	4.4	17.3	30.5
<i>Via H. Bracci-Torsi</i>	<i>13-18.10</i>	6.1	39.6	12.6	52.5	96.6
<i>Via Le Rene-passaggio a livello</i>	<i>9-13.10</i>	2.7	10.5	2.4	8.3	21.2
<i>Via Le Rene 63A</i>	<i>9-13.10</i>	2.8	8.8	2.0	7.5	16.9
<i>Via di Guaringanghi</i>	<i>9-13.10</i>	2.7	5.8	1.3	4.4	12.8
<i>Via di Caligi-passaggio a livello</i>	<i>9-13.10</i>	2.8	9.0	1.8	6.0	9.8
<i>Via di Caligi-lato via Emilia</i>	<i>9-13.10</i>	3.6	13.9	2.7	9.7	10.9
<i>Via Emilia-zona Expo</i>	<i>9-13.10</i>	4.3	52.3	2.9	8.4	13.6
<i>Inceneritore</i>	<i>9-13.10</i>	2.6	9.0	1.3	4.7	14.7
<i>Via Dei Medici-lato Emilia</i>	<i>9-13.10</i>	2.0	7.5	1.4	5.2	5.3
<i>Via dei Medici-lato Teseco</i>	<i>9-13.10</i>	2.5	6.7	0.9	4.4	5.7
<i>Via G. Ferraris</i>	<i>9-13.10</i>	3.0	9.5	1.9	7.0	15.8
<i>Via A. Bassi</i>	<i>9-13.10</i>	3.4	17.6	2.9	12.1	10.7
<i>Via G. Ravizza</i>	<i>9-13.10</i>	2.3	8.8	1.7	6.0	22.7
<i>Via di Tegulaia</i>	<i>9-13.10</i>	3.9	13.2	2.4	9.0	24.7
<i>Via Maggore Oratoio</i>	<i>9-13.10</i>	4.3	10.9	2.4	8.9	13.1

Tabella 9 Idrocarburi aromatici volatili

	<i>Benzene</i>	<i>Toluene</i>	<i>Etilbenzene</i>	<i>Xileni</i>	<i>Alchilbenzeni</i>
<i>Conc. Media</i>	2.9 µg/mc	11.7 µg/mc	2.2 µg/mc	8.4 µg/mc	18.6 µg/mc

Tabella 10 Idrocarburi aromatici volatili

L'esame delle singole concentrazioni (vedere tabella 9) rivela la presenza di valori in generale modesti e sempre inferiori al valore limite attualmente in vigore che, si ricorda, è pari a 10 µg/mc. I valori relativamente più elevati sono stati riscontrati presso le postazioni in prossimità delle strade ad alto transito (via Fagiana, via Emilia, via Bracci-Torsi, via Maggiore); le postazioni più interne (via Granuccio, Teseco), e le zone quasi rurali (Montacchiello, Azienda Agricola Le Rene) hanno evidenziato valori contenuti di benzene e degli altri composti; si segnala inoltre che sono state riscontrate concentrazioni elevate di percloroetilene (dato non riportato in tabella) nella postazione in via H. Bracci-Torsi, nei cui pressi si trova una lavanderia. In nessun altro campione è stata riscontrata presenza di questo composto organico alogenato. Trattandosi di una situazione specifica, occorrerebbero maggiori approfondimenti per verificare se il dato è occasionale o realmente significativo.

4 ACQUE

4.1 *Acque superficiali*

Nel territorio oggetto dell'indagine scorrono alcuni corsi d'acqua, a breve percorso e con funzione di drenaggio della campagna, tra cui i principali sono i fossi denominati Caligi, Ceria, Oratoio, Titignano e Fossa Chiara che, più o meno marginalmente, attraversano l'area artigianale di Ospedaletto.

Questi corpi idrici raccolgono i reflui non depurati provenienti dalle frazioni limitrofe alla zona industriale, non ancora allacciate al depuratore di Oratoio. Attualmente risulta totalmente allacciata la frazione di Riglione ed è in via di completamento l'allacciamento di Oratoio. Le frazioni di Putignano ed Ospedaletto sono invece dotate di fognatura mista non servita da impianto di depurazione. Gli insediamenti produttivi della zona industriale, non dotata di rete fognante recapitano direttamente nel sistema di fossi.

4.1.1 *Modalità operative*

Dai fossi presi in considerazione sono stati prelevati campioni sia a monte che a valle della zona industriale e su questi sono stati determinati i principali parametri chimico-fisici compresi i metalli pesanti ed i solventi clorurati, che caratterizzano le attività civili e quelle produttive della zona. I risultati analitici sono riportati in Tabella 1.

4.1.2 *Risultati*

Tutti i corsi d'acqua presi in esame sono caratterizzati da un carico organico elevato associato a concentrazioni anomale dei principali markers di scarichi civili non depurati, quali azoto ammoniacale e fosforo totale.

Per i fossi Caligi ed Oratoio le concentrazioni degli inquinanti organici sono più elevate nei campioni prelevati a monte della zona industriale, dimostrando un contributo significativo da parte degli scarichi civili delle frazioni non allacciate all'impianto di depurazione di Oratoio.

In entrambi i corpi idrici sui campioni prelevati a monte della zona industriale sono stati repertati valori della concentrazione dei metalli pesanti anomali per corpi idrici di questa tipologia, in particolare la concentrazione del rame e del nichel è circa cinque volte quella media riscontrata nel fiume Arno. La concentrazione dei metalli pesanti subisce un sensibile decremento nel tratto a valle della zona industriale confermando quindi che il fenomeno non è da attribuire ai reflui provenienti dagli insediamenti produttivi.

Si può escludere inoltre che l'apporto di metalli pesanti derivi dal dilavamento dei terreni, presentando questi ultimi concentrazioni elevate di piombo e zinco che non trovano riscontro nei corpi idrici considerati.

I fossi Ceria e Titignano presentano un andamento sostanzialmente simile tra loro ed opposto a quello riscontrato nei corpi idrici prima descritti; in questo caso il livello di inquinamento peggiora passando da monte a valle della zona industriale con aumenti significativi di COD, ammoniaca e fosforo totale ed anche dei metalli pesanti.

La Fossa Chiara, che attraversa marginalmente la parte sud della zona industriale, sembra essere particolarmente influenzata dai reflui domestici non depurati provenienti dalle frazioni del

TABELLA 1. Indagine fossi di Ospedaletto

Fosso CALIGI		27/06/2001		4/10/2001	
		<i>a monte</i>	<i>a valle</i>	<i>a monte</i>	<i>a valle</i>
		pH	7,39	7,34	7,75
Cloruri	mg/l	138,2	92,2	74,4	116,9
C.O.D.	mg/l	33,6	<10	46,3	12,9
N-Ammoniacale	mg/l	14,1	3,4	10,8	2,3
N-nitrico	mg/l	0,59	0,41	0,45	2,65
Solfati	mg/l	112,0	50,1	31,5	86,9
Fosforo Totale	mg/l	1,11	0,68	1,13	0,46
Cadmio	µg/l	0,8	0,2	0,2	0,9
Piombo	µg/l	87,7	0,1	9,8	8,7
Nichel	µg/l	64,3	9,7	7,4	4,8
Rame	µg/l	64,2	10,2	55,0	16,7
Cromo	µg/l	0,8	3,0	4,8	4,5
Conducibilità	µS/cm	1391	986	824	1070
Cloroformio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Carbonio Tetracloruro	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fossa CHIARA		27/06/2001		4/10/2001	
		<i>a monte</i>	<i>a valle</i>	<i>a monte</i>	<i>a valle</i>
		pH	7,67	7,38	7,59
Cloruri	mg/l	180,7	482,1	145,3	159,5
C.O.D.	mg/l	76,6	97,1	107,4	46,3
N-Ammoniacale	mg/l	26,7	13,2	23,8	9,2
N-nitrico	mg/l	<0,1	0,57	<0,1	3,34
Solfati	mg/l	33,9	75,4	32,7	44,9
Fosforo Totale	mg/l	2,67	2,02	2,61	1,52
Cadmio	µg/l	0,1	<0,1	0,2	0,3
Piombo	µg/l	1,4	5,7	4,9	2,6
Nichel	µg/l	15,7	23,4	39,3	33,2
Rame	µg/l	14,0	14,8	64,4	11,8
Cromo	µg/l	1,6	5,2	1,7	1,2
Conducibilità	µS/cm	1721	2530	1421	1117
Cloroformio	µg/l	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Carbonio Tetracloruro	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TABELLA 1. Indagine fossi di Ospedaletto (segue)

		27/06/2001		4/10/2001	
Fosso ORATOIO		<i>a monte</i>	<i>a valle</i>	<i>a monte</i>	<i>a valle</i>
pH		7,36	7,71	7,90	7,30
Cloruri	mg/l	230,4	397,0	155,9	127,6
C.O.D.	mg/l	83,1	122,7	110,0	45,0
N-Ammoniacale	mg/l	55,1	1,0	49,5	6,8
N-nitrico	mg/l	0,57	0,83	<0,1	<0,1
Solfati	mg/l	56,0	14,6	20,9	46,0
Fosforo Totale	mg/l	3,77	1,01	3,58	0,44
Cadmio	µg/l	0,1	0,2	0,7	0,2
Piombo	µg/l	2,1	2,5	5,6	2,9
Nichel	µg/l	8,3	38,3	53,0	21,1
Rame	µg/l	12,2	11,8	70,0	12,9
Cromo	µg/l	3,1	2,0	3,1	1,2
Conducibilità	µS/cm	1904	2060	1171	970
Cloroformio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Carbonio Tetracloruro	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		27/06/2001		4/10/2001	
Fosso CERIA		<i>a monte</i>	<i>a valle</i>	<i>a monte</i>	<i>a valle</i>
pH		7,56	7,82	8,20	8,00
Cloruri	mg/l	99,3	159,2	134,7	198,5
C.O.D.	mg/l	33,6	43,5	45,0	87,0
N-Ammoniacale	mg/l	2,0	2,0	1,1	2,7
N-nitrico	mg/l	0,82	2,07	<,1	2,40
Solfati	mg/l	50,3	16,8	39,9	609,5
Fosforo Totale	mg/l	0,15	0,20	0,15	0,18
Cadmio	µg/l	<0,1	<0,1	0,1	0,1
Piombo	µg/l	1,2	0,7	8,5	5,7
Nichel	µg/l	22,6	51,1	11,3	16,6
Rame	µg/l	11,7	14,6	20,1	16,2
Cromo	µg/l	3,1	2,3	4,2	3,7
Conducibilità	µS/cm	1036	1431	924	1840
Cloroformio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Carbonio Tetracloruro	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TABELLA 1. Indagine fossi di Ospedaletto (segue)

Fosso TITIGNANO		27/06/2001		4/10/2001	
		<i>a monte</i>	<i>a valle</i>	<i>a monte</i>	<i>a valle</i>
pH		6,98	6,90	7,10	7,60
Cloruri	mg/l	159,5	205,6	109,8	283,6
C.O.D.	mg/l	116,4	115,8	68,0	150,0
N-Ammoniacale	mg/l	22,7	38,4	19,8	36,9
N-nitrico	mg/l	13,40	3,36	<0,1	<0,1
Solfati	mg/l	18,8	51,6	5,5	47,9
Fosforo Totale	mg/l	3,29	3,73	1,70	2,58
Cadmio	µg/l	0,1	0,6	0,2	0,2
Piombo	µg/l	2,4	5,8	4,1	5,6
Nichel	µg/l	29,6	32,8	21,9	50,7
Rame	µg/l	20,5	16,5	22,4	36,0
Cromo	µg/l	3,0	2,2	1,5	5,4
Conducibilità	µS/cm	1109	1494	772	1362
Cloroformio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Carbonio Tetracloruro	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tricloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetracloroetilene	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

territorio comunale di Cascina, il corpo idrico appare già fortemente inquinato all'altezza della zona industriale e sostanzialmente non peggiora dopo l'attraversamento della stessa.

In tutti i corpi idrici la concentrazione dei composti organici clorurati è sempre risultata inferiore al limite di rivelabilità del metodo.

In conclusione i corpi idrici considerati presentano un livello elevato di inquinamento di tipo organico che, comunque, aumenta leggermente o addirittura diminuisce attraversando la zona industriale.

4.2 Acque sotterranee

L'indagine ha comportato una individuazione preliminare dei pozzi presenti nell'area d'indagine, seguita da una campagna di prelievi per la definizione della qualità delle acque sotterranee, effettuata sulla base dei criteri e dei metodi descritti nell'All. 1 al D.Lgs 152/99.

Nell'area oggetto del campionamento sono stati presi in considerazione i pozzi che insistono sul primo acquifero confinato in sabbia della pianura di Pisa, che si trova tra i 20 ed i 40 m circa di profondità. I 7 pozzi individuati (vedi cartina) sono situati nella zona industriale di Ospedaletto e nelle zone agricole vicine all'inceneritore. I primi sono ad uso antincendio ed industriale mentre quelli situati nelle aree agricole sono utilizzati a scopo irriguo.

Poiché nella zona in esame sono presenti prevalentemente pozzi che attingono alla falda più profonda, la scelta dei punti di campionamento è stata condizionata dalla disponibilità di un numero limitato di pozzi terebrati ad una profondità intorno a 30 m.

4.2.1 Modalità operative

Il campionamento è stato realizzato in 7 pozzi artesiani ed è stato mirato a determinare i parametri di base e alcuni dei parametri addizionali proposti nell'allegato n.1 del D.Lgs 152/99, indici di contaminazione da attività antropiche.

I parametri addizionali sono stati scelti in base alle attività industriali presenti nell'area ed ai probabili agente inquinanti provenienti dall'inceneritore, assumendo come traccianti specifici il parametro IPA ed i metalli pesanti.

4.2.2 Risultati

a) Parametri di base

Parametri	Unità	Campione 3940	Campione 3941	Campione 3942	Campione 3943	Campione 3944	Campione 3345	Campione 3946
Temperatura	°C	15.1	16.1	16.1	17.8	16.8	13.3	16.9
Durezza totale	°F	17.9	43.9	33.3	30.6	29.0	47.7	22.5
*Conducibilità	µS/cm 20°C	1055.0	1229.0	1224.0	1289.0	1255.0	1285.0	1154.0
Bicarbonati	mg/L	369.1	637.5	613.1	658.8	646.6	719.8	564.3
Calcio	mg/L	45.9	107.9	79.4	74.2	75.4	100.7	56.4
*Cloruri	mg/L	226.3	153.0	177.2	180.2	173.5	152.5	167.4
Magnesio	mg/L	15.6	41.3	32.7	29.5	24.8	54.9	20.4
Potassio	mg/L	2.0	3.8	2.3	1.5	1.4	3.8	1.3
Sodio	mg/L	176.3	130.9	170.3	202.7	194.9	133.3	190.1
*Solfati	mg/L SO ₄	-	25.4	-	3.6	3.2	-	3.0
*Ione ammonio	mg/L NH ₄	0.25	0.7	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.25	< 0.1
*Ferro	mg/L	1232.0	983.0	880.1	284.0	284.0	280.0	154.0
*Manganese	mg/L	63.0	331.0	198.0	69.0	56.0	188.0	25.0
*Nitrati	mg/LNO ₃	1.8	1.7	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8

* macrodescrittori

b) Parametri Addizionali - Inquinanti Inorganici

Parametri	Unità	Valori limite	Campione 3940	Campione 3941	Campione 3942	Campione 3943	Campione 3944	Campione 3345	Campione 3946
Cadmio	µg/L	≤5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1
Cromo	µg/L	≤50	0.7	< 0.1	0.8	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1

<i>Piombo</i>	$\mu\text{g/L}$	≤ 10	< 0.1	< 0.1	4.6	3.3	1.1	4.4	< 0.1
<i>Zinco</i>	$\mu\text{g/L}$	≤ 3000	< 10	10.0	254.0	53.0	639.0	36.0	193.0
<i>Nichel</i>	$\mu\text{g/L}$	≤ 20	< 0.1	< 0.1	11.0	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
<i>Rame</i>	$\mu\text{g/L}$	≤ 1000	1.0	< 0.1	82.0	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1

c) Parametri Addizionali - Inquinanti Organici (espressi in $\mu\text{g/l}$)

<i>Parametri</i>	<i>Valori limite</i>	<i>Campione 3940</i>	<i>Campione 3941</i>	<i>Campione 3942</i>	<i>Campione 3943</i>	<i>Campione 3944</i>	<i>Campione 3345</i>	<i>Campione 3946</i>
<i>Cloroformio</i>		< 0.1	< 0.1	0.12	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
<i>Tricloroetano</i>		< 0.1						
<i>Tetracloruro di carbonio</i>		< 0.1						
<i>Tricloroetilene</i>		< 0.1						
<i>Dibromocloro metano</i>		< 0.1						
<i>Tetracloroetilene</i>		< 0.1	2.23					
<i>IPA totali</i>	<i>0.1</i>	< 0.01						

La normativa vigente (Testo unico sulle acque D.Lgs n.152/99) detta le norme da seguire per determinare lo stato ambientale delle acque sotterranee.

Trattandosi di uno studio preliminare, non sono stati misurati ne' i livelli piezometrici ne' le portate.

L'acquifero campionato è caratterizzato da acque di tipo bicarbonato-alcaline ed è la prima falda da cui attingono tutti i pozzi individuati.

La maggior parte delle acque esaminate presenta valori di Ferro e Manganese tali da non poter essere classificate come potabili. Le alte concentrazioni di ferro e manganese possono essere attribuite alle caratteristiche "naturali" del terreno, derivato da antiche aree paludose e torbose presenti ancora in diverse aree della pianura di Pisa; inoltre, possono anche essere legate ai fenomeni geotermici e circuiti idrotermali di bassa entalpia presenti tuttora nelle zone vicine ai Monti Pisani.

Le basse concentrazioni dello ione Nitrato indicano che non vi è interessamento da parte degli effluenti derivanti dall'attività agricola, mentre la presenza di ammoniaca rilevata in tre campioni, in concentrazioni significative, è con tutta probabilità da attribuire a contaminazione dovuta a fenomeni locali.

I parametri addizionali, relativi agli inquinanti organici ed inorganici, mostrano valori abbondantemente al di sotto dei limiti di legge anche se in alcuni campioni le concentrazioni sono superiori alla media generale (pur permanendo al di sotto dei limiti di legge) come ad esempio il tetracloroetilene del campione 3946, la cui presenza può essere imputata ad uno specifico processo

industriale. In particolare è da evidenziare la irrilevante presenza di IPA e di metalli pesanti che porta ad escludere contaminazioni dovute all'attività dell'inceneritore.

Si può in definitiva affermare che nella zona in esame l'acquifero non mostra significative influenze di tipo antropico anche se la qualità complessiva delle acque di tutti questi pozzi risulta decisamente mediocre..

Il D. Lgs n.152/99 definisce lo stato chimico delle acque sotterranee (allegato 1) in base alla determinazione dei macrodescrittori (vedi tabella). La classificazione è determinata dal valore di concentrazione peggiore riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base o dei parametri addizionali.

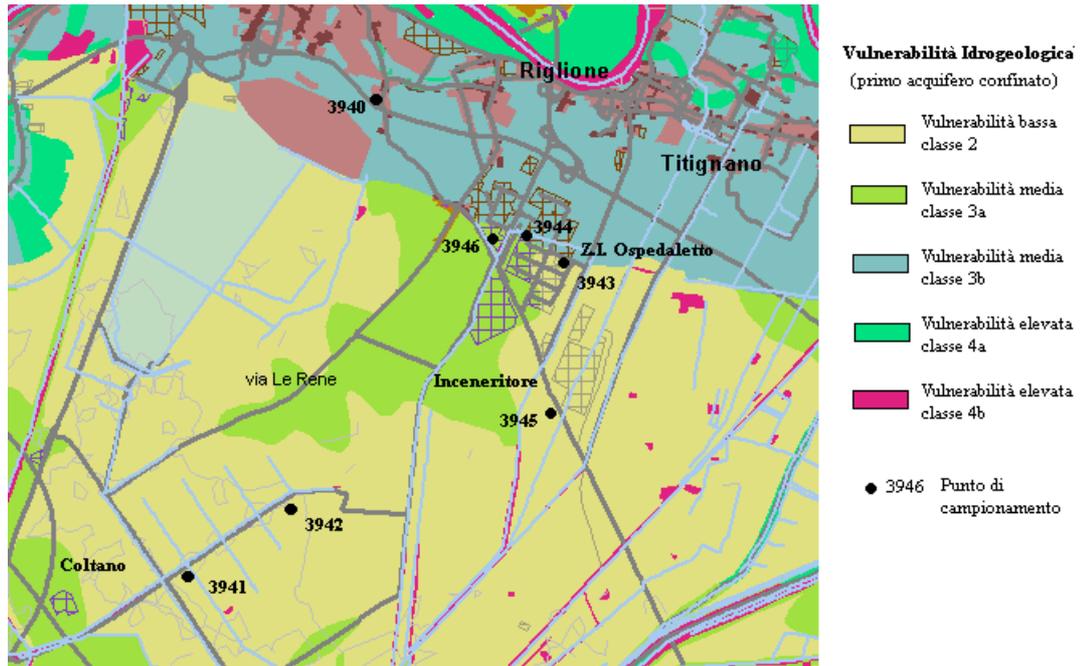
	Unità	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 **
Conducibilità	$\mu\text{S/cm}$ (20°C)	≤ 400	≤ 2500	≤ 2500	> 2500	> 2500
Cloruri	mg/L	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Manganese	$\mu\text{g/L}$	≤ 20	≤ 50	≤ 50	> 50	> 50
Ferro	$\mu\text{g/L}$	≤ 50	< 200	≤ 200	> 200	> 200
Nitrati	mg/L	< 5	≤ 25	≤ 50	> 50	$>$
Solfati	mg/L	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Ione ammonio	mg/L	≤ 0.05	≤ 0.5	≤ 0.5	> 0.5	> 0.5

** Se la presenza di tale sostanza è di origine naturale, se attribuisce la classe 0

Le alte concentrazioni di ferro e manganese, di origine naturale, portano ad attribuire alle acque campionate la classe 0 di stato chimico (*impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3*), anche se le concentrazioni degli altri macrodescrittori attribuirebbero la classe 2 di stato chimico (*Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche*).

Gli studi sulla vulnerabilità degli acquiferi della pianura pisana inseriscono, nell'area in esame, il primo acquifero confinato in sabbia, nelle classi di vulnerabilità da bassa (classe 2) a media (classe 3a).

Per eventuali ulteriori fasi di monitoraggio sarà necessario considerare una rete di pozzi che siano più significativi curando la possibilità di poter realizzare le misure piezometriche e di portata, visto che in fase di sopralluogo si è verificata, nella maggior parte dei casi, l'impossibilità di eseguire tali misure.



5 RUMORE

5.1 *Modalità operative*

Nella fase iniziale sono stati condotti dei sopralluoghi al fine di individuare le sorgenti di rumore maggiormente significative e responsabili dei livelli di inquinamento acustico dell'area di Ospedaletto oggetto dell'indagine. Da questa fase è risultato che il clima acustico delle aree contenenti abitazioni è maggiormente influenzato dal rumore prodotto dalle infrastrutture stradali piuttosto che dai vari insediamenti produttivi e commerciali che, al più, contribuiscono al rumore della zona tramite il traffico veicolare indotto. Successivamente, sono stati individuati i recettori potenzialmente più disturbati dal rumore prodotto dalle infrastrutture stradali. In prossimità di alcuni di questi recettori sono stati effettuati dei rilevamenti a lungo termine mentre in altri siti, lungo le stesse infrastrutture, sono state eseguite misure a breve termine (*spot*) in modo da ricavare informazioni più dettagliate della rumorosità dell'infrastruttura in varie zone di attraversamento.

Il monitoraggio in continuo, per periodi di almeno una settimana, è stato eseguito nei seguenti siti (si veda la cartografia in Allegato I):

- a) *Via Emilia – nel tratto che attraversa l'abitato di Ospedaletto;*
- b) *Via Emilia – nel tratto a sud di Via Fagiana dopo il Fosso Titignano;*
- c) *Via Maggiore di Oratoio – la strada che congiunge Ospedaletto a Oratoio;*
- d) *Via Putignano;*
- e) *Via Fagiana – nel tratto compreso tra la SGC FI-PI-LI e lo svincolo Pisa Est.*

Sono, inoltre, disponibili dati di monitoraggio acustico effettuati in precedenza lungo la SGC FI-PI-LI nel tratto che attraversa Ospedaletto:

- f) *S.G.C. FI-PI-LI – nel tratto che attraversa Via dell'Arginone (prima dell'installazione barriere).*

Le misure spot (della durata di un'ora nel periodo diurno) sono state eseguite, in contemporanea o in alternativa alle misure a lungo termine, nei seguenti siti (si veda la cartografia in Allegato I):

- g) *Via Emilia – nel tratto che attraversa l'abitato di Ospedaletto;*
- h) *Via Emilia – nei pressi dell'area Expo;*
- i) *Via Emilia – nei pressi dell'inceneritore;*
- j) *Via Maggiore di Oratoio – nel tratto che incrocia Via Emilia;*
- k) *Via Fagiana – nel tratto che incrocia Via Emilia;*
- l) *Via di Fosso Vecchio – a circa 50 metri da Via Fagiana;*
- m) *S.G.C. FI-PI-LI – nel tratto tra lo svincolo Pisa Est e il cavalcavia di Via Maggiore di Oratoio.*

5.2 Risultati

Confrontando i risultati delle misure spot con quelli dei monitoraggi settimanali è possibile ricavare maggiori informazioni sulla rumorosità delle infrastrutture, estrapolando i valori ottenuti nel lungo termine in prossimità di particolari siti a tutti gli interi tratti delle principali strade interessati dall'indagine (Via Emilia, Via Fagiana, Via Maggiore di Oratoio e la S.G.C. FI-PI-LI).

La strumentazione utilizzata per le misure a lungo termine ha consentito di ottenere l'evoluzione temporale in continua del livello di rumore ad intervalli di un secondo (*time history*) da cui è stato possibile calcolare i valori del Livello equivalente orario ponderato A ($L_{Aeq\ orario}$) e di tutti gli altri parametri utili per un'adeguata valutazione del clima acustico. L'utilizzo del registratore DAT ha consentito la registrazione audio di particolari eventi sonori con livello e durata superiori a valori di soglia prefissati. Il successivo ascolto del segnale audio registrato ha reso possibile la discriminazione degli eventi non riconducibili alle caratteristiche tipiche di rumorosità della zona. In questo modo è stato possibile identificare ed eliminare il contributo di tali eventi dal computo del corrispondente $L_{Aeq\ orario}$. Sono stati scartati, inoltre, i dati relativi alle ore in cui si sono verificati fenomeni atmosferici avversi come pioggia o vento con velocità superiore a 5 m/s. Questo è stato possibile grazie ai dati meteo fornitici dall'Orto Botanico di Pisa.

I dati orari così ottenuti sono stati analizzati prendendo in considerazione una settimana tipo, mediando tra loro i risultati orari corrispondenti allo stesso giorno della settimana. In questo modo è stato ottenuto l'andamento orario dei livelli di rumore per ogni giorno della settimana tipo così come previsto dal DM 16.3.98 relativamente al monitoraggio del rumore stradale.

In Tabella 1 sono riportati, per ogni sito di monitoraggio a lungo termine, i valori dei $L_{Aeq,TR}$ nei periodi di riferimento diurno e notturno per ogni giorno della settimana e quelli corrispondenti alle medie sul tempo a lungo termine rappresentato dall'insieme dei giorni di misura.

		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica	Media su TL	Dev. St. media
Sito (a) dal 04/01/00 al 17/01/00	Periodo notturno	65.0	64.0	64.5	64.5	65.0	65.0	65.0	64.8	0.4
	Periodo diurno	71.5	71.5	71.5	72.0	72.0	70.5	68.5	71.1	1.1
Sito (b) dal 28/11/01 al 13/12/01	Periodo notturno	65.5	65.0	65.5	65.0	65.5	66.5	66.5	65.7	0.6
	Periodo diurno	73.5	73.5	73.5	73.0	73.0	72.0	71.0	72.9	0.9
Sito (c) dal 01/10/01 al 10/10/01	Periodo notturno	50.0	49.5	50.0	51.0	50.5	49.0	47.0	49.7	1.2
	Periodo diurno	63.0	64.5	64.5	64.0	63.5	58.0	53.5	62.7	4.2
Sito (d) dal 19/11/99 al 13/12/99	Periodo notturno	57.5	58.0	57.0	58.5	58.0	58.5	59.5	58.2	0.7
	Periodo diurno	67.0	67.0	67.0	67.5	67.5	66.5	64.5	66.7	1.0
Sito (e) dal 30/11/01 al 14/12/01	Periodo notturno	68.0	66.0	66.5	66.5	67.5	68.5	66.0	67.1	0.8
	Periodo diurno	75.5	75.0	75.0	75.5	75.5	72.5	72.0	74.6	1.5
Sito (f) dal 08/08/97 al 12/08/97	Periodo notturno	67.5	65.0	-	-	-	67.0	67.5	67.0	1.1
	Periodo diurno	70.5	70.5	-	-	71.0	69.5	68.5	70.0	0.9

$L_{Aeq,TR}$ diurno e notturno (in dB(A)) per ogni giorno della settimana tipo e media del $L_{Aeq,TR}$ sul Tempo a Lungo termine (TL). I valori giornalieri sono arrotondati a 0.5 dB(A) mentre per le medie sul TL vale l'indeterminazione della deviazione standard. Per ogni sito è indicato il periodo delle misure.

Tabella 1

Nelle figure in Allegato II sono riportati, per ogni sito di monitoraggio, gli andamenti orari dei livelli di rumore relativi ad ogni giorno della settimana tipo e l'andamento medio orario settimanale.

In Tabella 2 sono riportati i risultati delle misure spot condotte per un tempo di misura di un'ora nel periodo diurno.

SITO	DATA	ORA	DISTANZA DALLA SORGENTE	L_{Aeq} [dB(A)]
g	Mer. 12 Dic. 2001	11:30 ÷ 12:30	1.5 m	73.0

h	Mer. 12 Dic. 2001	11:30 ÷ 12:30	1.5 m	72.5
i	Lun. 01 Ott. 2001	12:00 ÷ 13:00	4 m	71.0
j	Lun. 01 Ott. 2001	13:00 ÷ 14:00	1 m	66.5
k	Lun. 01 Ott. 2001	12:00 ÷ 13:00	23 m	63.0
l	Lun. 01 Ott. 2001	12:00 ÷ 13:00	50 m	54.0
m	Mer. 12 Dic. 2001	12:30 ÷ 13:30	3.5 m	72.5

L_{Aeq} orario rilevato con misure spot. I valori sono arrotondati a 0.5 dB(A) Per ogni sito è indicata l'ora e la data delle misure.

Tabella 2

Per quanto riguarda il monitoraggio acustico della zona si può notare che i livelli di rumore presenti, sia nel periodo diurno che in quello notturno, in prossimità di ambienti abitativi posti in stretta vicinanza a tutte le infrastrutture stradali indagate sono superiori ai limiti massimi di 65 dB(A) (diurno) e 55 dB(A) (notturno) ammessi dalla normativa italiana e dall'O.M.S. per le aree contenenti abitazioni. Solo in prossimità di Via Maggiore di Oratoio sono stati rilevati valori di rumore inferiori a tale limite. I risultati delle misure spot hanno confermato che, in condizioni simili, i livelli di rumore in vari punti lungo le infrastrutture indagate si mantengono essenzialmente gli stessi (entro un margine di ± 1 dB(A)) rispetto a quelli misurati nel lungo termine in siti specifici lungo le stesse strade.

Si noti la forte rumorosità registrata nel sito *e*, causata dalla vicinanza di Via Fagiana e dello svincolo Pisa Est della SGC FI-PI-LI, entrambe strade con intenso traffico.

Sulla base dei dati a disposizione è stata anche condotta una valutazione del numero di residenti potenzialmente esposti ad un determinato livello di rumore diurno rilevato con l'indagine strumentale. La rumorosità registrata non fornisce, di per sé, un'indicazione sul numero di persone che subiscono un certo grado di inquinamento acustico. È necessario quindi stimare il numero di residenti lungo le direttrici dove è stato effettuato il monitoraggio e raggruppare insieme i residenti che sono sottoposti ad uguali livelli di rumore.

Naturalmente, l'insieme dei siti analizzati non comprende in uguale misura tutte le possibili situazioni acustiche presenti nella zona, in quanto i rilevamenti sono stati eseguiti dopo aver individuato le zone che presentano una certa criticità dal punto di vista acustico. In ogni caso, l'informazione che si ottiene riflette la situazione esistente nei centri più densamente abitati.

La stima del numero di residenti è stata condotta sulla base dei dati e delle informazioni fornite dagli uffici tecnici del Comune di Pisa. Alla stima del numero di residenti è stato associato il livello di rumore rilevato a seguito del monitoraggio acustico nella via corrispondente. Naturalmente, non tutti i residenti in una stessa via sono sottoposti all'identico livello di rumore ma, in media, considerando solo i residenti nelle abitazioni che si affacciano lungo la strada, la stima fornisce un'indicazione attendibile sui valori reali di persone esposte. I risultati della stima sono riassunti nel diagramma in Figura 1.

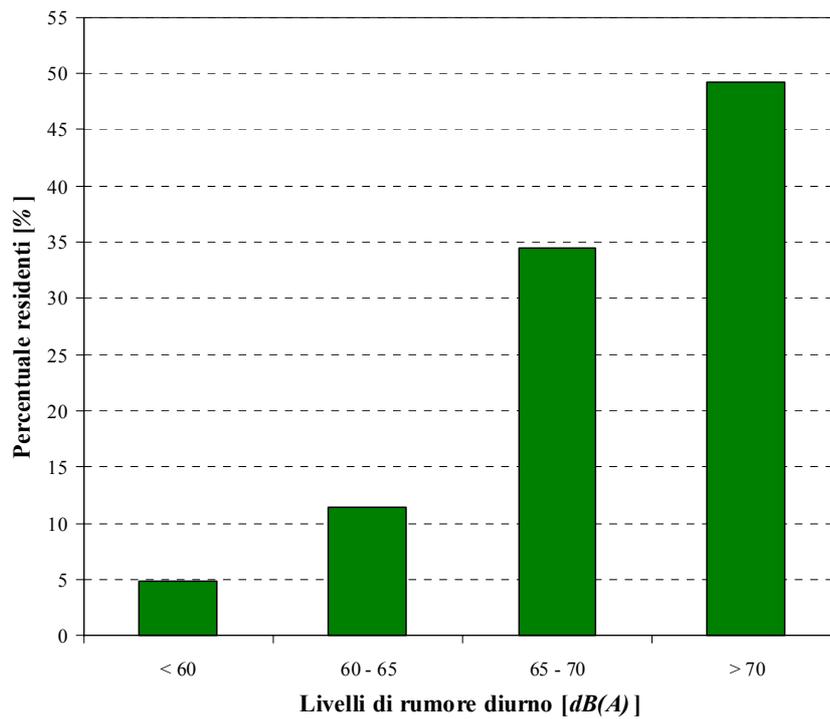


FIGURA 1 - Distribuzione percentuale del numero di residenti secondo i livelli di rumore registrati nel periodo di riferimento diurno. Le classi di rumorosità hanno un passo di 5 dB(A).

Si può osservare che, nel periodo diurno, la stragrande maggioranza (quasi l'85%) dei residenti che vive lungo le strade monitorate sono sottoposte a livelli di rumore superiori a quelli raccomandati dall'O.M.S. per le aree contenenti abitazioni (65 dB(A) di giorno).

6 CAMPI ELETTROMAGNETICI

6.1 CAMPI A RADIOFREQUENZA

6.1.1 Modalità operative

Nella cartografia in Allegato III sono indicati gli impianti a radiofrequenza che insistono nell'area d'indagine. Nella Tabella in Allegato IV sono indicate le caratteristiche generali degli impianti ed è specificato se l'impianto è già installato e se è stato espresso parere ARPAT sulla sua installazione. Alla data del 18.12.01 sono presenti 4 installazioni a radiofrequenza (SRB e parabole per ponte radio) nell'area di Ospedaletto, 2 SRB a Oratoio ed 1 a S. Ermete. È inoltre prevista l'installazione di 3 nuove SRB a Ospedaletto, 1 a Oratoio, 1 a Putignano ed 1 a S. Ermete. Su tutti questi impianti è stato espresso un parere tecnico previsionale dall'ARPAT relativamente ai livelli di campo elettromagnetico attesi in seguito all'installazione.

6.1.2 Risultati

Due campagne di misure strumentali sono state eseguite in prossimità degli impianti installati a Oratoio (cerchiati nell'Allegato III). Nelle tabelle 3 e 4 sono riassunti i risultati delle misure effettuate riportando il valore di campo elettrico rilevato in corrispondenza delle abitazioni indagate.

Descrizione del punto di misura		Campo Elettrico (V/m)
CAMPO DI CALCIO - Via Oratoio	Piazzale	0.5
Via di Oratoio n. 145 - 1° piano	Terrazzo	0.3
Via di Oratoio n. 143 - 1° piano	Terrazzo	0.5
	Sala	0.3
	Cucina	0.3
PALESTRA Via Castel Fidardo - PT	Locali interni	< 0.3
	Piazzale esterno	0.4
Via Castel Fidardo n. 12 - 1° piano	Terrazzo	< 0.3
Via di Gramustello n. 5	Giardino - Piano terra	0.5
	Sala (fuori finestra) - 1° piano	1.2
	Sala (centro stanza) - 1° piano	< 0.3
Via delle Consegne n. 5 - 1° piano	Camera	0.7
	Bagno	1.0

Tabella 3

Misure vicino a WIND 12673, c/o Campo sportivo di Oratoio

Descrizione del punto di misura		Campo Elettrico (V/m)
Via Ripaiola n. 1 - 3° piano	Terrazzo - lato SRB	1.9
	Camera figlio	1.8
	Camera matrimoniale	0.7
	Terrazzo cucina	1.4
	Cucina	0.5
	Terrazzo sala	0.6
Via Ripaiola n. 1 - 2° piano	Terrazzo cucina	1.0
	Camera - fuori finestra	1.5
	Camera - interno	0.5
	Terrazzo camera matrim.	0.8
	Interno Camera matrim.	0.6
Via Ripaiola n. 1 - 1° piano	Terrazzo cucina	0.9
	Terrazzo camera singola	0.7
	Camera singola	0.3
	Camera matrim. - esterno	0.5
	Camera matrim. - interno	0.3
	Terrazzo sala	0.4
Via Ripaiola n. 3 - 3° piano	Terrazzo - lato SRB	1.8
	Camera figlia	0.9
	Camera matrimoniale	0.9
	Terrazzo camera matrim.	1.4
Via Ripaiola n. 3 - 2° piano	Sala	<0.3
Via Ripaiola n. 2 - 3° piano	Terrazzo camera	1.8
	Camera	0.4
	Terrazzo	0.3
Via Maggiore d'Oratoio n. 2	Camera - 2° piano	0.4
	Terrazzo - 2° piano	1.0
	Sala - 1° piano	0.4
	Terrazzo sala - 1° piano	0.5
Via Nuova d'Oratoio n. 2 - 2° piano	Cucina	1.2
	Terrazzo	1.3
	Sala	1.1
Via Nuova d'Oratoio n. 2 - 1° piano	Vari ambienti	<0.3
Via Nuova d'Oratoio n. 2 - 3° piano	Terrazzo	1.5
	Sala	1.4
Via Oratoio n. 98° - 3° piano	Terrazzo	1.3
	Sala	1.2

Via Oratoio n. 98° - 2° piano	Terrazzo	1.0
	Camera	0.4
Via Oratoio n. 98° - 1° piano	Terrazzo	0.4
Via Oratoio n. 75E - 3° piano	Terrazzo	1.5
	Sala	0.9

Tabella 4

Misure vicino a OPI 4091, c/o Parrocchia S. Michele Arcangelo

6.2 CAMPI A 50 Hz

6.2.1 Modalità operative

La zona è attraversata dai seguenti elettrodotti a media (MT) e alta tensione (AT):

- “Visignano – Livorno Marzocco” n. 524 a 132 kV, che attraversa l’area da nord a sud nel margine est al confine con il Comune di Cascina;
- “Visignano – Lucca Ronco der. Pisa Porta a Mare” n. 515 a 132 kV che attraversa, sempre da nord a sud, gli abitati di Oratoio e Riglione in un’area esterna a quella d’indagine;
- Due linee a media tensione che attraversano l’area da est a ovest, una nel margine nord e l’altra si esaurisce nell’area industriale di Ospedaletto.

In primo luogo sono state effettuate indagini strumentali spot nei pressi di recettori situati lungo gli elettrodotti AT e MT in oggetto (si veda l’Allegato V) e, contestualmente, sono stati richiesti alla società Terna del gruppo ENEL i dati di corrente circolanti nelle linee relativi al giorno d’indagine ed all’anno precedente le misure, allo scopo di stimare l’esposizione a lungo termine dei residenti. Ad oggi, i dati sulle linee MT non ci sono ancora stati inviati.

Successivamente, il 10.12.01, è stato avviato un monitoraggio in continua dell’induzione magnetica in un punto nei pressi della linea AT a 132 kV n. 524 ad una distanza uguale (28 m) a quella dell’insediamento abitativo più vicino alla linea in Via di Titignano (il punto di misura è indicato nell’Allegato V). Anche in questo caso sono stati richiesti all’ente gestore Terna i dati dei flussi di corrente circolante nella linea nei giorni d’indagine.

Sulla base dei dati di corrente richiesti alla Terna sono stati stimati i livelli di esposizione media annua nei siti in cui sono state eseguite le misure spot e il monitoraggio a lungo termine.

6.2.2 Risultati

In Tabella 5 sono riassunti i risultati delle misure spot e le stime teoriche relativamente alla linee AT effettuate sulla base dei dati di corrente forniti dalla Terna. In Tabella 6 sono riportati i risultati delle misure spot presso le linee MT.

Infine, la Tabella 7 riporta i valori medi orari dei livelli di induzione magnetica rilevati durante il periodo di misura nel sito indagato nei pressi della linea AT n. 524.

SITO	DESCRIZIONE	INDUZIONE MISURATA [μT]	INDUZIONE MEDIA ANNUA [μT]	INDUZIONE 95° PERCENT. [μT]
1	Sotto linea n. 524, c/o sostegno n. 56	0.80	0.60	0.83
2	Abitazione – Via Pisana Livornese n. 2	0.07	0.06	0.08
3	Abitazione - Via Fosso Vecchio n. 473	0.03	0.02	0.03
4	Via Fosso Vecchio	0.03	0.02	0.03
5	Abitazione - Via Titignano	0.05	0.05	0.07
6	Abitazione - Via Titignano	0.05	0.04	0.06
7	Gruppo abitazioni – Via Titignano	0.03	0.03	0.04

Tabella 5

Risultati delle misure spot di induzione magnetica e stime teoriche basate sui dati di corrente forniti da Terna per le linee AT.

Sito	Posizione di misura	Induzione Magnetica [μT]	Ora di misura
9a	Sotto la linea	0.82	12.19
9b	Vicino casa 1 ($d_{cavi} = 45$ m)	0.22	12.22
9c	Vicino casa 2 ($d_{cavi} = 70$ m)	0.04	12.26
9d	Su strada laterale	0.07	12.33
10a	Sotto la linea	0.25	12.46
10b	Vicino casa 1 ($d_{cavi} = 60$ m)	0.03	12.49
10c	Vicino casa 2 ($d_{cavi} = 20$ m)	0.11	12.51
11a	Sotto la linea	0.12	12.00
11b	Vicino casa ($d_{palo} = 40$ m)	0.02	12.05

Tabella 6

Risultati delle misure spot di induzione magnetica presso le linee MT.

	Lun 10/12	Mar 11/12	Mer 12/12
0:00	---	0.46	0.31
1:00	---	0.46	0.31
2:00	---	0.46	0.31
3:00	---	0.45	0.31
4:00	---	0.45	0.31
5:00	---	0.42	0.31
6:00	---	0.37	0.33
7:00	---	0.36	0.34
8:00	---	0.37	0.33
9:00	---	0.39	0.35
10:00	---	0.39	0.36
11:00	---	0.39	0.36
12:00	---	0.40	0.36
13:00	---	0.40	0.37
14:00	---	0.37	0.37
15:00	---	0.37	0.37
16:00	0.37	0.38	---
17:00	0.37	0.36	---
18:00	0.37	0.33	---
19:00	0.37	0.34	---
20:00	0.38	0.35	---
21:00	0.39	0.35	---
22:00	0.39	0.31	---
23:00	0.44	0.31	---

Tabella 7

Valori medi orari dei livelli di induzione magnetica (μT), rilevati nei pressi della linea n. 524 (sito 8 in Allegato V) nel periodo 10 – 12 dicembre 2001.

In Figura 2 sono confrontati gli andamenti temporali, su base temporale di 15 minuti, dell'induzione magnetica misurata nel sito 8 e i valori di corrente che, corrispondentemente, circolavano nella linea AT durante i giorni di misura (dati forniti da Terna in data 27.12.01). Il fattore di correlazione tra i dati di corrente e quelli di induzione magnetica misurati è uguale a **0,96**. Ciò denota una correlazione stretta tra i due insiemi di dati che giustifica l'operazione di estrapolazione dei livelli di induzione magnetica per tutto l'anno precedente al fine del calcolo teorico dell'esposizione a lungo termine in siti disposti in modo analogo alla postazione di misura (sito 8 in Allegato V) rispetto alla linea. Per tale stima sono stati utilizzati i dati di corrente forniti dalla Società Terna il 16.10.01 relativamente al periodo 01.10.00 – 30.09.01 e riassunti in Tabella 8 insieme ai dati di corrente relativi ai giorni di monitoraggio in continua.

Infine, in Tabella 9 è riportato il confronto tra i risultati del calcolo dell'esposizione a lungo termine, cioè i valori di induzione magnetica stimati nel lungo termine per il sito 8, e gli stessi parametri valutati strumentalmente nel periodo di misura 10 – 12 dicembre 2001.

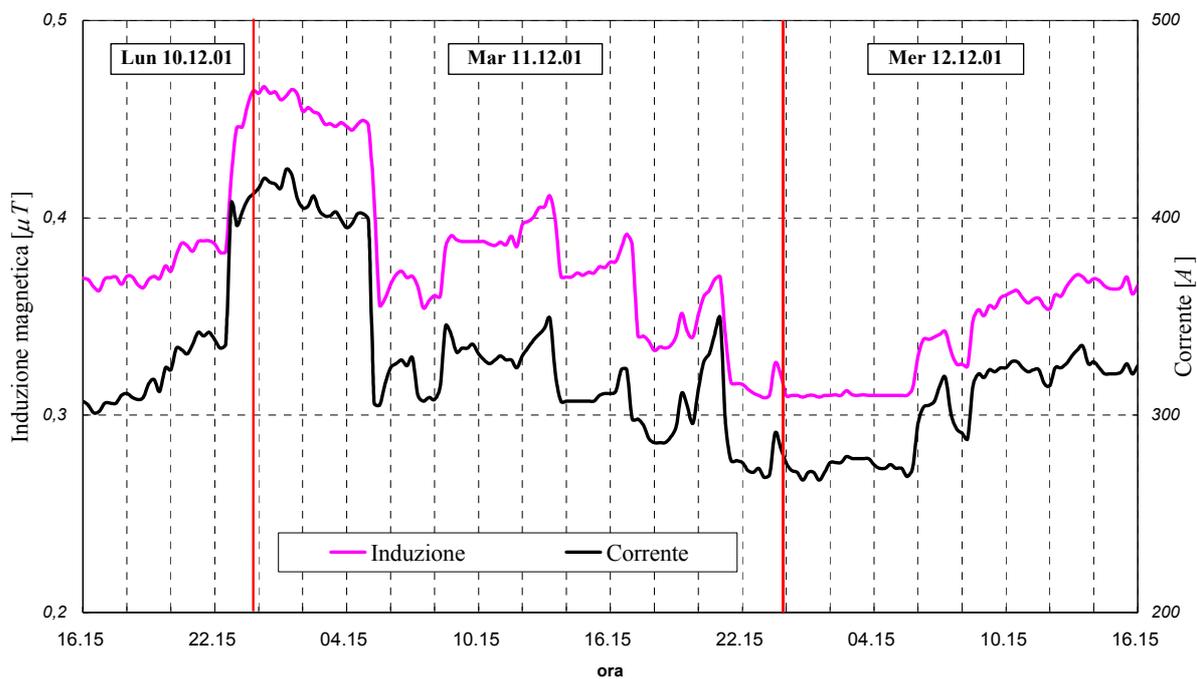


Figura 2: Confronto tra gli andamenti temporali dell'induzione magnetica misurata nel sito 8 e i valori di corrente circolanti nella linea n. 524 nei giorni di misura.

	PERIODO 01.10.00 – 30.09.01	PERIODO 10 – 12.12.01
Corrente media [A]	222.5	322.5
Deviazione standard [A]	---	39.4
Corrente 95°percentile[A]	316.0	409.5
Corrente Massima [A]	383.0	424.6

Tabella 8

Carichi di corrente nella linea n. 524 nel periodo 01.10.00 – 30.09.01 e nel periodo 10 – 12 dicembre 2001 forniti da Terna.

	STIME TEORICHE PERIODO 01.10.00 – 30.09.01	VALORI MISURATI PERIODO 10 – 12.12.01
Induzione media [μT]	0.25	0.37
Deviazione standard [μT]	---	0.04
Induzione 95° percent. [μT]	0.36	0.46
Induzione Massima [μT]	0.44	0.49

Tabella 9

Stime teoriche di induzione magnetica [μT] a lungo termine nel periodo 01.10.00 – 30.09.01 e valori misurati strumentalmente nel periodo 10 – 12.12.01 presso il sito 8 (stime basate sui dati di corrente forniti da Terna).

Per quanto riguarda le indagini relative ai campi elettromagnetici, si osserva un generale ampio rispetto dei limiti normativi attualmente in vigore sia per le basse ($100 \mu T$) che per le alte ($6 V/m$) frequenze. Bisogna però rilevare che i livelli di induzione magnetica a $50 Hz$ rilevati in prossimità dell'elettrodotto n. 524 hanno fornito valori prossimi a $0.4 \mu T$, preso a riferimento in molte meta-analisi degli studi epidemiologici internazionali sull'esposizione prolungata della popolazione infantile al campo magnetico a basse frequenze, e al valore $0.5 \mu T$ che, probabilmente, rappresenterà il nuovo limite normativo per l'esposizione a lungo termine da fissare con l'emanando decreto ai sensi della Legge Quadro n. 36 del 22.02.01 sull'inquinamento elettromagnetico.

In ultima analisi, bisogna evidenziare che i carichi di corrente circolanti nella linea n. 524 nel periodo di un anno compreso tra il 01.10.00 e il 30.09.01, qui preso in considerazione come periodo a lungo termine per eseguire le stime teoriche, sono stati notevolmente inferiori ai carichi di corrente circolanti nei giorni 10 – 12.12.01 in cui è stato eseguito il monitoraggio strumentale in continua dell'induzione magnetica. Ciò può essere dedotto anche dai valori riportati in Tabella 9 che testimoniano come nei tre giorni di misura si siano avuti valori di induzione magnetica superiori a quelli stimati teoricamente per tutto l'anno precedente. Sarà opportuno, quindi, che l'ente gestore della linea chiarisca se l'aumento dei carichi di corrente è stato un fenomeno temporaneo dettato da particolari esigenze di servizio o di utenza oppure se è frutto di una specifica scelta gestionale che comporterà un effettivo e definitivo aumento della corrente circolante.

7 CONCLUSIONI

L'indagine ambientale ha interessato una zona notevolmente ampia, definita da una circonferenza avente raggio di 3 Km centrata sull'area dell'inceneritore. All'interno di questa zona sono compresi insediamenti civili, attività produttive, infrastrutture viarie di grande comunicazione, zone agricole, nonché stazioni radio-base (SRB) per la telefonia cellulare.

Sono state indagate le varie matrici ambientali, aria, acqua superficiale e profonda, suolo, ricercando e determinando tutte quelle componenti chimiche e fisiche da mettere in relazione, e che caratterizzano, le varie attività antropiche che si sviluppano nella zona, compresa almeno per gli effetti destinati a durare nel tempo la pregressa attività dell'inceneritore.

Premesso che specifiche e puntuali considerazioni sono già state svolte nei capitoli precedenti, i risultati ottenuti e complessivamente valutati consentono di rispondere con sufficiente attendibilità a due quesiti fondamentali, in rapporto agli obiettivi della ricerca:

1. Le attività antropiche che si svolgono attualmente all'interno della zona presa in considerazione determinano impatti ambientali che, in rapporto alla vigente normativa, possono configurarsi come situazioni di degrado ?
2. La pregressa attività dell'inceneritore, con le ricadute derivanti dalle emissioni in atmosfera dei prodotti volatili della combustione, ha determinato contaminazione del suolo e della falda tale da limitare l'uso a cui è adibito o comunque tale da modificare la sua composizione, alterandone le caratteristiche originarie ?

Per rispondere al primo quesito, bisogna porre attenzione alla qualità dell'aria e, in misura minore, a quella delle acque superficiali che, rinnovandosi continuamente, non presentano fenomeni di accumulo derivanti dal passato e quindi sono lo specchio di una situazione che è in relazione diretta con le attività antropiche attuali.

Per quanto concerne il secondo quesito si deve prendere in considerazione il suolo e le acque di falda, che essendo matrici "statiche" o dotate di scarsa mobilità possono presentare, almeno per certi inquinanti non biodegradabili, fenomeni di persistenza e di accumulo: in questo ambito possono essere individuati traccianti come le diossine, gli idrocarburi policiclici aromatici e alcune tipologie di metalli pesanti, la cui presenza è da ascrivere ad attività svolte nel passato.

Le indagini, svolte in un arco di tempo piuttosto ampio, sia attraverso l'impiego dell'autolaboratorio che ha monitorato i parametri classici (CO, NO_x, H₂S, Polveri fini (PM₁₀), Idrocarburi non metanici), sia attraverso la tecnica dei monitori passivi con cui sono stati ricercati inquinanti di natura tossica da ascrivere all'uso di carburanti ma anche ad alcune attività produttive (benzene, toluene, solventi alogenati) hanno messo in evidenza situazioni in cui i limiti previsti dalla normativa per la qualità dell'aria sono continuamente e ampiamente rispettati in tutti i punti indagati, che sono rappresentativi di zone produttive, di aree urbanizzate o rurali.

Inoltre, se possiamo tirare un parallelo, questi valori sono significativamente più bassi di quelli riscontrati nello stesso periodo in alcune zone della città di Pisa, “classificate” come zone a traffico di media-bassa intensità.

In questo contesto si può osservare, come del resto era da attendersi in rapporto alle poche attività produttive con emissioni gassose significative, che il contributo di maggior rilievo, benché modesto, deve essere attribuito al traffico autoveicolare: sono infatti le centraline di monitoraggio posizionate in prossimità della viabilità di scorrimento che convogliano flussi di traffico significativi ad evidenziare livelli di inquinamento più elevato anche se modesto.

Alla stessa conclusione si giunge attraverso l'esame dei dati relativi ai rilievi fonometrici.

Pur considerando che esistono situazioni critiche, confinate all'interno della zona industriale, anche in questo caso le origini del rumore sono da attribuire essenzialmente al traffico. I livelli sonori misurati in prossimità della viabilità infatti sono risultati sempre significativamente superiori ai valori limite ammessi dalla normativa italiana. Questa situazione del resto non è specifica dell'area in studio ma rappresenta uno stato comune a tutte le zone caratterizzate da traffico autoveicolare.

Anche per quanto concerne i campi elettromagnetici, la situazione che emerge dalle misure effettuate non è sostanzialmente diversa da quella che si riscontra in altre zone della città.

Infatti si osserva un generale ed ampio rispetto dei limiti normativi attualmente in vigore, sia per le basse (100 μT) che per le alte frequenze (6 V/m), mentre i livelli di induzione magnetica a 50 Hz rilevati in prossimità dell'elettrodotto n. 524, che attraversa la zona, hanno fornito valori prossimi al livello di 0,5 μT che è indicato come nuovo limite da recepire nella normativa per le esposizioni a lungo termine.

A tale proposito è opportuno far presente che in occasione delle misure il carico di corrente che circolava nell'elettrodotto era superiore a quello medio annuale su cui è stata fatta la stima teorica. Si ritiene pertanto necessario chiarire con ENEL se l'aumento di corrente è stato un fenomeno temporaneo o rientra nelle strategie aziendali.

L'esame dei dati relativi alle acque superficiali fornisce elementi di valutazione interessanti, anche se il dato di maggiore rilievo è da individuare nella assenza di una rete fognaria che recapiti i reflui raccolti verso un impianto di depurazione.

I corsi d'acqua esaminati risultano comunque notevolmente inquinati, soprattutto per l'immissione di scarichi civili non depurati provenienti dalle zone densamente abitate situate a monte dell'area industriale.

Di un certo rilievo è la presenza di concentrazioni significative di alcuni metalli pesanti, la cui origine, per quanto non sia stata accertata la provenienza, non è da ascrivere alle attività produttive che si svolgono in questa zona in quanto è stato riscontrato un andamento decrescente delle concentrazioni scendendo a valle della zona industriale.

Come si è detto, il terreno e le acque della falda forniscono indicazioni riferibili agli effetti delle attività pregresse e, nel caso specifico, alle ricadute derivanti dalle emissioni in atmosfera dell'inceneritore.

Le acque di falda nella loro generalità risultano di qualità scadente, difficilmente utilizzabili a scopo idropotabile, caratterizzate da elevata durezza e dalla presenza di concentrazioni elevate di Ferro, Manganese e Azoto Ammoniacale, la cui origine è certamente da attribuire alle caratteristiche naturali dei terreni in cui si sono formate.

L'assenza o la presenza in tracce di metalli pesanti e di idrocarburi policiclici aromatici riscontrata nelle acque di falda esclude che vi sia stata contaminazione da parte dei rilasci provenienti dall'inceneritore confermando il ruolo importante svolto per la protezione della falda dai terreni a cui è stata riconosciuta un'elevata capacità di adsorbimento nei confronti di alcuni ioni metallici che sono stati pertanto trattenuti negli strati superficiali impedendo il loro contatto con le acque delle falda sottostanti..

Per i terreni vi sono indicazioni e segnali che magari dovranno essere ulteriormente approfonditi per definire compiutamente il loro significato, ma certamente non escludono, e talora indicano chiaramente, rapporti tra composizione in microinquinanti del terreno ed emissioni gassose provenienti dall'inceneritore. I markers presi in considerazione per questo tipo di valutazione sono gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), le diossine ed i metalli pesanti; i primi due notevolmente specifici, i terzi di maggiore diffusione nell'ambiente ma comunque utili allo scopo.

In tutti i campioni, IPA e diossine sono sempre risultati assenti o presenti in concentrazioni così basse da non essere igienicamente significative.

Diverse almeno in una certa misura sono le indicazioni che si possono trarre dai numerosi dati relativi alle concentrazioni di metalli pesanti nei terreni.

In diversi punti della zona sottoposta a indagine, alcune tipologie di metalli sono risultati presenti in concentrazioni tali che, al di là del loro valore assoluto, possono indicare una correlazione con l'attività dell'inceneritore. Infatti non solo sono state riscontrate concentrazioni anomale ma in aggiunta queste anomalie riguardano quei metalli che oltre ad essere abbondanti nei rifiuti sono anche volatili alle temperature di esercizio dell'inceneritore.

In questo senso Piombo e Zinco risultano presenti in alcuni campioni in concentrazioni superiori ai valori di riferimento mentre altri metalli, Nichel, Cromo, Mercurio e Cadmio, per motivi diversi (i primi a causa della loro bassissima volatilità, gli altri per la loro minore presenza nei rifiuti), non manifestano valori anomali. I possibili effetti relativi alla situazione descritta sono comunque mitigati dalle caratteristiche dei terreni. Esse sono tali da garantire una adeguata protezione della falda e della catena alimentare; infatti il pH è basico e la capacità di scambio cationica dei terreni esaminati è piuttosto elevata e garantisce un buon effetto di trattenimento, per tutti quei metalli che si muovono come ioni positivi. Non fanno parte di questi il cromo e l'arsenico che spesso è presente nel terreno come ione con carica negativa tuttavia la loro concentrazione è molto ridotta. Le quote mobili dei metalli pesanti sono nella maggior parte dei casi molto basse e con valori tipici dei terreni della provincia. Fanno eccezione i campioni nei quali il contenuto totale è molto elevato: in questi casi anche le quantità mobili sono particolarmente alte facendo ritenere che la concentrazione di metallo sia dovuta a contributi antropici e non a fenomeni di origine naturale.

Rimangono da chiarire i motivi per cui le concentrazioni di IPA e diossine nei terreni sono state repertate a livelli molto bassi.

Per gli IPA le ragioni sono semplici e da mettere in relazione alle caratteristiche di questi composti a cui la letteratura scientifica attribuisce una elevata fotosensibilità. La lunga esposizione al sole ha prodotto degradazioni tali da trasformare questi composti in molecole con struttura e caratteristiche così diverse da non rispondere più ai metodi analitici impiegati.

Anche il dilavamento dei terreni dovuto agli eventi piovosi naturali ha determinato effetti sinergici. Per le diossine le motivazioni, per quanto più complesse ed allo stesso tempo meno incisive, non si discostano nella loro sostanza da quelle già esposte per gli IPA. Su tutto però prevale ed ha preminente importanza il fatto che il calcolo teorico della quantità di diossine “equivalenti” emesse dall’inceneritore e ricadute nell’area in esame nel corso dell’esercizio dell’impianto consentono di valutare concentrazioni nei primi 20 cm di suolo pari a $1,39 \times 10^{-5}$ mg/Kg; in merito si possono svolgere due considerazioni importanti:

1. Le concentrazioni attese nei terreni, $1,39 \times 10^{-5}$ mg/Kg, sono confrontabili con quelle effettivamente repertate anche se leggermente superiori, come del resto è ragionevole attendersi per le motivazioni che svolgeremo successivamente;
2. Le concentrazioni calcolate nei terreni, che possono essere considerate mediamente come le massime attese, risultano dello stesso ordine di grandezza del limite più restrittivo di 1×10^{-5} mg/Kg assunto dalla normativa per i terreni ad uso residenziale, ma significativamente inferiore ai limiti previsti per i terreni ad uso industriale ed agricolo.

La discrepanza in verità non sostanziale tra il valore atteso e quello repertato è già ben motivata nel paragrafo relativo alla discussione dei risultati e in estrema sintesi può essere attribuita, nonostante la notevole stabilità della struttura delle diossine, a fenomeni di degradazione che, pur lenti, hanno un certo peso quando si ragiona in termini di anni, ed all’azione dispersiva degli agenti atmosferici.

In estrema sintesi, i dati disponibili, le valutazioni e le considerazioni complessivamente svolte consentono di rispondere ai quesiti posti:

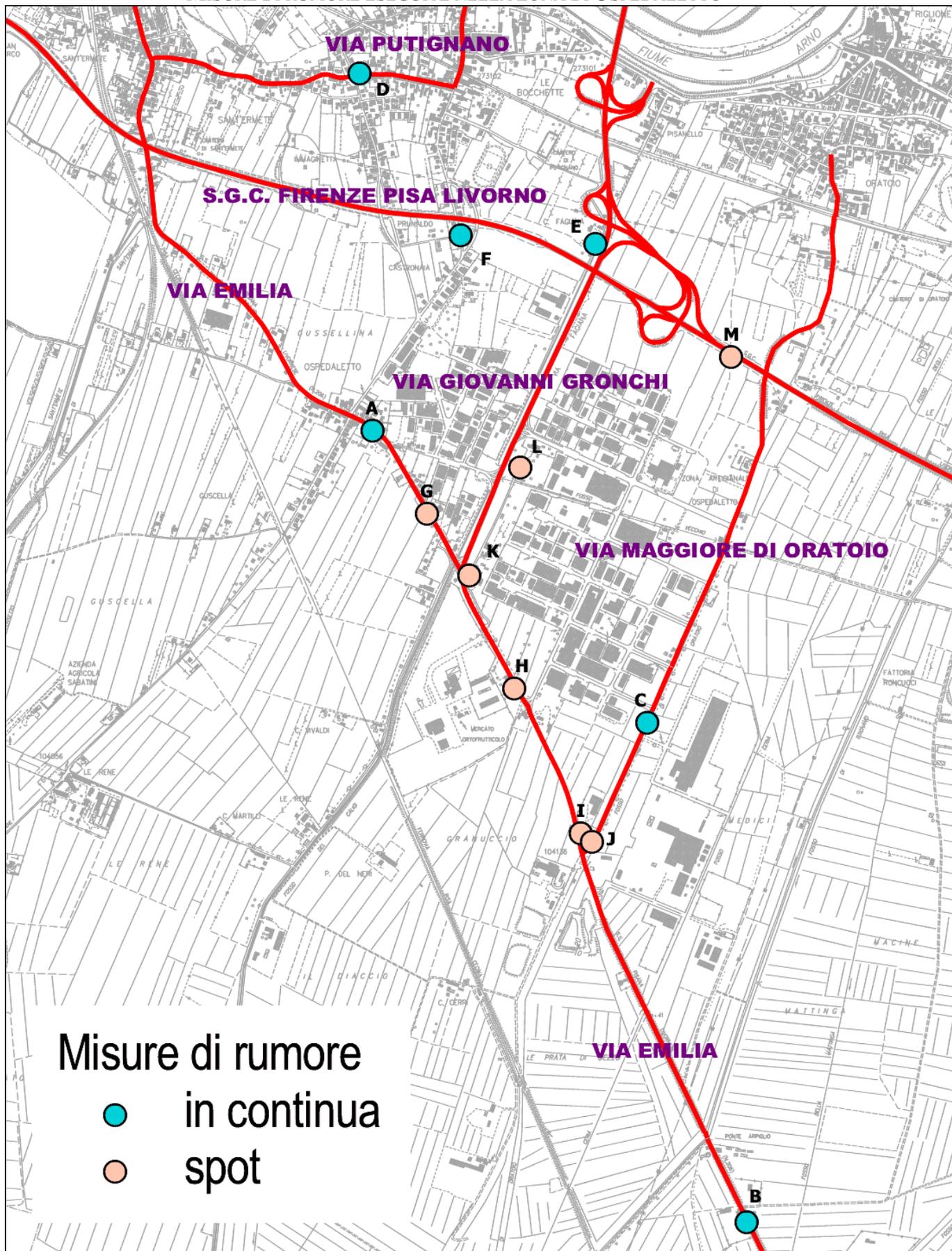
Le condizioni ambientali dell’area sottoposta ad indagine risentono delle attività antropiche che ivi si svolgono in maniera poco significativa e comunque tale da non dare luogo a situazioni acute e/o di crisi ambientali.

Di scarso rilievo sono i contributi da ascrivere alle attività produttive insediate nella zona mentre il traffico autoveicolare costituisce la fonte a cui attribuire il peso maggiore, specialmente per quanto concerne il rumore, per il quale in prossimità delle vie di scorrimento sono stati osservati superamenti del limite di zona.

In questo quadro rientra anche l’inceneritore gli effetti della cui attività pregressa si manifestano, in forma sporadica e comunque da approfondire, attraverso la presenza nel terreno di alcuni metalli pesanti, tra l’altro dotati di tossicità non particolarmente elevata.

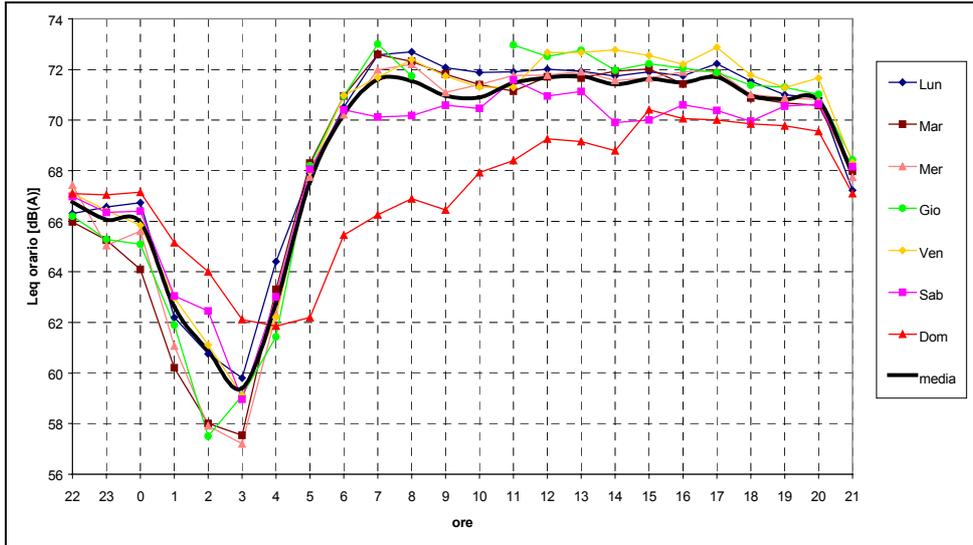
ALLEGATO 1

MISURE DI RUMORE ESEGUITE NELLA ZONA DI OSPEDALETTO

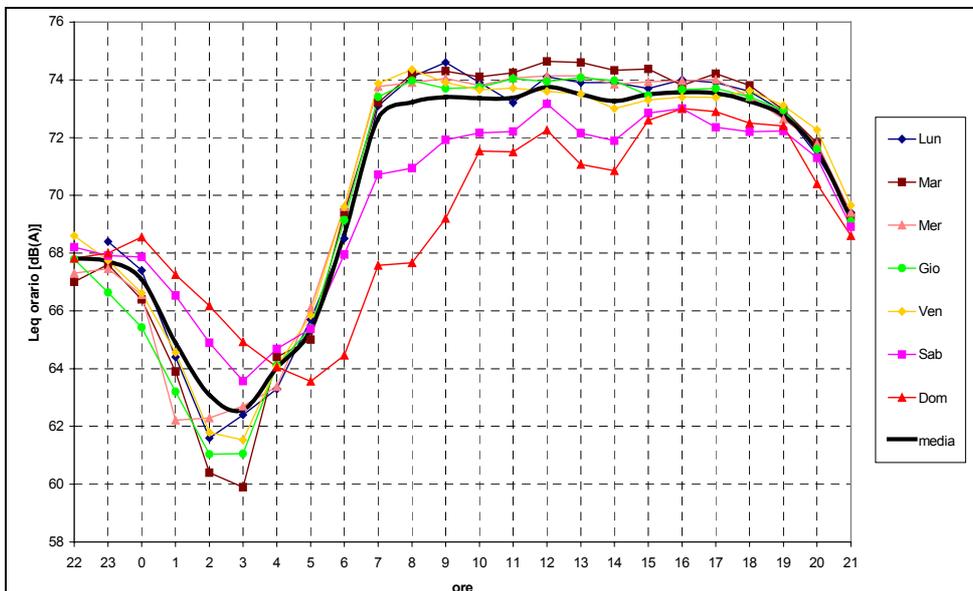


ALLEGATO 2

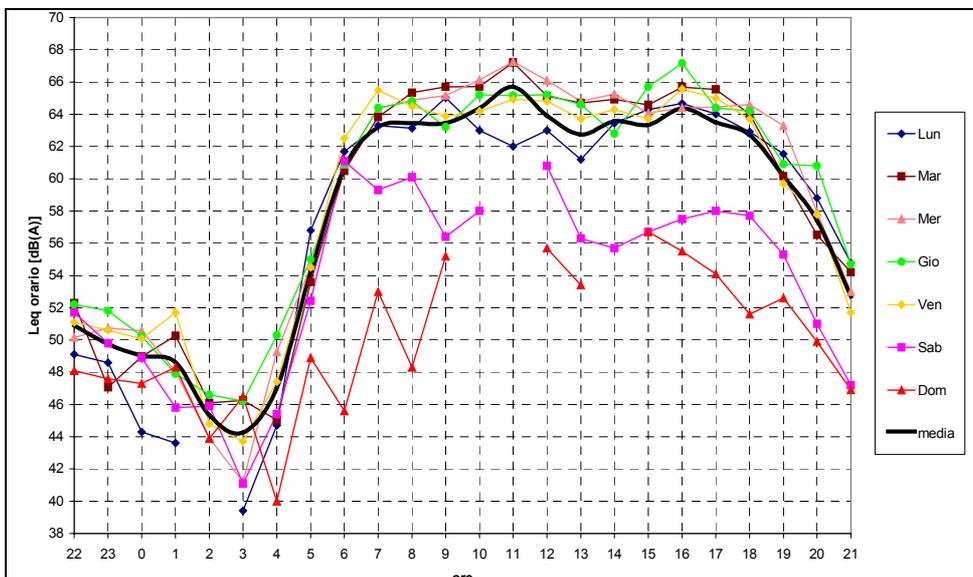
RISULTATI MONITORAGGI DI RUMORE A LUNGO TERMINE ESEGUITI NELLA ZONA DI OSPEDALETTO



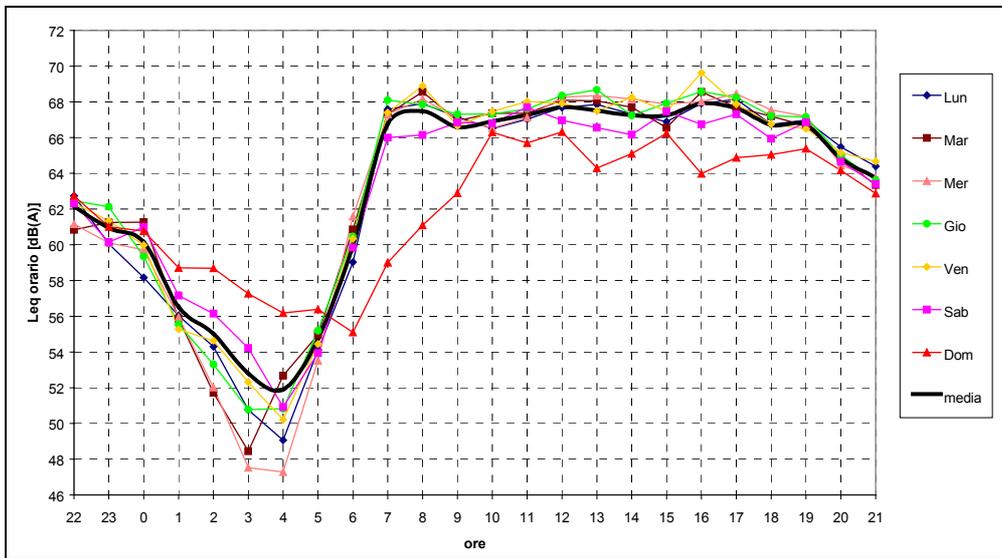
Postazione A - Via Emilia – nel tratto a nord di Via Fagiana che attraversa l'abitato di Ospedaletto



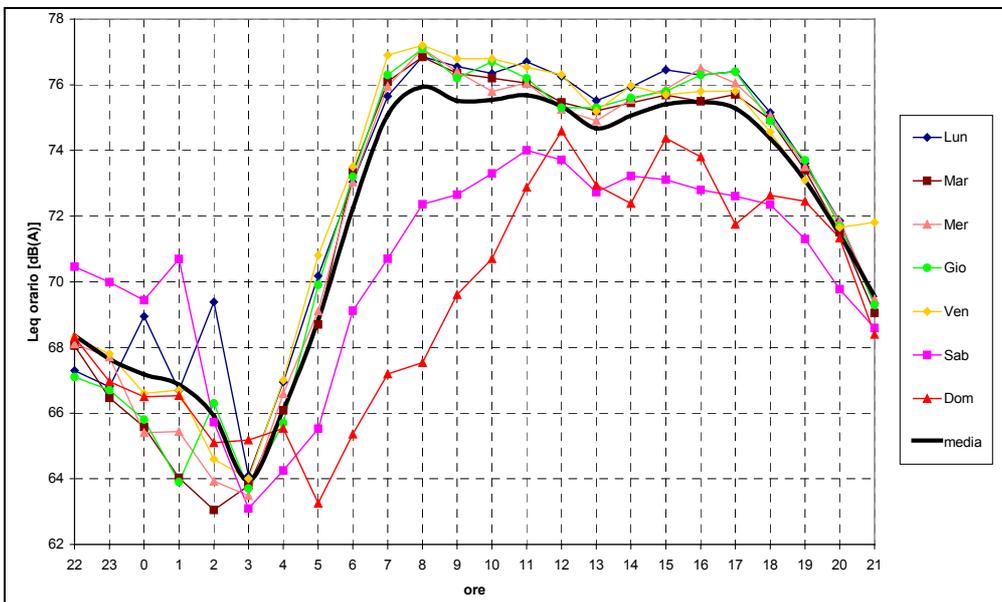
Postazione B - Via Emilia – nel tratto a sud di Via Fagiana dopo il Fosso Tittignano



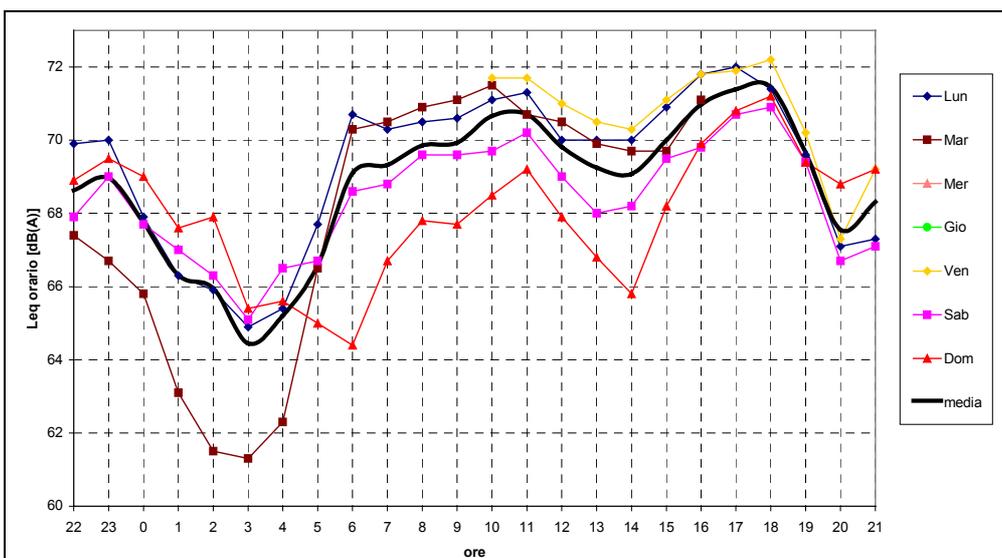
Postazione C - Via Maggiore di Oratoio – la strada che congiunge Ospedaletto a Oratoio



Postazione D - Via Putignano



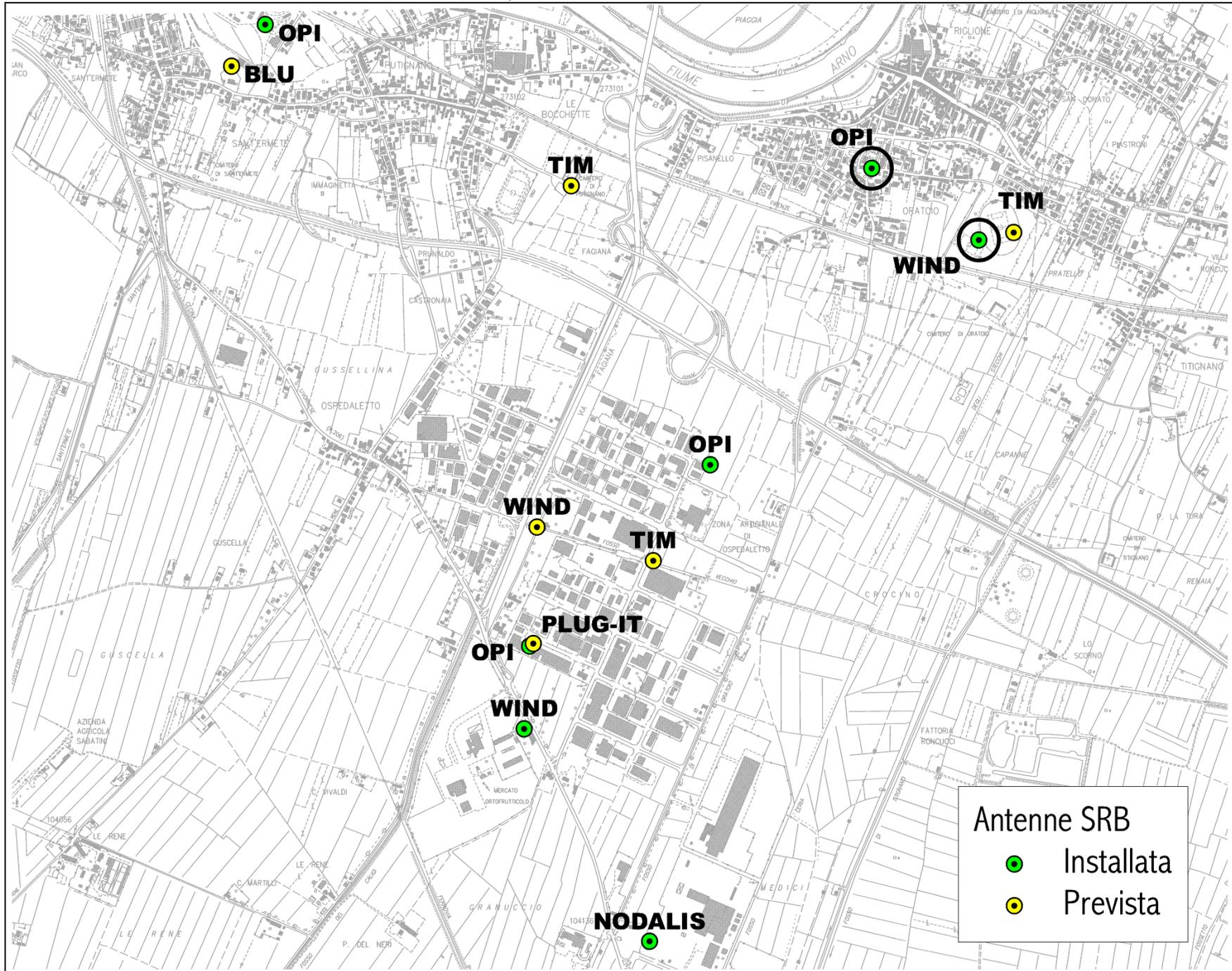
Postazione E - Via Fagiana – nel tratto compreso tra la SGC FI-PI-LI e lo svincolo Pisa Est



Postazione F - S.G.C. FI-PI-LI – nel tratto che attraversa Via dell'Arginone (prima dell'installazione barriere)

ALLEGATO 3

IMPIANTI A RADIOFREQUENZA PRESENTI NELLA ZONA DI OSPEDALETTO



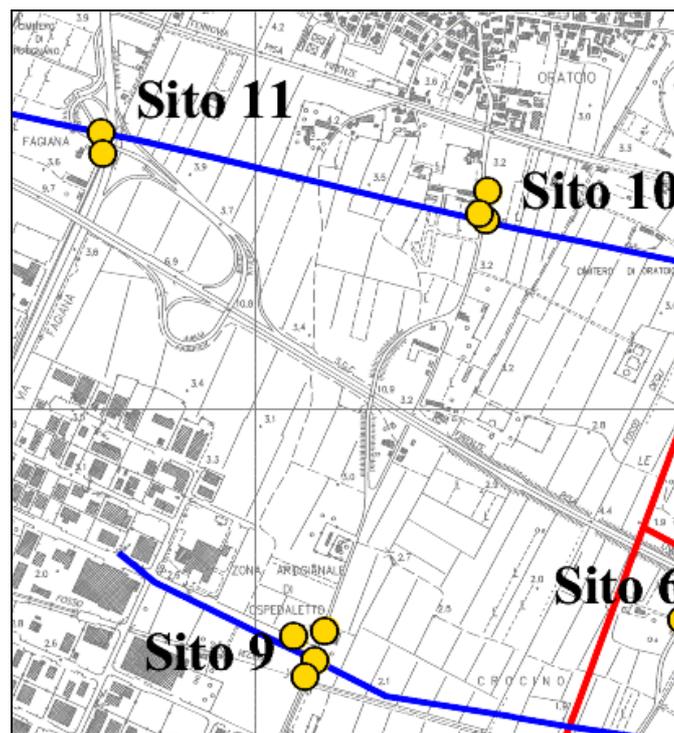
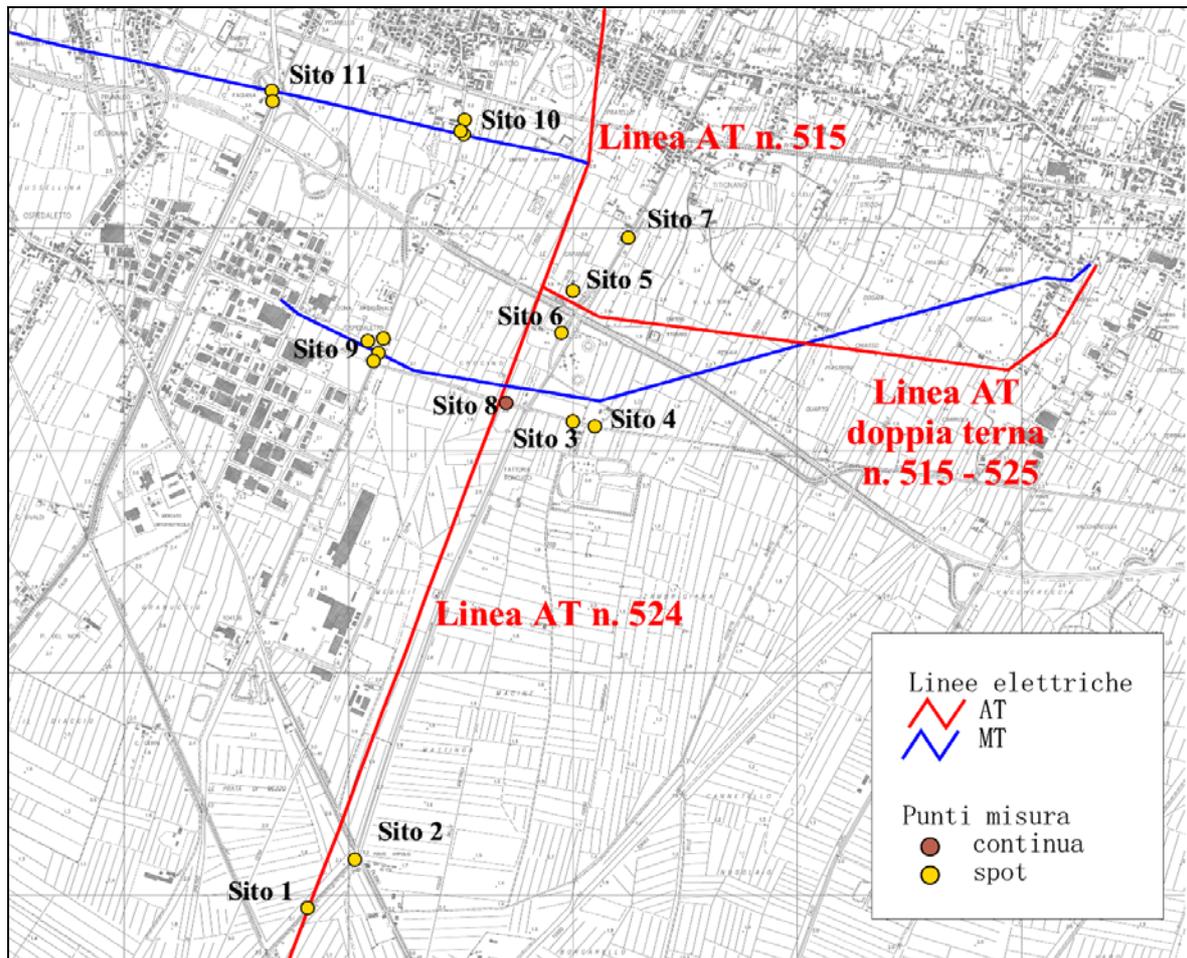
ALLEGATO 4

ELENCO CARATTERISTICHE IMPIANTI A RADIOFREQUENZA PRESENTI NELLA ZONA DI OSPEDALETTO

<i>Gestore</i>	<i>Situazione</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Sigla</i>	<i>Nome</i>	<i>Località</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Valutazione</i>	<i>Data Emissione</i>	<i>Dipartimento</i>
OPI	Attiva	GSM	3-PI-4091	PI Riglione	Oratoio	c/o Parrocchia S. Michele Aracangelo	parere	16/11/98	Livorno
OPI	Attiva	GSM	3-PI-4091	PI Riglione	Oratoio	c/o Parrocchia S. Michele Aracangelo	misura	10/09/01	Pisa
OPI	Attiva	GSM	3-PI-4095	PI Ospedaletto	Ospedaletto	Via Cocchi, 5; Loc. Ospedaletto	parere	30/10/98	Livorno
OPI	Attiva	GSM, P.R.	3-PI-4095	PI Ospedaletto	Ospedaletto	Via Cocchi, 5; Loc. Ospedaletto	parere	23/06/00	Livorno
OPI	Attiva	P.R.	MSC2	Ospedaletto	Ospedaletto	Via Padre Barsanti; Loc. Ospedaletto	parere	24/09/99	Livorno
OPI	Attiva	GSM, DCS	3-PI-4100	Pisa Aeroporto	S. Ermete	Via Carlo Pisacane	parere	20/03/00	Livorno
TIM	Valutata	GSM	-	PI Putignano	Putignano	c/o Chiesa di Putignano	parere	21/06/00	Livorno
TIM	Valutata	GSM, DCS	-	PI Putignano	Putignano	c/o Cimitero Comunale	parere	23/07/01	Livorno
TIM	Valutata	GSM	-	PI Ospedaletto	Ospedaletto	Via Meucci	parere	10/07/00	Livorno
TIM	Valutata	GSM, DCS	-	Pisa Badia	Oratoio	c/o Campo Sportivo	parere	13/09/01	Livorno
WIND	Attiva	GSM, DCS	3-PI-12673	PI Riglione	Oratoio	Via Oratoio (c/o campo di calcio)	parere	29/02/00	Livorno
WIND	Attiva	GSM, DCS, P.R.	3-PI-12673	PI Riglione	Oratoio	Via Oratoio (c/o campo di calcio)	misura	03/12/01	Pisa
WIND	Attiva	GSM, DCS	3-PI-12672	PI Ospedaletto	Ospedaletto	Via Fosso Vecchio; prov. Zona EXPO	parere	06/03/00	Livorno
WIND	Valutata	GSM, DCS	PI 015		Ospedaletto	via Fosso Vecchio	parere	24/08/01	Livorno
BLU	Valutata	DCS, P.R.	3-PI-35555	Pisa S. Ermete	S. Ermete	via Socci	parere	24/08/01	Livorno
NODALIS	Attiva	P.R.	-		Ospedaletto	via Bellatalla, 1	parere	02/07/01	Livorno
PLUG IT	Valutata	P.R.	-		Ospedaletto	Via Padre Eugenio Barsanti	parere	22/11/01	Livorno

ALLEGATO 5

MISURE DI INDUZIONE MAGNETICA A 50 HZ ESEGUITE NELLA ZONA DI OSPEDALETTO E LINEE ELETTRICHE ESISTENTI



CONCLUSIONI

I risultati delle indagini ambientali su parametri riferibili a processi "storici" di inquinamento (sostanzialmente analisi dei terreni), potenzialmente correlati ad effetti a lungo termine sulla salute (mortalità e ricoveri per cause cronico-degenerative), non hanno fornito informazioni su differenze di contaminazioni ambientali tra le zone studiate tali da modificare il modello di studio prescelto.

Risulta pertanto confermato l'obiettivo di indagare lo stato generale di salute della popolazione residente nell'area di raggio 4 km centrata sull'inceneritore ed attraversata nella porzione nord da strade ad alta intensità di traffico veicolare.

Alcuni risultati di indagini ambientali su parametri "attuali" (in particolare il rumore) risultano utili alla interpretazione dei risultati emersi dall'analisi sui ricoveri in riferimento a condizioni a breve-termine ma soprattutto dall'indagine campionaria su sintomi e percezioni, che seppure complessi e non univoci offrono una immagine abbastanza netta del malessere riferito da parte di una larga parte dei residenti.

Benchè nell'area non sia emersa una situazione generale di salute allarmante ne problemi specifici di entità tale da rappresentare una dimensione di sanità pubblica, alcuni risultati epidemiologici ottenuti non sono da trascurare e suggeriscono ulteriori e diversificati approfondimenti, in special modo mirati ad un arricchimento ed oggettivazione della esposizione individuale passata e presente, in quei gruppi e in quelle aree che hanno mostrato segnali di morbosità e mortalità più elevata rispetto ai riferimenti esterni.