



**SITUAZIONE EPIDEMIOLOGICA  
E VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SANITARIO  
DI ALCUNI INQUINANTI AMBIENTALI  
NEL COMUNE DI TERNI**

**PRIMO REPORT**  
**(Rev. 1.2 del 12 settembre 2015)**

A cura del Dr. Armando Mattioli e Dr. Ubaldo Bicchielli

### **Premessa alla versione dell'agosto 2015**

Vista l'importanza e la criticità del rapporto tra l'ambiente e la salute, in data 04 marzo 2015 il Dipartimento di Prevenzione della USL n. 2 ha deciso di attivare un gruppo di lavoro interdisciplinare "Ambiente e Salute", mettendo insieme le competenze presenti nei diversi Servizi di Medicina del Lavoro, di Epidemiologia e di Sanità Pubblica.

Il gruppo di lavoro aderisce ai principi della **Convenzione di Aarhus del 1998** "*Convenzione sull'accesso alle informazioni, la partecipazione dei cittadini e l'accesso alla giustizia in materia ambientale*" e pertanto garantisce la massima disponibilità al confronto.

Questa prima relazione è stata redatta per affrontare le tematiche più importanti e quelle che destano maggiore allarme fra la popolazione di Terni, comune del territorio della USL n. 2 con le maggiori criticità ambientali. Rappresenta anche la risposta ad una richiesta formale di accesso agli atti da parte del Comitato "No inceneritore".

La logica seguita è quella della **Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento ambientale**, ufficializzata nel convegno VIAS del giugno 2015 a Roma.

Le elaborazioni sono basate sui dati di mortalità in nostro possesso, su quelli ricavati dal registro tumori dell'Università di Perugia, su quelli reperibili sul sito dell'ARPA Umbria relativi all'inquinamento ambientale nel 2014 e sui risultati delle campagne 2012-2013 della zona SIN di Terni di campionamento ed analisi effettuate dai Laboratori dell'Istituto Zooprofilattico dell'Umbria e Marche e dal quello dell'Abruzzo e Molise

Questa relazione ha comportato uno sforzo particolare da parte del Dipartimento di Prevenzione stante la carenza di personale da poter dedicare specificamente allo svolgimento di un grande carico di lavoro legato all'estrazione dei dati da una massa notevole riguardante l'inquinamento di tutta la regione.

Pur essendoci basati su rigorosi criteri scientifici, ci si è sforzati di presentare dati con modalità e linguaggio che mira alla comprensibilità da parte dei non addetti ai lavori.

Poiché nel frattempo i Comuni di Terni e di Narni, la USL n. 2, l'ARPA Umbria e la Provincia di Terni hanno attivato un tavolo tecnico interistituzionale sul tema "Ambiente e Salute", che prevede anche il coinvolgimento delle associazioni dei cittadini, si fornisce la disponibilità al confronto ed all'approfondimento della presente relazione nell'ambito di questo tavolo, in una logica che miri a rendere sistematico ed organico il rapporto fra le Istituzioni del governo locale, gli Organi tecnici pubblici ed i cittadini.

Si ringraziano per aver messo a disposizione dati ed elaborazioni in loro possesso:

- il Prof. Fabrizio Stracci, Direttore del Registro Tumori Umbro di Popolazione;
- il Dott. Giancarlo Marchetti, Direttore Tecnico dell'ARPA Umbria;
- la Dott.ssa Caterina Austeri, Responsabile del Servizio Aria del Dipartimento di Terni di ARPA.

**Premessa alla versione del 25 settembre 2015**

La versione dell'agosto 2015 aveva avuto uno scopo informativo e divulgativo su una tematica poco conosciuta, il risk assessment per la salute umana da inquinamento ambientale ed anche per questo, oltre al poco tempo a disposizione avuto, non erano stati inseriti ed esplicitati i criteri e metodi scientifici utilizzati, né erano stati inseriti in relazione gli specifici riferimenti bibliografici.

Nella presente versione è stata pertanto introdotta la sezione “materiali e metodi”, la bibliografia di riferimento è stata arricchita e sono stati inseriti nel testo gli specifici richiami ad essa.

Il presente report è stato sottoposto per una peer review da parte della lista di discussione nazionale [EpidemiologiaAmbientale@yahoogroups.com](mailto:EpidemiologiaAmbientale@yahoogroups.com) che ha fornito utili commenti e suggerimenti.

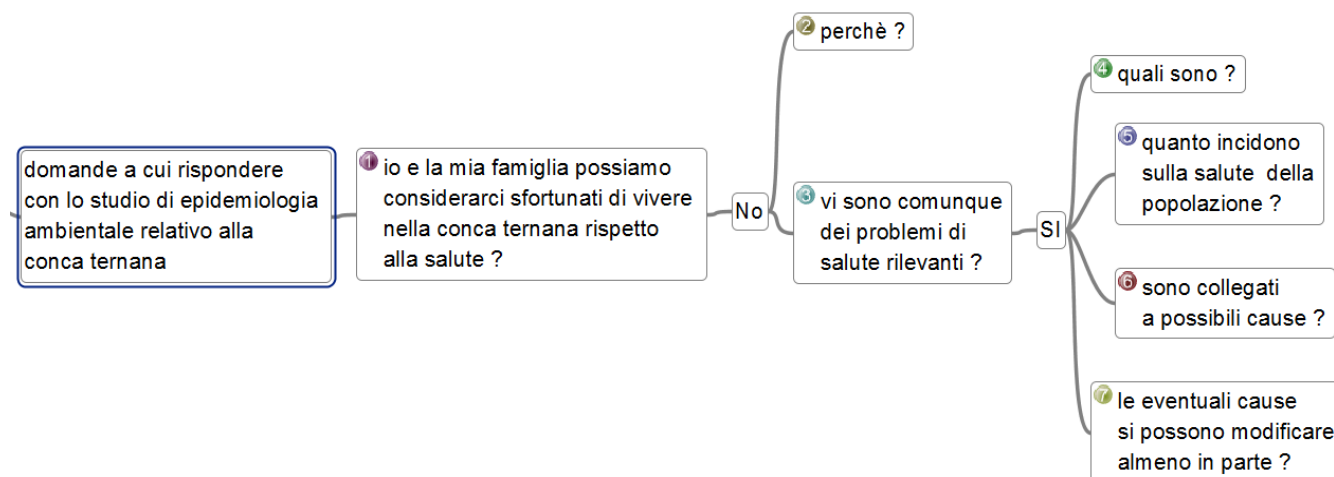
## Relazione epidemiologica: la situazione sanitaria della Conca Ternana con particolare riferimento alla mortalità ed incidenza della patologia tumorale

Una relazione epidemiologica relativa alla diffusione delle malattie nella popolazione, alla individuazione dei fattori di rischio e di protezione per la salute, deve rispondere a delle domande, magari non in maniera definitiva, magari aiutando a porre altri quesiti più approfonditi, ma deve provare a rispondere a delle domande.

Anzi si può dire che con più accuratezza sono poste le domande e più preciso sarà il contributo di conoscenza che la relazione potrà fornire.

Nel nostro caso la richiesta espressa dal Comitato “No inceneritore” è la seguente: “produrre le relazioni tecniche redatte in merito al rapporto tra gli inquinanti riscontrati a Terni, in particolare, nell’area SIN Terni - Papigno e Borgo Rivo, e gli elevati indici di mortalità per malattie oncologiche, ravvisati nella conca Ternana”.

Secondo il nostro parere nella richiesta sono sottese le stesse domande che si è posto il Gruppo di lavoro Ambiente Salute del Dipartimento di Prevenzione per quanto riguarda l’area di Terni, nelle prime riunioni e che possono essere sintetizzate nel seguente schema esemplificativo:



Si può notare come alle domande (1) e (3) abbiamo dato già una risposta che di seguito motiveremo, mentre abbiamo lasciato ancora aperte le domande successive che costituiranno il lavoro da svolgere in futuro, anche se in questa relazione ci sono alcune risposte parziali, l’attuale “stato dell’arte”.

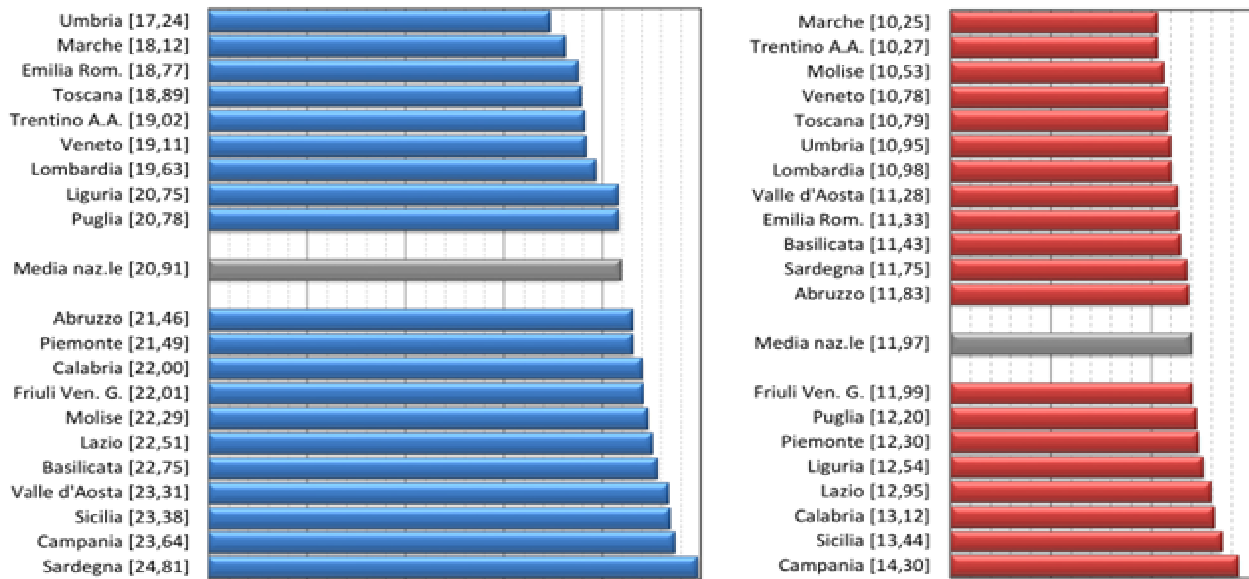
Per rispondere alla domanda (1) occorre, come sempre in epidemiologia, effettuare un confronto nel tempo e nello spazio ed utilizzare delle informazioni, degli indicatori, che riescano a sintetizzare una situazione generale: qui utilizzeremo la mortalità evitabile che ci permette un confronto nazionale a livello delle province ed un dettaglio successivo a livello comunale.

Per il confronto a livello nazionale facciamo riferimento alla recente pubblicazione del Rapporto 2014 del MEV<sup>1</sup>, in tale documento l’Umbria si pone al 1° posto, in quanto a mortalità evitata<sup>2</sup>, per i maschi ed al 6° posto per le femmine (Tavola 1), mentre la provincia di Terni si pone al 3° posto, su 110, per i maschi e nella media nazionale per le femmine (Tavole 2a e 2b)

<sup>1</sup> «MEV 2014.» Consultato 4 agosto 2015. <http://www.mortalitaevitabile.it/index.php/edizione-2014>.

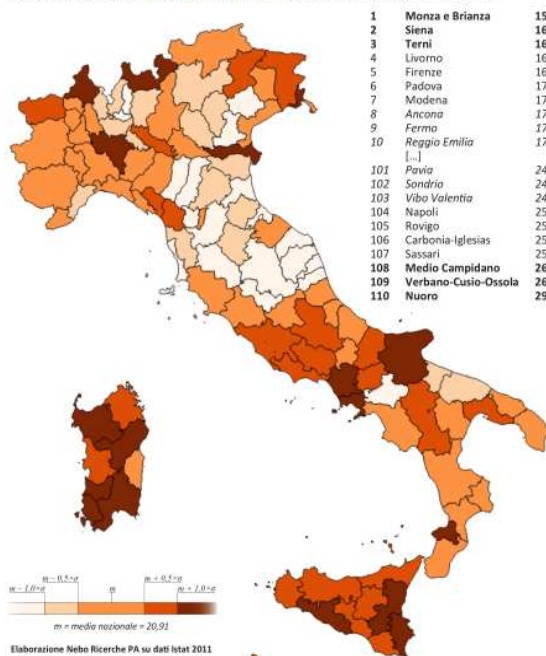
<sup>2</sup> Sono indicati come morti evitabili quei decessi che avvengono in determinate età precoci e per cause che potrebbero essere attivamente contrastate con interventi di prevenzione primaria, diagnosi precoce e terapia, igiene e assistenza sanitaria. È considerato indicatore indiretto di efficacia del sistema sanitario, ma anche di salubrità ambientale e promozione di stili di vita sani (interventi di prevenzione primaria)

Tav. 1 - **Giorni di vita perduti pro-capite per mortalità evitabile**  
Valori regionali e confronto con la media nazionale, per genere (sx maschi, dx femmine)

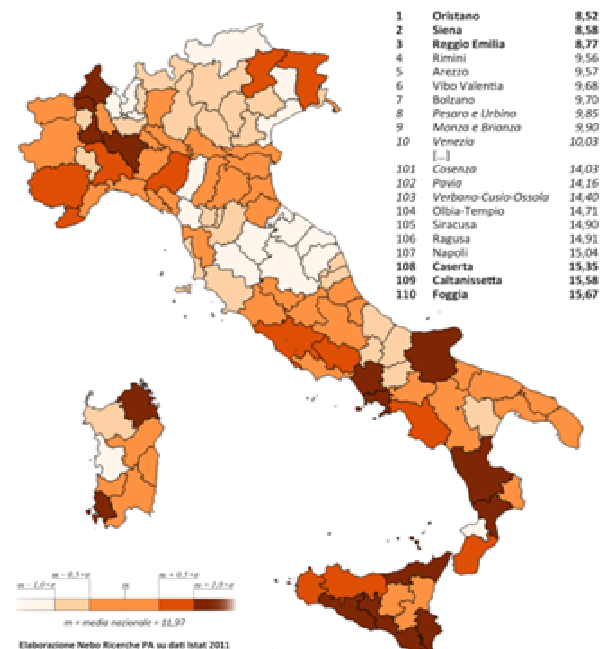


Elaborazione Nebo Ricerche PA su dati Istat 2011

Tav. 2a - **Giorni di vita perduti pro-capite per mortalità evitabile - Maschi**  
Cartogramma con indicazione delle prime e delle ultime 10 province della classifica MEV(i) 2014



Tav. 2b - **Giorni di vita perduti pro-capite per mortalità evitabile - Femmine**  
Cartogramma con indicazione delle prime e delle ultime 10 province della classifica MEV(f) 2014



Importante è che la mortalità evitabile, anche se con un diverso indicatore, il tasso standardizzato<sup>3</sup>, è calcolata anche da un software del Registro Tumori Umbro di Popolazione<sup>4</sup> in base ai dati del Registro Nominativo delle Cause di Morte, che permette l'elaborazione anche a livello dei grossi comuni: abbiamo così dati confrontabili relativi all'Umbria, alla provincia di Terni ed al comune di Terni (Tabella 1).

Tabella 1: tassi standardizzati per 100.000, mortalità evitabile anni 2009-2011, tutte le cause

|                                   | <b>Umbria</b> | <b>Provincia di Terni</b> | <b>Comune di Terni</b> |
|-----------------------------------|---------------|---------------------------|------------------------|
| Tutte le cause evitabili, maschi  | 202.13        | 193.54                    | 192.13                 |
| Tutte le cause evitabili, femmine | 99.03         | 104.84                    | 104.27                 |

Questi dati confermano i buoni risultati della provincia, ma anche del comune di Terni, nonostante alcune criticità già conosciute e di cui parleremo in seguito (Tabella 2).

Tabella 2: tassi standardizzati per 100.000, mortalità evitabile anni 2009-2011, alcune cause

|   | <b>Umbria</b> | <b>Provincia di Terni</b> | <b>Comune di Terni</b> |
|---|---------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Tumori polmonari</b>                         |               |                           |                        |
| Maschi, 0-74 anni                               | 49.95         | 55                        | 59.07                  |
| Femmine, 0-74 anni                              | 16.64         | 19.51                     | 23.96                  |
| <b>Malattie croniche basse vie respiratorie</b> |               |                           |                        |
| Maschi, 15-74 anni                              | 9.34          | 7.17                      | 8.98                   |
| Femmine, 15-74 anni                             | 3.56          | 3.83                      | 4.17                   |

Sempre in questo ambito generale, di confronto ampio, nazionale ed internazionale, vi è da approfondire la mortalità per tumore del polmone che, se rimane un problema del territorio ternano, rispetto all'Umbria, come indicato anche dallo studio Sentieri, va contestualizzato, appunto in ambito più vasto.

Nei grafici che seguono si analizza la posizione dell'Umbria rispetto alle altre regioni italiane tramite i tassi standardizzati di mortalità per tumore del polmone nei due sessi (Grafico 1 e 2); la posizione dell'Italia nell'ambito internazionale dei paesi OSCD tramite i tassi standardizzati di incidenza del tumore del polmone (Grafici 3 e 4) ed infine l'andamento nelle regioni italiane dal 1976 al 2013 (quest'ultimo anno frutto di stima).

Da questi dati emerge, in sintesi, la buona posizione dell'Umbria e dell'Italia rispetto alla mortalità ed all'incidenza<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Tasso standardizzato per tutte le cause evitabili per 100.000: è il numero di decessi per cause evitabili ogni 100.000 abitanti rapportato ad una popolazione standard e quindi deprezzato dalla differente composizione in classi di età, di aggregazioni geografiche differenti, rendendo le stesse confrontabili. Si è utilizzato il triennio 2009-2011 per un confronto indiretto con i dati MEV (utilizza gli stessi anni, ma dati ISTAT) e perché il triennio garantisce una numerosità dei casi sufficiente per le elaborazioni statistiche. La popolazione di riferimento è quella dell'Umbria anno 2011.

<sup>4</sup> «Software Gestionale Registro Tumori Umbro di Popolazione S.G.r.t.u.p.» Consultato 5 agosto 2015. <https://www.rtup.unipg.it/SGrtup/rtup/statistiche.php?chiamataInterna=ini>.

<sup>5</sup> L'incidenza di una malattia corrisponde alle nuove diagnosi in un periodo definito; è da notare che per il tumore polmonare l'andamento della mortalità rispecchia quello dell'incidenza, dal momento che la prognosi è estremamente ridotta (la sopravvivenza a 5 anni dalla diagnosi non supera il 15%).

Grafico 1: Elaborazione da dati del sito “I tumori in Italia”<sup>6</sup>; popolazione standard europea, età 0-99 anni.

Tassi standardizzati di mortalità per il tumore del polmone nelle donne per regione, anno 2010

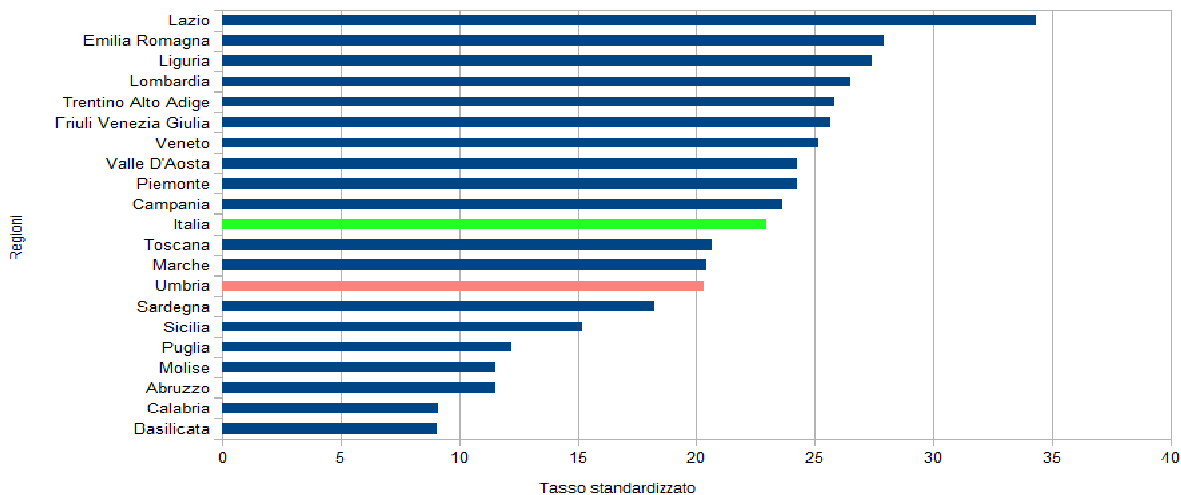
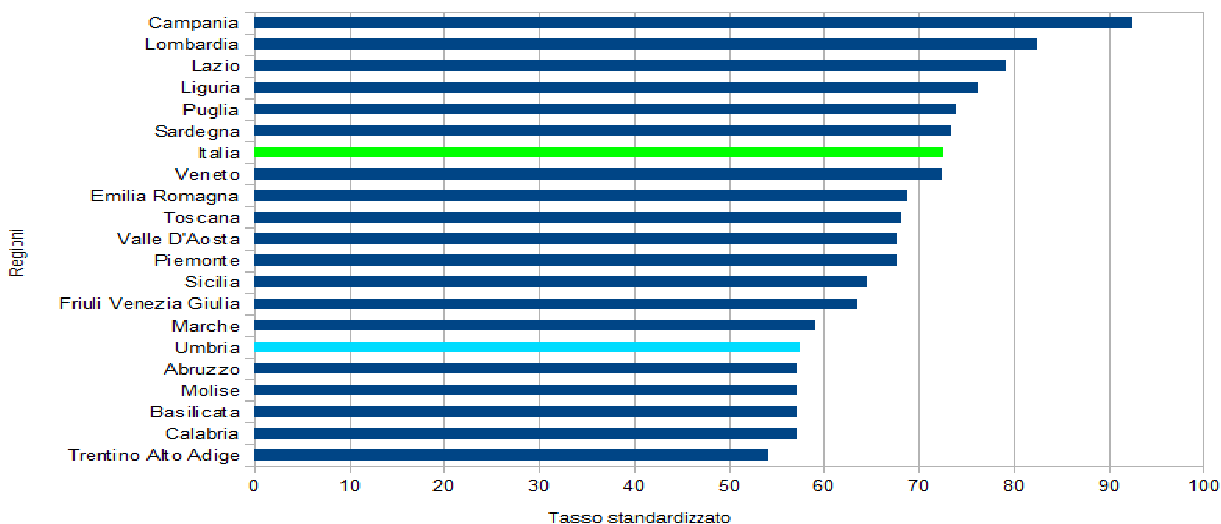


Grafico 2: Elaborazione da dati del sito “I tumori in Italia”<sup>7</sup>; popolazione standard europea, età 0-99 anni.

Tassi standardizzati di mortalità per tumore del polmone, uomini, anno 2010



<sup>6</sup> «I tumori in Italia.» Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano, in collaborazione con l’Istituto Superiore di Sanità. Consultato 6 agosto 2015. <http://www.tumori.net/it3/>.

Tassi standardizzate per 100.000 abitanti (popolazione standard europea), età 0-99 anni

<sup>7</sup> «I tumori in Italia.» Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori di Milano, in collaborazione con l’Istituto Superiore di Sanità. Consultato 6 agosto 2015. <http://www.tumori.net/it3/>.

Tassi standardizzate per 100.000 abitanti (popolazione standard europea), età 0-99 anni

Grafico 3: Elaborazione da dati OECD<sup>8</sup>

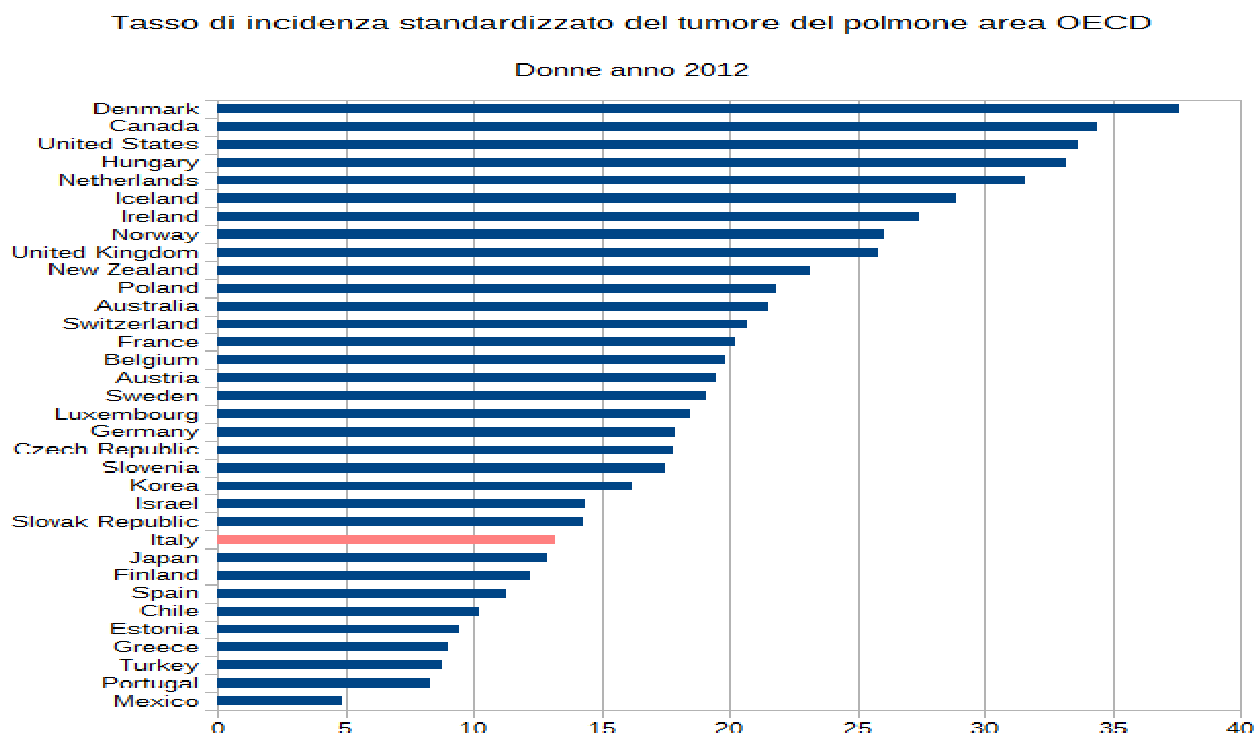
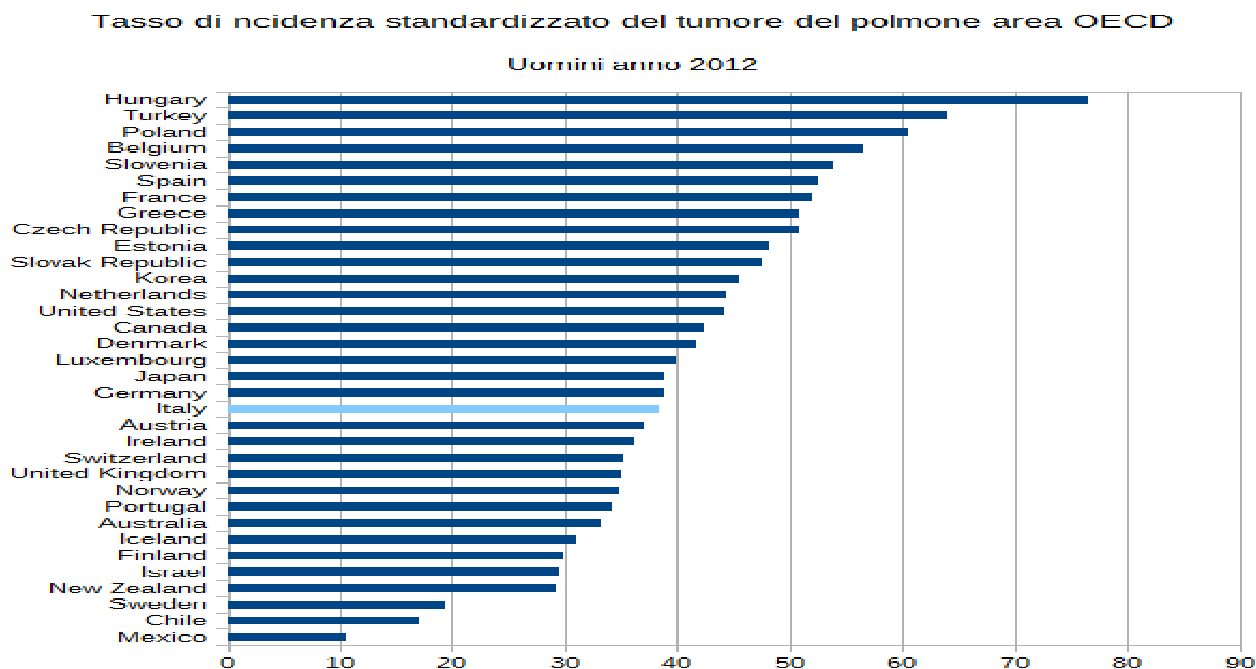


Grafico 4: Elaborazione da dati OECD



<sup>8</sup> The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). «Health Status.» Consultato 6 agosto 2015.  
[http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=HEALTH\\_STAT](http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=HEALTH_STAT).

Tassi standardizzati per 100.000 abitanti, popolazione di riferimento, residenti area OECD anno 2010.



Importante è poi l'andamento nel tempo del fenomeno, soprattutto per quanto riguarda il sesso femminile, infatti la mortalità per tumore del polmone è fortemente differenziata per sesso (Grafici 5 e 6).

Negli uomini si osserva, già a partire dagli anni novanta, una forte riduzione sia della mortalità che dell'incidenza, nelle donne, invece, i livelli di incidenza e mortalità, seppure ancora molto inferiori a quelli degli uomini, sono in costante aumento, con un incremento annuale dell'1% per la mortalità.

In questo ambito l'Umbria è fra le regioni con incremento tendenziale più marcato (Grafico 5).

Grafico 5: andamento della mortalità per tumore del polmone nelle regioni italiane, donne, dal 1976 al 2013.

Elaborazione da dati del sito "I tumori in Italia"

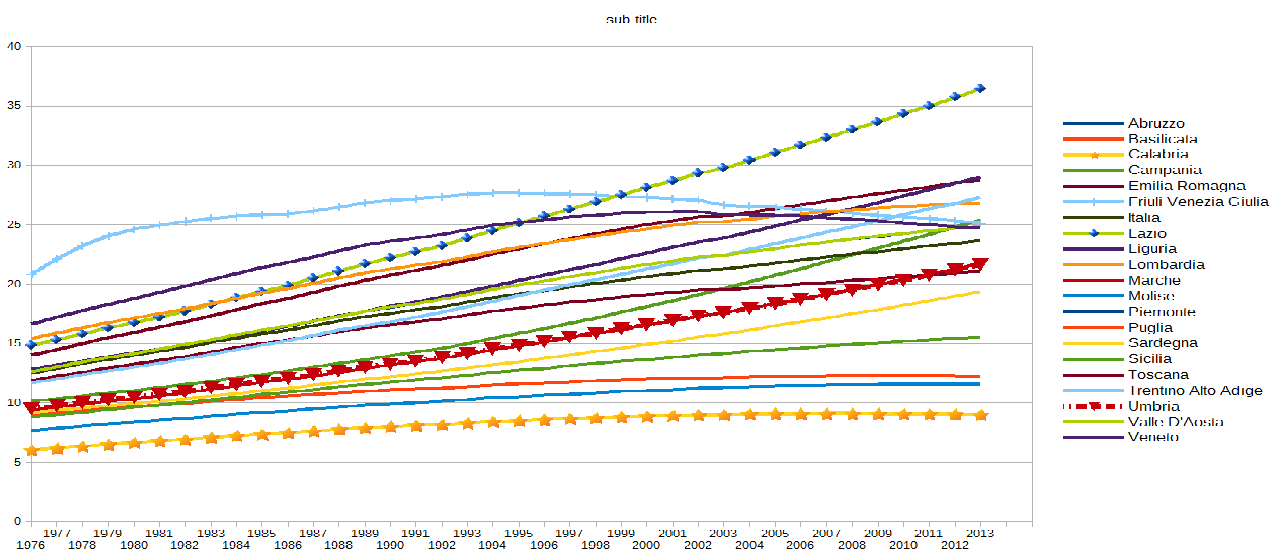
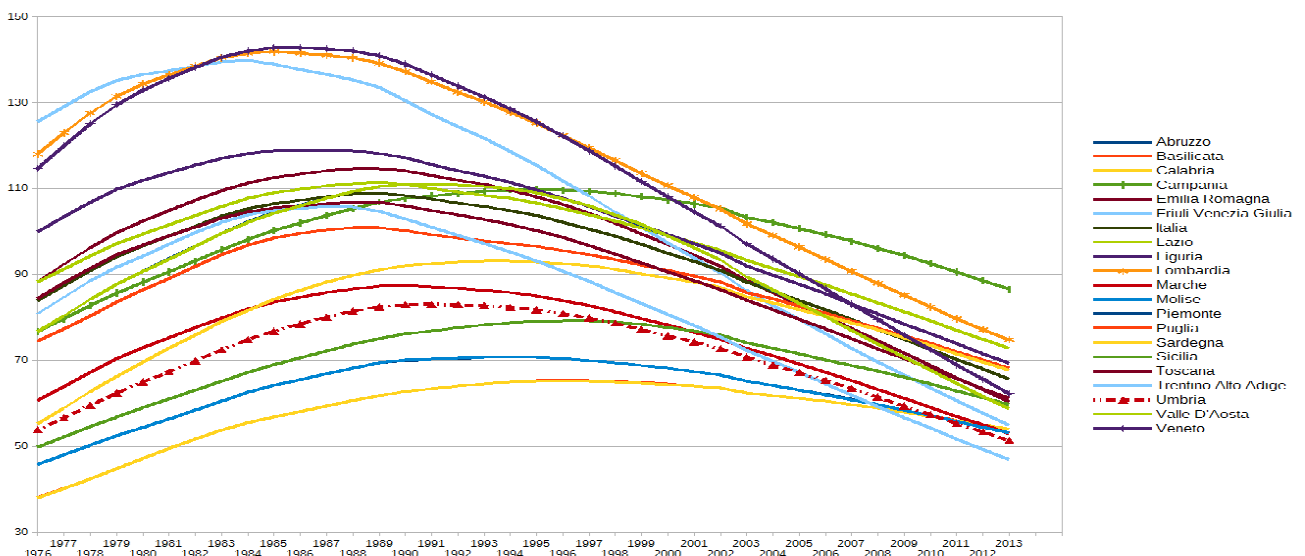


Grafico 6: andamento della mortalità tumore del polmone nelle regioni italiane, uomini, dal 1976 al 2013.

Elaborazione da dati del sito "I tumori in Italia"



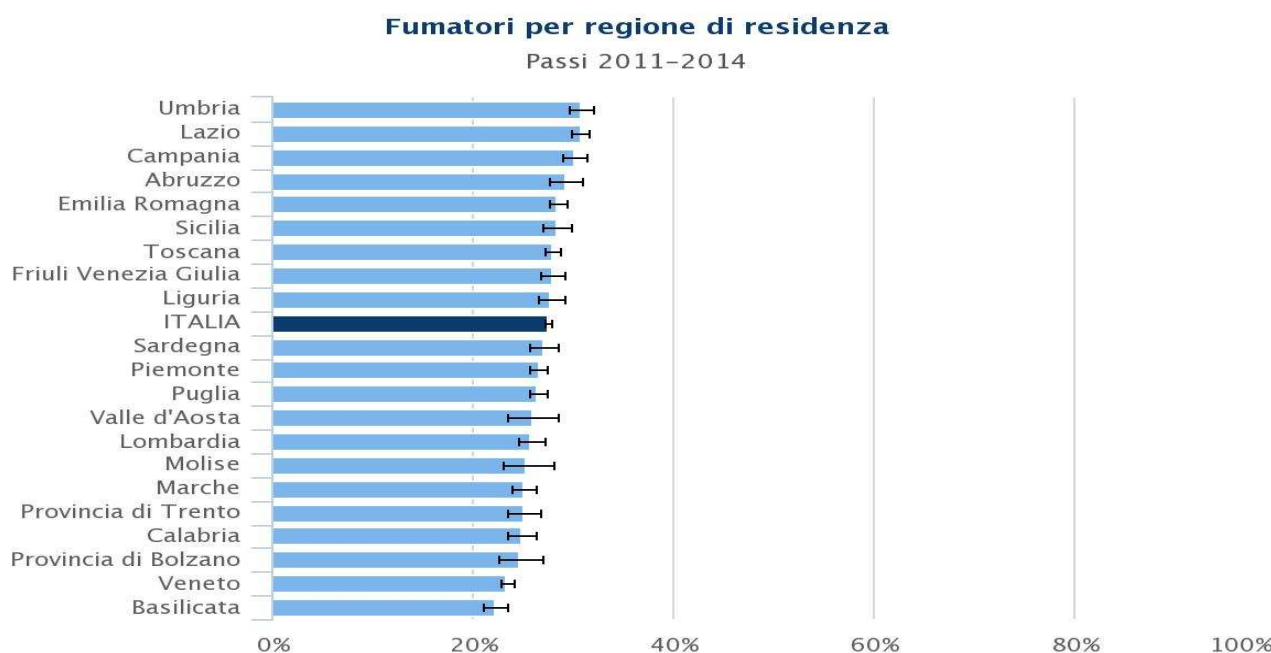
A questo proposito occorre considerare il periodo di latenza (20 anni circa) fra esposizione al fattore di rischio (fumo di sigaretta, inquinamento atmosferico) e la manifestazione della malattia tumorale e che quindi con tali dati si esplorano le esposizioni del passato, mentre una delle sfide che ci aspetta è quello di individuare degli indicatori di esposizione mirati, attuali e che considerano i vari fattori che possono modificare l'effetto.

In via preliminare, tramite il sistema di sorveglianza PASSI<sup>9</sup>, si è verificata la prevalenza di fumatori nel comune di Terni rispetto all'Umbria; la Tabella 2 evidenzia come la percentuale di fumatori di Terni è sovrapponibile a quella regionale, considerando comunque che l'Umbria è negli ultimi anni la regione italiana con più fumatori (Grafico 7).

Tabella 2: abitudine al fumo a Terni e nel resto dell' Umbria, dati PASSI anni 2008-2012

| Abitudine al fumo     | Terni |      |      | Umbria |      |      |
|-----------------------|-------|------|------|--------|------|------|
|                       | M     | F    | M+F  | M      | F    | M+F  |
| <b>fumatore</b> %     | 35.1  | 26.2 | 30.2 | 34.2   | 27.8 | 31.0 |
| <b>ex fumatore</b> %  | 29.4  | 17.1 | 22.7 | 27.5   | 15.9 | 21.6 |
| <b>non fumatore</b> % | 35.5  | 56.7 | 47.1 | 38.3   | 56.3 | 47.4 |

Grafico 7<sup>10</sup>



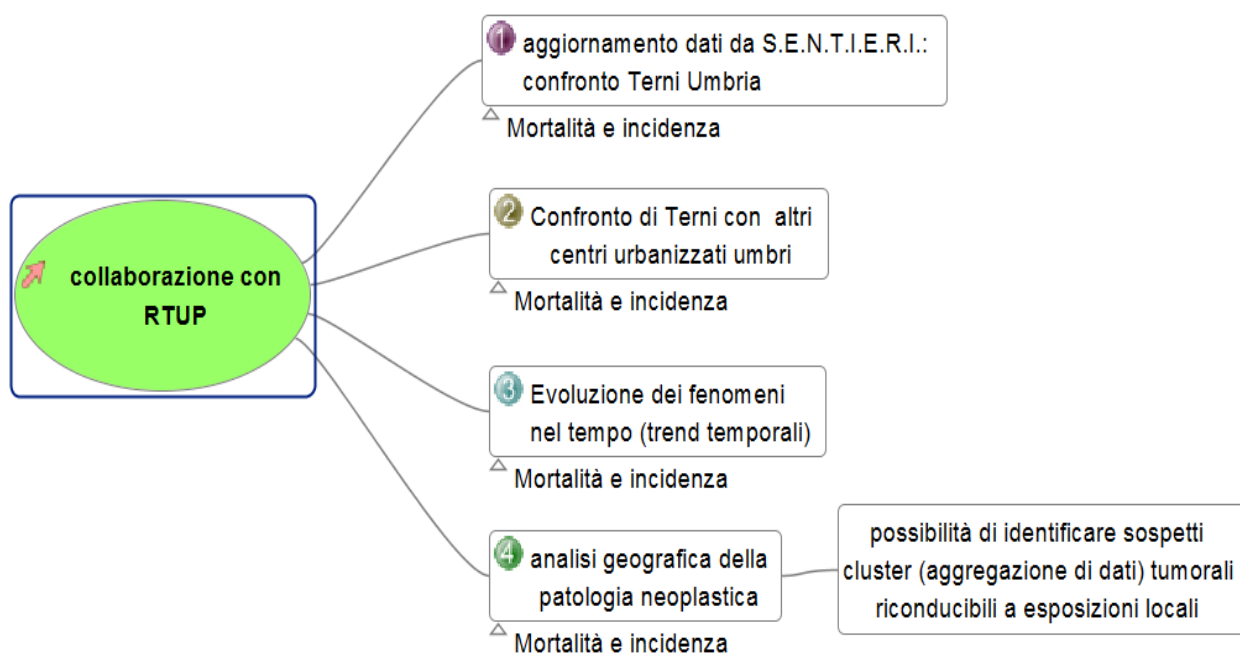
<sup>9</sup> PASSI (Progressi delle aziende sanitarie per la salute in Italia) è un sistema di sorveglianza della popolazione adulta. L'obiettivo è stimare la frequenza e l'evoluzione dei fattori di rischio per la salute, legati ai comportamenti individuali, oltre alla diffusione delle misure di prevenzione. Un campione di residenti di età compresa tra 18 e 69 anni viene estratto con metodo casuale dagli elenchi delle anagrafi sanitarie. Personale delle Asl, specificamente formato, effettua interviste telefoniche (circa 25 al mese per Asl) con un questionario standardizzato. I dati vengono poi trasmessi in forma anonima via internet e registrati in un archivio unico nazionale. Fino ad Aprile 2014, sono state caricate complessivamente oltre 220 mila interviste di cui circa 10.000 per l'Umbria. [www.epicentro.iss.it/passi](http://www.epicentro.iss.it/passi).

<sup>10</sup> «Sorveglianza Passi.» Epicentro. Consultato 7 agosto 2015. <http://www.epicentro.iss.it/passi/dati/fumo.asp>.

Di tale fattore di rischio, come di altri, si dovranno individuare, ove possibile, le serie storiche e le valutazioni più aggiornate: per i dati PASSI sul fumo si chiederà, ad esempio, una elaborazione aggiornata e dettagliata al Gruppo tecnico nazionale.

Tornando alle domande iniziali, in particolare alla (3) e (4), cioè ai problemi di salute evidenziati, è stata attivata una collaborazione con il prof. Fabrizio Stracci, responsabile del Registro Tumori Umbro di Popolazione dell'Università di Perugia e con i suoi collaboratori, per aggiornare ed approfondire i dati evidenziati dallo Studio S.E.N.T.I.E.R.I.<sup>11</sup>.

Le linee di studio ed approfondimento sono semplificate nel seguente schema:



Di alcune di queste linee si hanno già i primi risultati e di seguito si presentano delle elaborazioni di notevole interesse del prof. Stracci.

Per quanto riguarda il punto (1), cioè una sorta di aggiornamento dello studio S.E.N.T.I.E.R.I. relativamente alla mortalità ed incidenza, sembra che dalle prime elaborazioni si confermi quanto concluso da S.E.N.T.I.E.R.I.<sup>12</sup> per il confronto Terni-Umbria, ma se compariamo Terni con situazioni urbanizzate, sempre dell'Umbria, punto (2) appare un quadro diverso, con fenomeni che richiederanno ulteriori approfondimenti: si vedano le tabelle seguenti elaborate e concesse recentemente dal prof. Stracci.

<sup>11</sup> Pirastu, Roberta, Paolo Ricci, Pietro Comba, Fabrizio Bianchi, Annibale Biggeri, Susanna Conti, Lucia Fazzo, et al. «[SENTIERI Project: discussion and conclusions].» *Epidemiologia E Prevenzione* 38, n. 2 Suppl 1 (aprile 2014): 125–33.

<sup>12</sup> “..La presenza contemporanea di eccessi del tumore polmonare e delle malattie respiratorie in entrambi i generi, ai quali possono aver contribuito le abitudini al fumo e l'inquinamento dell'aria anche di origine industriale, ed eccessi del mesotelioma pleurico negli uomini in un polo siderurgico, richiede l'avvio di un approfondito e sistematico piano di monitoraggio ambientale e di sorveglianza epidemiologica finalizzato all'individuazione e abbattimento delle sorgenti di inquinamento atmosferico.”

Tabella 3: Incidenza dei primi cinque tumori più frequentemente diagnosticati in Umbria ed a Terni nel decennio 2001-2010 (tassi standardizzati popolazione italiana 2011)

| <b>Incidenza</b> |               |                               |                  |                               |               |                               |                  |                             |
|------------------|---------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Umbria           |               |                               |                  |                               | Terni         |                               |                  |                             |
|                  | Maschi        |                               | Femmine          |                               | Maschi        |                               | Femmine          |                             |
|                  |               | Tasso stand.<br>IC95%         |                  | Tasso stand.<br>IC95%         |               | Tasso stand.<br>IC95%         |                  | Tasso stand.<br>IC95%.      |
| 1°               | Prostata      | 157.1<br>(153.5;161.4)        | Mammella         | 145.2<br>(141.8;148.9)        | Prostata      | 133.2<br>(123.4;143.9)        | Mammella         | 164.4<br>(154.4;175.2)      |
| 2°               | Colon retto   | 121<br>(117.5;124.5)          | Colon retto      | 71.5<br>(69.2;73.9)           | Colon retto   | 120.9<br>(111.4;131.2)        | Colon retto      | 69.9<br>(63.9;76.7)         |
| 3°               | Polmone       | 105.6<br>(102.4;109.0)        | Stomaco          | 27.7<br>(26.3;29.3)           | Polmone       | 117.6<br>(108.4;127.6)        | Polmone          | 34.1<br>(29.9;39.1)         |
| 4°               | Vescica       | 63 (60.6;65.7)                | Polmone          | 26.8<br>(25.4;28.4)           | Vescica       | 67.7<br>(60.5;75.6)           | Corpo dell'utero | 26.2<br>(22.3;30.6)         |
| 5°               | Stomaco       | 53 (50.7;55.4)                | Corpo dell'utero | 25.5<br>(24.1;27.0)           | Stomaco       | 40.4<br>(34.9;46.6)           | Ovaio            | 21.2<br>(17.7;25.2)         |
|                  | Tutte le sedi | <b>915.6</b><br>(906.5;925.8) | Tutte le sedi    | <b>581.6</b><br>(575.1;588.8) | Tutte le sedi | <b>933.5</b><br>(907.8;962.3) | Tutte le sedi    | <b>612</b><br>(593.5;632.4) |

Tabella 4: Mortalità per cancro in Umbria ed a Terni (tassi standardizzati popolazione italiana 2011): prime cinque sedi per frequenza nel decennio 2004-2013

| <b>Mortalità</b> |               |                             |               |                               |               |                               |               |                             |
|------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Umbria           |               |                             |               |                               | Terni         |                               |               |                             |
|                  | Maschi        |                             | Femmine       |                               | Maschi        |                               | Femmine       |                             |
|                  |               | Tasso stand.<br>IC95%       |               | Tasso stand.<br>IC95%         |               | Tasso stand.<br>IC95%         |               | Tasso stand.<br>IC95%.      |
| 1°               | Polmone       | 89.4<br>(86.6;92.5)         | Mammella      | 32.7<br>(31.2;34.4)           | Polmone       | 97.1<br>(88.7;106.2)          | Mammella      | 39 (34.5;44.1)              |
| 2°               | Colon retto   | 48.2<br>(46.1;50.5)         | Colon retto   | 26.6<br>(25.3;28.0)           | Colon retto   | 48.9<br>(42.9;55.6)           | Polmone       | 29.5<br>(25.6;34.0)         |
| 3°               | Prostata      | 37.4<br>(35.5;39.5)         | Polmone       | 21.8<br>(20.6;23.2)           | Prostata      | 37.9<br>(32.5;44.0)           | Colon retto   | 26.9<br>(23.3;31.0)         |
| 4°               | Stomaco       | 35.4<br>(33.5;37.3)         | Stomaco       | 16.8<br>(15.7;17.9)           | Stomaco       | 29.4<br>(24.7;34.6)           | Pancreas      | 14.2<br>(11.6;17.3)         |
| 5°               | Vescica       | 21.5<br>(20.1;23.1)         | Pancreas      | 15 (14.0;16.1)                | Vescica       | 28.2<br>(23.6;33.4)           | Stomaco       | 11.9<br>(9.4;14.7)          |
|                  | Tutte le sedi | <b>388</b><br>(381.9;394.4) | Tutte le sedi | <b>209.1</b><br>(205.2;213.0) | Tutte le sedi | <b>411.9</b><br>(394.2;430.6) | Tutte le sedi | <b>219</b><br>(208.1;230.3) |

Tabella 5: Mortalità tumorale per le cinque sedi più frequenti in Umbria nei cinque comuni con maggior numero di abitanti (tassi standardizzati popolazione italiana 2011). Maschi 2004-2013. Fra parentesi gli intervalli di confidenza al 95%, “la forchetta” di intervallo di valori plausibili al 95%

| <b>MASCHI MORTALITA' 2004-2013</b> |                             |                               |                               |                             |                               |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <b>Comune</b>                      | <b>Perugia</b>              | <b>Terni</b>                  | <b>Foligno</b>                | <b>Città di Castello</b>    | <b>Spoletto</b>               | <b>Umbria</b>               |
| <b>Polmone</b>                     | 92.4<br>(85.3;100.1)        | 97.1<br>(88.7;106.2)          | 98<br>(86.0;111.4)            | 101.3<br>(86.6;117.8)       | 99.2<br>(85.6;114.6)          | 89.4<br>(86.6;92.5)         |
| <b>Colon retto</b>                 | 47.8<br>(42.5;53.5)         | 48.9<br>(42.9;55.6)           | 42.9<br>(34.9;52.1)           | 58.6<br>(47.3;71.4)         | 48.3<br>(38.8;59.5)           | 48.2<br>(46.1;50.5)         |
| <b>Prostata</b>                    | 38.3<br>(33.5;43.6)         | 37.9<br>(32.5;44.0)           | 38.3<br>(30.7;47.2)           | 35.1<br>(26.1;45.7)         | 39.5<br>(30.8;50.0)           | 37.4<br>(35.5;39.5)         |
| <b>Stomaco</b>                     | 35.1<br>(30.6;40.0)         | 29.4<br>(24.7;34.6)           | 31.4<br>(24.7;39.3)           | 57.9<br>(46.8;71.0)         | 30.5<br>(22.8;39.5)           | 35.4<br>(33.5;37.3)         |
| <b>Vescica</b>                     | 16.7<br>(13.6;20.3)         | 28.2<br>(23.6;33.4)           | 24.7<br>(18.8;32.1)           | 25.3<br>(17.8;34.5)         | 21.8<br>(15.7;29.7)           | 21.5<br>(20.1;23.1)         |
| <b>Tutte le sedi</b>               | <b>389</b><br>(374.0;404.8) | <b>411.9</b><br>(394.2;430.6) | <b>381.6</b><br>(357.4;407.7) | <b>436</b><br>(404.7;470.0) | <b>379.4</b><br>(351.8;409.0) | <b>388</b><br>(381.9;394.4) |

Tabella 6: Mortalità tumorale per le cinque sedi più frequenti in Umbria nei cinque comuni con maggior numero di abitanti (tassi standardizzati popolazione italiana 2011). Femmine 2004-2013. Fra parentesi gli intervalli di confidenza al 95%, “la forchetta” di intervallo di valori plausibili al 95%

| <b>FEMMINE MORTALITA' 2004-2013</b> |                               |                             |                             |                             |                               |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Comune</b>                       | <b>Perugia</b>                | <b>Terni</b>                | <b>Foligno</b>              | <b>Città di Castello</b>    | <b>Spoletto</b>               | <b>Umbria</b>                 |
| <b>Mammella</b>                     | 35.2<br>(31.5;39.4)           | 39<br>(34.5;44.1)           | 30.3<br>(24.6;36.9)         | 30.2<br>(23.5;38.3)         | 34.2<br>(27.2;42.5)           | 32.7<br>(31.2;34.4)           |
| <b>Colon retto</b>                  | 29.5<br>(26.1;33.2)           | 26.9<br>(23.3;31.0)         | 28<br>(22.7;34.4)           | 25.5<br>(19.5;32.7)         | 26.8<br>(20.9;33.9)           | 26.6<br>(25.3;28.0)           |
| <b>Polmone</b>                      | 22.7<br>(19.7;26.1)           | 29.5<br>(25.6;34.0)         | 17<br>(12.8;22.1)           | 15.2<br>(10.6;21.3)         | 25.5<br>(19.7;32.8)           | 21.8<br>(20.6;23.2)           |
| <b>Stomaco</b>                      | 16.1<br>(13.7;18.8)           | 11.9<br>(9.4;14.7)          | 14.3<br>(10.5;19.0)         | 30.4<br>(23.9;38.1)         | 17<br>(12.4;22.7)             | 16.8<br>(15.7;17.9)           |
| <b>Pancreas</b>                     | 16.8<br>(14.3;19.7)           | 14.2<br>(11.6;17.3)         | 10.5<br>(7.4;14.5)          | 14.7<br>(10.3;20.3)         | 18.2<br>(13.4;24.3)           | 15<br>(14.0;16.1)             |
| <b>Tutte le sedi</b>                | <b>218.1</b><br>(208.8;227.9) | <b>219</b><br>(208.1;230.3) | <b>190</b><br>(175.9;205.4) | <b>211</b><br>(192.8;230.2) | <b>221.7</b><br>(204.0;241.1) | <b>209.1</b><br>(205.2;213.0) |

Da questi primi risultati si conferma per Terni un eccesso di mortalità per tutti i tumori nei confronti dell'Umbria ma, rispetto ad altre realtà urbanizzate, l'area ternana non risulta al primo posto in questa classifica.

Risultano eccessi di mortalità per il tumore del polmone, soprattutto nel sesso femminile, e per il tumore della vescica nel sesso maschile.

Per quanto riguarda l'eccesso di mortalità per il tumore della mammella, anche questo richiederà ulteriori approfondimenti, si ricorda comunque, che è condizionato anche dall'attività di screening e che le indagini geografiche regionali, condotte sui dati del registro, hanno evidenziato aree di elevata incidenza nell'area sud-est della regione non limitate a Terni ma estese anche ai comuni della Valnerina.

Tali preliminari informazioni sono oggetto di approfondimento soprattutto tramite le linee di ricerca indicate nello schema precedente, ai punti (3), analisi dei trend, e (4), analisi geografica: vi sono preliminari elaborazioni del RTUP di notevole interesse e che presto speriamo di poter divulgare insieme ai colleghi del Registro Tumori Umbro di Popolazione.

Dr Ubaldo Bicchielli

## L'IMPATTO SULLA SALUTE DI ALCUNI INQUINANTI AMBIENTALI

### Criteri generali

La valutazione dell'impatto dell'inquinamento ambientale sulla salute segue le regole ed i criteri della valutazione del rischio definite nel 1983 dal National Research Council <sup>(1)</sup> e validati più volte nel corso dei decenni seguenti fino ai nostri giorni <sup>(2,3,4)</sup>.

In questo processo devono essere coinvolte in primis USL ed ARPA, con il supporto laddove necessario di altre competenze tecniche e scientifiche, sulla base dello schema sotto riportato.

### LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

A) Individuazione del pericolo

B) Valutazione Esposizione  
Competenza **ARPA**  
(USL per eventuale monitoraggio biologico)

C) Valutazione  
Esposizione – Danno salute  
Competenza **USL**

D) Caratterizzazione del rischio:  
Quale è il danno per la salute e per quali e quante persone  
Competenza **USL**

#### A) Il pericolo

Proprietà intrinseca di una sostanza di provocare danni alla salute.

#### B) Valutazione Esposizione

**Stima** della quantità di sostanza pericolosa che viene assorbita per via respiratoria o per via orale (ma, seppure più raramente, anche per via cutanea); è necessario conoscere le concentrazioni in aria, in acqua o negli alimenti della sostanza pericolosa. Tali determinazioni spettano all'ARPA.

#### C) Valutazione Dose (Esposizione) – Risposta (Danno salute)

La conoscenza delle caratteristiche tossicologiche di una sostanza, derivante da studi epidemiologici e da esperimenti sugli animali, per le sostanze non cancerogene permette di **stimare** la dose minima (dose soglia) necessaria per provocare un danno alla salute ed il rapporto fra aumento della dose assorbita e l'aumento della gravità dei sintomi. Per molte patologie tumorali, invece, non esiste una dose minima al di sotto della quale non c'è il rischio di ammalare, mentre l'aumento della dose assorbita provoca un aumento della probabilità di ammalare.

#### D) Caratterizzazione del rischio

Sulla base dei dati dei punti B) e C), si ottiene una **stima** qualitativa e quantitativa della patologia che interessa la popolazione esposta ad una sostanza tossica.

## **MATERIALI E METODI**

### **Riferimenti scientifici**

La valutazione dose – risposta e la caratterizzazione del rischio in questo report si basano sulle indicazioni scientifiche fornite, tra gli altri, dall’Istituto Superiore di Sanità (**ISS**), dall’Organizzazione Mondiale della Sanità (**OMS**), dallo Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (**SCOEL**) della Commissione Europea, dall’U.S. Environmental Protection Agency (**US-EPA**), dall’Office of Environmental Health Hazard Assessment, dipartimento della California Environmental Protection Agency (**OEHHA-Cal/EPA**), dall’International Agency for Research on Cancer (**IARC**), da **Aphekom**, rete di Istituzioni scientifiche istituzionali europee. [1]

Per quanto riguarda l’esposizione, sono stati utilizzati i dati delle misurazioni effettuate dalle centraline dell’ARPA di Carrara, Borgo Rivo e Le Grazie e sono stati considerati come rappresentativi della effettiva esposizione della popolazione.

In realtà, la stima delle effettiva Concentrazione di Esposizione (CE) <sup>(5,6,7,8,9)</sup> della popolazione è di complessa determinazione, ma è un dato cruciale per poter effettuare una corretta stima dell’Impatto Sanitario o del Danno Sanitario, come definiti rispettivamente dal progetto VIAS <sup>(10)</sup> o dall’Allegato A) del Decreto Ministero della Sanità e Ministero dell’Ambiente del 24 aprile 2013.

Per avere questo dato è indispensabile un lavoro di collaborazione interdisciplinare fra il gruppo di lavoro “Ambiente e Salute” del Dipartimento di Prevenzione della USL e l’ARPA.

### Dati di esposizione

I dati relativi all’inquinamento dell’aria e delle acque sotterranee sono stati tratti dalle relazioni dell’ARPA Umbria reperibili sul sito <http://www.arpa.umbria.it> <sup>(11,12,13)</sup>.

I dati relativi all’inquinamento da diossine e policlorobifenili diossino-simili sono quelli dell’Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia-Romagna e di quello dell’Abruzzo e del Molise delle campagne di monitoraggio 2012-2013.

### **Stima dell’impatto sanitario da inquinamento di PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>**

La stima dell’impatto sanitario da inquinamento da PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> rispettivamente per gli effetti a lungo termine e breve termine utilizza l’HIA Excel tool–Long-term e l’HIA Excel tool–short-term vè stata effettuata secondo i criteri indicati nel Manuale di APHEKOM <sup>(14)</sup>.

Per i differenti eventi, la funzione di impatto sanitario è rappresentata dalla formula seguente:

$$\Delta y = y_0 * (1 - e^{-\beta \Delta x})$$

Dove:  $\Delta y$  è il risultato dell’HIA inteso come decremento nel numero degli eventi sanitari;

$y_0$  è la linea di base dei dati sanitari;

$\Delta x$  è il decremento delle concentrazioni dei contaminanti definite nei diversi scenari;

$\beta$  è la funzione di rischio legata alla concentrazione;

RR per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = \exp(10 * \beta)$ .

I risultati sono poi aggiustati per il numero di anni N per rendere una stima annuale.

$$\Delta y_{\text{scenario outcome annuale}} = \Delta y_{\text{scenario outcome}} / N.$$

I risultati sono infine aggiustati per la popolazione al fine di ottenere la stima annuale per 100.000

$$\Delta y_{\text{scenario outcome popolazione annuale}} = \Delta y_{\text{scenario outcome annuale}} / \text{pop.}$$



### Impatto a breve termine per il PM10

Il  $\Delta x$  è calcolato sulle medie annuali. Solo gli anni con meno del 25% di valori mancanti vengono utilizzati per la rilevazione dei dati ambientali ( $\Delta x$ ) e i dati sanitari ( $y_0$ ).

Lo scenario considerato, considera la differenza fra la media annuale del PM10 del 2011 e quella del 2014, con un  $\Delta x = 3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La metodologia di calcolo proposta nel tool Aphekom e utilizzata nel lavoro è la seguente:

- il periodo di vita attesa è calcolata su standard attuariali con tavole per gruppi quinquennali di età;
- $Y$  è il numero degli anni considerati; nel presente studio è 3;
- $x$  è l'età di partenza in ogni gruppo;
- $n$  è la durata dell'intervallo di ciascun gruppo di età;
- $n_{ax}$  è il numero medio di anni vissuti da chi è morto durante l'intervallo ed è stimato con  $n/2$ ;
- ${}_nN_x$  è la popolazione in ogni gruppo di età;
- ${}_nD_x$  è il numero totale dei morti in ciascun gruppo di età per gli anni 2011, 2012 e 2013;
- ${}_nM_x$  è il tasso di mortalità per ciascun gruppo di età calcolato come:

$${}_nM_x = {}_nD_x / {}_nN_x * Y$$

${}_nq_x$  è la probabilità di morire nel gruppo stimato come:

$${}_nq_x = n * {}_nD_x / 1 + (n - n_{ax}) * {}_nN_x$$

L'ultimo gruppo di età è rappresentato da un gruppo aperto e pertanto:

$${}_nq_x = 1; \text{ ovvero la probabilità di morire è certa.}$$

$l_x$  è il numero delle persone vive nel gruppo.

Se ad esempio si considera un'ipotetica coorte di 100.000 persone vive all'età di 30 anni, il numero delle persone vive negli altri gruppi di età si calcola come:

$$l_{x+n} = l_x * (1 - {}_nq_x)$$

${}_nd_x$  è il numero delle persone morte nel gruppo di età ed è calcolato come:

$${}_nd_x = l_x * {}_nq_x$$

${}_nL_x$  è il numero degli anni vissuti per persona in ogni gruppo di età, calcolato come:

$${}_nL_x = n * l_{x+n} + n_{ax} * {}_nd_x$$

Per l'ultimo gruppo di età:

$${}_nL_x = l_x / {}_nM_x$$

$T_x$  è il numero per anno di persone ipoteticamente in vita dopo aver raggiunto l'anno  $x$  ed è calcolato ripetitivamente a partire da  ${}_nL_x$ :

$$T_x = T_{x+n} + {}_nL_x$$

$E_x$  è l'aspettativa di vita all'età  $x$  calcolata come:

$$E_x = T_x / l_x$$

La tabella degli eventi attribuibili é calcolata usando lo stesso metodo, ad eccezione di  ${}_nD_x$  che è il numero totale dei morti in ciascun gruppo di età per gli anni 2011, 2012 e 2013.

$${}_nD_x^{\text{attribuibili}} = {}_nD_x * e^{-\Delta x * \beta}$$

$\Delta x$  é la diminuzione della concentrazione prevista dallo scenario

$\beta$  è la funzione di rischio legata alla concentrazione.

RR per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = \exp(10 * \beta)$

### **Impatto a lungo termine per le PM2,5**

Per il PM2,5 lo scenario deriva dal medesimo delle PM10. Poichè per gli anni in studio non si disponeva della misura delle PM 2,5, stimando che rappresentino il 70% delle PM10, si è considerato  $\Delta x = 2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $3,3 * 0,70 = 2,3$ )

I risultati finali sono espressi:

- a) per gli effetti a lungo periodo delle PM2,5 sia come riduzione del numero annuale di decessi riferiti alla popolazione del comune di Terni di età superiore ai 30 anni (81.114 abitanti) sia rapportandoli a 100.000 abitanti;
- b) per gli effetti di breve periodo delle PM10 sia come riduzione del numero annuale di decessi riferiti alla popolazione totale del comune di Terni (109.110 abitanti) sia rapportandoli a 100.000 abitanti.

### I dati di popolazione e di mortalità

Dalle tab. A, B, C e D (dati ISTAT) si evidenzia la composizione della popolazione residente a Terni e la distribuzione della mortalità per fasce d'età su cui in base ai criteri di APHEKOM si è calcolata la stima di impatto sanitario in termini di mortalità.

Tab. A)

| Total Population of the study Area |               |
|------------------------------------|---------------|
| 30-34                              | 6.482         |
| 35-39                              | 8.154         |
| 40-44                              | 8.766         |
| 45-49                              | 8.614         |
| 50-54                              | 7.264         |
| 55-59                              | 6.894         |
| 60-64                              | 7.393         |
| 65-69                              | 6.871         |
| 70-74                              | 6.809         |
| 75-79                              | 5.238         |
| 80-84                              | 4.367         |
| 85 and over                        | 4.262         |
| <b>Total</b>                       | <b>81.114</b> |

Tab. B)

| Total Population of the study Area |         |
|------------------------------------|---------|
| All Ages                           | 109.110 |
| 15-64                              | 68.151  |
| 65 and over                        | 27.547  |

Tab. C)

| Health Outcome                      | ICD-9 Codes | ICD-10 Codes | Age Group | 2011  | 2012  | 2013  |
|-------------------------------------|-------------|--------------|-----------|-------|-------|-------|
| Total Non-external Causes Mortality | 001-799     | A00-R99      | All Ages  | 1.326 | 1.410 | 1.318 |

Tab. D)

| Health Outcome           | ICD-9 Codes | ICD-10 Codes | Age Group   | 2011 | 2012 | 2013 | Total 2011-2013 |
|--------------------------|-------------|--------------|-------------|------|------|------|-----------------|
| Total Mortality          | 000-999     | A00-Y98      | 30-34       | 1    | 1    | 1    | 3               |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 35-39       | 2    | 6    | 4    | 12              |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 40-44       | 10   | 10   | 16   | 36              |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 45-49       | 19   | 19   | 13   | 51              |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 50-54       | 25   | 23   | 19   | 67              |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 55-59       | 30   | 32   | 28   | 90              |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 60-64       | 34   | 59   | 45   | 138             |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 65-69       | 56   | 72   | 68   | 196             |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 70-74       | 111  | 113  | 127  | 351             |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 75-79       | 161  | 166  | 149  | 476             |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 80-84       | 266  | 253  | 235  | 754             |
|                          | 000-999     | A00-Y98      | 85 and over | 611  | 656  | 613  | 1.880           |
| Cardiovascular Mortality | 390-459     | I00-I99      | 30-34       | 0    | 0    | 0    | 0               |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 35-39       | 0    | 0    | 0    | 0               |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 40-44       | 3    | 2    | 1    | 6               |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 45-49       | 2    | 1    | 3    | 6               |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 50-54       | 2    | 7    | 2    | 11              |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 55-59       | 7    | 6    | 2    | 15              |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 60-64       | 2    | 14   | 7    | 23              |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 65-69       | 14   | 14   | 18   | 46              |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 70-74       | 28   | 36   | 32   | 96              |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 75-79       | 55   | 61   | 40   | 156             |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 80-84       | 99   | 101  | 91   | 291             |
|                          | 390-459     | I00-I99      | 85 and over | 297  | 331  | 314  | 942             |

### **Calcolo di rischio cancerogeno**

Il rischio cancerogeno per la popolazione rappresenta la stima del numero di casi addizionali di tumore dovuti ad una data esposizione per un certo periodo di tempo ad una sostanza cancerogena.

Il rischio viene stimato<sup>(5,7)</sup> utilizzando per la via respiratoria l'Inhalation Unit Risk (I.U.R., [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]<sup>-1</sup>) o l'Inhalation Slope factor (S.F.inal [ $\text{mg}/\text{kg}\text{-giorno}$ ]<sup>-1</sup>) e per quella orale l'Ingestion Slope factor (S.F.ing. [ $\text{mg}/\text{kg}\text{-giorno}$ ]<sup>-1</sup>); sul valore di questi tre parametri, derivanti da studi sperimentali su animali e da studi epidemiologici, non c'è sempre concordanza fra diverse istituzioni scientifiche, pertanto in questo lavoro ne verranno utilizzati diversi, in particolare quelli dell'Istituto Superiore di Sanità<sup>(7)</sup>, dello Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)<sup>(15)</sup>, dell'OMS<sup>(16,17,18)</sup>, dell'EPA<sup>(19)</sup> e dell'OEHHA<sup>(16,17)</sup>.

#### **Esposizione respiratoria<sup>(6,8,9)</sup>**

##### Stima del rischio cancerogeno tramite I.U.R.:

La formula per il calcolo del rischio è la seguente

$$\text{Risk} = \text{I.U.R.} \cdot \text{CE}$$

dove:

- **IUR**: "Inhalation Unit Risk" espressa in ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>-1</sup>, vale a dire il rischio addizionale di sviluppare un tumore in un tempo vita di 70 anni all'interno di una ipotetica popolazione di 1.000.000 di persone le quali abbiano tutte una Concentrazione di Esposizione (EC) costante di un  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alla sostanza cancerogena nell'aria che respirano.

- **EC**: "Concentrazione di esposizione" espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A sua volta la concentrazione di esposizione viene definita dalla seguente equazione:

$$\text{EC} = (\text{CA} \cdot \text{ET} \cdot \text{EF} \cdot \text{ED}) / \text{AT}$$

dove

- **CA**: concentrazione del contaminante in aria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),

- **ET**: tempo di esposizione (ore/giorno),

- **EF**: frequenza d'esposizione (giorni/anno),

- **ED**: durata d'esposizione (anni),

- **AT**: tempo sul quale l'esposizione è mediata (tutta la vita in anni x 365 giorni/anno x 24 ore/giorno).

##### Stima del rischio cancerogeno per sostanze genotossiche tramite I.U.R.:

In accordo con i documenti USEPA 2005 e EFH 2011, per le sostanze cancerogene che agiscono attraverso un'azione genotossica, si raccomanda di considerare il fattore di aggiustamento (ADAF) in funzione dell'età del bersaglio potenzialmente esposto.

I fattori di aggiustamento ADAF sono pari a:

- 10 per un'età compresa fra 0 e 2 anni ( $\text{ADAF}_{0-2}$ );
- 3 per un'età compresa fra 2 e 16 anni ( $\text{ADAF}_{3-16}$ );
- 1 per un'età maggiore di 16 anni (adulto) ( $\text{ADAF}_{>16}$ ).

Il rischio cancerogeno genotossico è espresso dalla seguente equazione:

$$\text{Risk} = \text{IUR} \cdot \text{EC}_{0-2} \cdot (\text{ADAF}_{0-2}) + \text{IUR} \cdot \text{EC}_{3-16} \cdot (\text{ADAF}_{3-16}) + \text{IUR} \cdot \text{EC}_{>16} \cdot (\text{ADAF}_{>16})$$

Stima del rischio cancerogeno per sostanze genotossiche tramite lo S.F.inal:

la formula è:

$$\text{Risk} = E \times \text{S.F.inal}$$

Dove:

**S.F.inal:** (Slope Factor [mg/kg d]<sup>-1</sup>) indica la probabilità di casi incrementali di tumore nella vita per unità di dose, ed E è mediata su di un periodo di esposizione pari a 70 anni (AT = 70 anni); esso viene calcolato così:

$$\text{S.F.inal} = \text{I.U.R} * 70(\text{kg}) * 1.000 (\mu\text{g} / \text{mg}) / 20 (\text{m}^3/\text{giorno})$$

E ([mg/kg d]) rappresenta l'assunzione cronica giornaliera del contaminante.

Il fattore E è dato dal prodotto tra la concentrazione, calcolata in corrispondenza del punto di esposizione Cpoe, es. [mg/m<sup>3</sup>], e la portata effettiva di esposizione EM, es. [m<sup>3</sup> /kg d] che rappresenta la quantità di aria inalata al giorno per unità di peso corporeo:

$$E = \text{Cpoe} \times \text{EM}.$$

dove

$$\text{EM} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{Kg} \times \text{giorno}} \right] = \frac{\text{BoAd} \times \text{EF}_g \times \text{EF} \times \text{EDAd}}{\text{BWAd} \times \text{AT} \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}} + \frac{\text{BoBam} \times \text{EF}_g \times \text{EF} \times \text{EDBam}}{\text{BWbam} \times \text{AT} \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}}$$

| FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)                              | Simbolo | Unità di Misura     | Residenziale |         |
|--|---------|---------------------|--------------|---------|
|  |         |                     | Adulto       | Bambino |
| <b>Fattori comuni a tutte le modalità di esposizione</b> |         |                     |              |         |
| Peso corporeo  | BW      | kg                  | 70           | 15      |
| Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene   | ATc     | anni                | 70           | 70      |
| <b>Inalazione di Aria Outdoor (AO)</b>                   |         |                     |              |         |
| Durata di esposizione                                    | ED      | anni                | 24           | 6       |
| Frequenza di esposizione                                 | EF      | giorni/anno         | 350          | 350     |
| Frequenza giornaliera di esposizione outdoor             | EFgo    | ore/giorno          | 24           | 24      |
| Inalazione outdoor                                       | Bo      | m <sup>3</sup> /ora | 0,9 (a)      | 0,7 (a) |

**Esposizione per via orale <sup>(5)</sup>**

Poiché l'età giovanile è maggiormente vulnerabile agli effetti dei cancerogeni, la stima del rischio è aggiustata per età secondo fattori di correzione riferiti a 4 intervalli di età:

| Età (anni) | Fattori di esposizione | Durata esposizione (anni) | ADAF |
|------------|------------------------|---------------------------|------|
| 0 - <2     | Bambino                | 2                         | 10   |
| 2 - <6     | Bambino                | 4                         | 3    |
| 6 - <16    | Adulto                 | 10                        | 3    |
| 16 - <30   | Adulto                 | 14                        | 1    |

**Per ogni intervallo di età "i", il rischio per esposizione tramite una specifica via è calcolato così:**

$$\text{Risk}_i = C \times \frac{\text{IR}_i \times \text{Efi} \times \text{ED}_i}{\text{BW}_i \times \text{AT}} \times \text{SF} \times \text{ADAF}_i$$

- C** = Concentrazione della sostanza chimica nel medium ambientale contaminato (terreno o acqua) al quale la persona è esposta. I valori sono espressi in mg/kg per il suolo and mg/L per l'acqua.
- IR<sub>i</sub>** = Rateo di assorbimento del medium ambientale contaminato per l'intervallo di età "i". I parametri sono mg/giorno per il terreno and L/giorno per l'acqua.
- BW<sub>i</sub>** = Peso corporeo della persona esposta per l'intervallo di età "i" (kg).
- EF<sub>i</sub>** = Frequenza di esposizione per intervallo di età "i" (giorni/anno): indica quanto spesso una persona è esposta nel corso dell'anno al medium ambientale contaminato.
- ED<sub>i</sub>** = Durata dell'esposizione "i" (anni): indica quanto a lungo una persona è probabile che sia esposta al medium ambientale contaminato nella sua vita.
- AT** = Tempo medio (giorni). Questo parametro specifica il tempo su cui la dose media viene calcolata. Per quantificare il rischio cancerogeno, l'esposizione su tutta la vita comporta un tempo medio di 70 anni (70 anni × 365 giorni/anni).
- SF** = slope factor (mg/kg-day)<sup>-1</sup>
- ADAF<sub>i</sub>** = Fattore di aggiustamento età-dipendente per fascia di età "i"

**Gli inquinanti ambientali aerodispersi**

Le tabelle 1-8, derivanti dal monitoraggio ARPA 2014, mettono in evidenza come, per gli inquinanti oggetto della presente relazione, le 3 stazioni di Terni si caratterizzano come quelle con i livelli di inquinamento più alti.

| <b>PM2,5</b> valore limite 25 µg/m <sup>3</sup> | Tab. 1      |
|---|-------------|
| Stazioni  | media annua |
| <b>Terni- Le Grazie</b>                         | <b>21</b>   |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>                       | <b>20</b>   |
| <b>Terni - Carrara</b>                          | <b>18</b>   |
| Foligno - Porta Romana                          | 18          |
| Città di Castello                               | 18          |
| Narni - Scalo                                   | 17          |
| Spoletto - S. M. in Trignano                    | 17          |
| Amelia - Amelia                                 | 15          |

| <b>PM10</b>  |                | Tab. 2               |
|--|----------------|----------------------|
| valori limite: 35 superamenti media giornaliera 50 µg/m <sup>3</sup> |                | 40 µg/m <sup>3</sup> |
| Stazioni   | n. superamenti | media annua          |
| <b>Terni - Le Grazie</b>   | <b>57</b>      | <b>32</b>            |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>  | <b>39</b>      | <b>27</b>            |
| <b>Terni - Carrara</b>   | <b>32</b>      | <b>27</b>            |
| Foligno - P Romana   | <b>39</b>      | 26                   |
| Spoletto - S. M. in Trignano   | 23             | 24                   |
| Narni - Scalo  | 22             | 24                   |
| Perugia - Ponte S Giovanni   | 21             | 23                   |
| Gubbio - Piazza 40 Martiri   | 18             | 23                   |

| <b>Benzene</b> - valore limite 5 µg/m <sup>3</sup> | Tab.3       |
|--|-------------|
| Stazioni   | media annua |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>                          | <b>1.4</b>  |
| <b>Terni - Le Grazie</b>                           | <b>1.3</b>  |
| <u>Spoletto - Piazza Vittoria</u>                  | 1.2         |
| <b>Terni - Carrara</b>                             | <b>1.1</b>  |
| <u>Gubbio - Piazza 40 Martiri</u>                  | 1.1         |
| Città di Castello                                  | 1.1         |
| <u>Foligno - Porta Romana</u>                      | 1           |
| <u>Narni Scalo</u>                                 | <b>1</b>    |

| <b>Arsenico</b> - Unità misura: ng/m <sup>3</sup> | Tab. 4      |
|---|-------------|
| Stazioni  | media annua |
| <b>Terni - Carrara</b>                            | <b>0.07</b> |
| <b>Terni - Le Grazie</b>                          | <b>0.06</b> |
| <u>Città di Castello</u>                          | 0.05        |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>                         | <b>0.04</b> |
| <u>Foligno - Porta Romana</u>                     | 0.04        |
| Narni Scalo                                       | 0.04        |
| Magione   | 0.04        |
| <u>Perugia - Ponte S.Giovanni</u>                 | 0.03        |

| <b>Cadmio</b> -Unità di misura: ng/ m <sup>3</sup> | Tab. 5      |
|--|-------------|
| Stazioni   | media annua |
| <b>Terni - Carrara</b>                             | <b>0.03</b> |
| <b>Terni - Le Grazie</b>                           | <b>0.02</b> |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>                          | <b>0.02</b> |
| Magione  | 0.02        |
| Città di Castello                                  | 0.02        |
| Narni Scalo  | 0.02        |
| <u>Perugia - Parco Cortonese</u>                   | 0.01        |
| <u>Foligno - Porta Romana</u>                      | 0.01        |

| <b>Nichel</b> - Unità di misura: ng/m <sup>3</sup> | Tab. 6       |
|--|--------------|
| Stazioni   | media annua  |
| <b>Terni - Carrara</b>                             | <b>19.04</b> |
| <b>Terni - Le Grazie</b>                           | <b>10</b>    |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>                          | <b>5.04</b>  |
| Narni Scalo  | 4.05         |
| <u>Foligno - Porta Romana</u>                      | 1.03         |
| <u>Perugia - Ponte S.Giovanni</u>                  | 1.03         |
| Spoletto - Piazza Vittoria                         | 1.02         |
| <u>Perugia - Parco Cortonese</u>                   | 1,3          |

| <b>Ipa come Benzo(a)pirene</b><br>(valore limite 1 ng/ m3) | Tab. 7      |
|--|-------------|
| Stazioni   | media annua |
| <b>Terni- Le Grazie</b>                                    | <b>1.03</b> |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>                                  | <b>1.03</b> |
| Città di Castello  | <b>1.03</b> |
| Foligno - Porta Romana                                     | <b>1.01</b> |
| Narni - Narni Scalo S/F 1.1                                | <b>1.01</b> |
| <b>Terni - Carrara U/T 1.0</b>                             | <b>1.00</b> |
| Gubbio - L da Vinci  | <b>1.00</b> |
| Perugia - Ponte S Giovanni                                 | 0.09        |

| <b>Piombo-Unità di misura: µg/m3</b> | Tab.8        |
|--------------------------------------|--------------|
| Stazioni                             | media annua  |
| <b>Terni - Carrara</b>               | <b>0.009</b> |
| <b>Terni- Le Grazie</b>              | <b>0.007</b> |
| <b>Terni - Borgo Rivo</b>            | <b>0.006</b> |
| Narni - Narni Scalo                  | 0.006        |
| Perugia - Ponte S. Giovanni          | 0.004        |
| Foligno - Porta Romana               | 0.004        |
| Città di Castello                    | 0.004        |
| Spoletto - S. M in Trignano          | 0.004        |

### PM2,5 e PM10

L'impatto sulla salute per questi due inquinanti è riportato per il momento solo in termini di mortalità. Per i calcoli, sono stati utilizzati i criteri di Aphekom<sup>(14)</sup>. Dai dati ARPA risulta che dal 2012 al 2014 nelle stazioni di rilevamento Le Grazie, Carrara, Borgo Rivo si è passati da una concentrazione media di PM10 di 32 µg/m3 a 28.7 µg/m3, con una diminuzione di 3.3 µg/m3.

Assumendo che tale concentrazione rappresenti l'effettiva esposizione della popolazione di Terni e stimando che le PM 2.5 rappresentino il 70% della PM10, la riduzione di PM2,5 è stimabile in 2.3 µg/m3 rispetto a 3.3 µg/m3 delle PM10. Gli **effetti a lungo termine** di tale riduzione sulla mortalità per tutte le cause degli abitanti del comune di Terni sopra i 30 anni di età nel 2014 rispetto al 2012, è stimabile in **18 morti in meno l'anno**, con un tasso pari a 22/100.000 (Tabella 9).

Tabella 9

| <b>Tutte le cause</b>  | Limite inferiore | Valore centrale | Limite superiore |
|--|------------------|-----------------|------------------|
| Numero di morti nel 2012   | 1351.33          | <b>1351.33</b>  | 1351.33          |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014                      | 6.14             | <b>17.99</b>    | 32.05            |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014<br>(tasso x 100.000) | 7.57             | <b>22.18</b>    | 39.51            |

Le morti evitate stimabili per anno per le patologie **cardio-vascolari** sono **14**, per le **patologie respiratorie 2.2**, per i **tumori del polmone 2**. (Tabella 10).

Tabella 10

| <b>Patologie cardiovascolari</b>                                     | Limite inferiore | Valore centrale | Limite superiore |
|--|------------------|-----------------|------------------|
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014                      | 9.3              | <b>13.7</b>     | 16.8             |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014<br>(tasso x 100.000) | 11.48            | <b>16.83</b>    | 20.70            |
| <b>Patologie respiratorie</b>  |                  |                 |                  |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014                      | n.d.             | <b>2.2</b>      | n.d.             |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014<br>(tasso x 100.000) | n.d.             | <b>2.72</b>     | n.d.             |
| <b>Tumori polmonari</b>  |                  |                 |                  |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014                      | n.d.             | <b>2.05</b>     | n.d.             |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014<br>(tasso x 100.000) | n.d.             | <b>2.50</b>     | n.d.             |



Per gli **effetti a breve termine** per tutte le età legati ai picchi di inquinamento delle PM10 l'impatto è stimabile in **3 morti** evitati nel 2014 rispetto al 2012, con un tasso di **2,4/100.000** (Tabella 11).

Tabella 11

| <b>Tutte le cause</b>  | <b>Limite inferiore</b> | <b>Valore centrale</b> | <b>Limite superiore</b> |
|--|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Numero di morti nel 2012   | 1351.33                 | <b>1351.33</b>         | 1351.33                 |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014                      | 1.8                     | <b>2.7</b>             | 3.5                     |
| Stima del numero morti annuali evitate nel 2014<br>(tasso x 100.000) | 1.6                     | <b>2.44</b>            | 3.3                     |

I dati della riduzione della mortalità 2012-2014, danno un'idea dell'impatto positivo che ulteriori analoghi abbattimenti di PM10 e PM 2,5 potranno avere sulla mortalità generale della popolazione di Terni.

### Confronto con i dati VIIAS

Il 4 giugno 2015 a Roma sono stati presentati i risultati del Progetto VIIAS <sup>(10)</sup>, che: "...realizzato nel quadro delle iniziative del Centro Controllo Malattie (CCM) del Ministero della Salute, ha effettuato la valutazione integrata dell'inquinamento atmosferico in Italia valutando l'intera catena di eventi (dalle politiche, alle fonti di esposizione, alle modalità di esposizione, all'impatto) che influiscono sulla salute della popolazione".

Lo studio VIIAS ha interessato anche il territorio Ternano e, poiché i suoi risultati in termini di stima di morti evitate (Tabella 12) non coincidono con quelli sopra riportati, si ritiene opportuno fare chiarezza con alcune precisazioni.

A) il livello di concentrazione di PM2,5 indicato da VIIAS nel 2010 di **9.6** mcg/m3, deriva da stime modellistiche e si riferisce all'**intera provincia** di Terni; circa la metà del livello di **18.2** mcg/m3 rilevato dall'ARPA nello stesso anno nel **comune di Terni** ed utilizzato per le stime dall'USL n. 2;

B) la letteratura scientifica di riferimento nazionale ed internazionale stima le "morti evitabili" correlandole a determinate riduzioni ( $\Delta x$ , Delta) di inquinamento <sup>(22,23,24)</sup>.

Nei dati VIIAS è riportato solo il livello di concentrazione senza un  $\Delta x$ , mentre il dato USL fa riferimento a un  $\Delta x$  anno 2014 -2012 pari a 2.3 mg/m3.

Inoltre, essendo stato assunto nel progetto VIIAS che al di sotto di 10 mcg/m3 non ci sono effetti sulla salute, il numero di morti attribuibili sembrerebbe dover essere zero.

C) la distribuzione per fasce d'età sia della popolazione che dei tassi di mortalità del comune di Terni non coincide con quella dell'intera provincia; poiché la stima delle morti evitabili da PM2,5 è legata a tale distribuzione, questo è un ulteriore elemento di non confrontabilità dei dati.

Tabella 12

|  | Media PM2,5 in mcg/m3 | Tasso di mortalità stimato in base alla concentrazione di PM2,5  | Morti evitate                    |
|--|-----------------------|--|----------------------------------|
| Dati VIIAS 2010 della Provincia di TR presentati al convegno del 04.06.2015 di PM2,5 (stimati con modellistica matematica) | <b>9.6</b>            | <b>3/100.000</b><br>(non è riportato il livello $\Delta x$ di PM2,5)   | <b>5</b><br>(provincia di Terni) |
| Dati Arpa 2010: PM2,5 Comune Terni (media di Carrara, Le Grazie, Borgo Rivo)   | <b>18.2*</b>          | <b>20/100.000</b><br>(riduzione del tasso di mortalità corrispondente ad un $\Delta x$ anno 2014 -2012 di PM2,5 pari a 2.3 mcg/m3) | <b>18</b><br>(comune di Terni)   |

\*Stimate come 70% delle PM10 pari a 26 mcg/m3

## **CANCEROGENI**

### **“Accettabilità” del rischio**

Le principali agenzie internazionali che si occupano di tutela della salute dall'inquinamento ambientale, fissano l'accettabilità del rischio incrementale di tumori derivanti da esposizioni a cancerogeni ambientali per 70 anni ad un livello di 1/1.000.000 o di 1/100.000.

L'OMS, nelle sue Linee guida per la qualità dell'acqua, fissa il livello di rischio incrementale ad 1/100.000<sup>(16)</sup>.

Anche il D.Lgs 152/2006, Allegato 1 della parte V, fissa come obiettivo per le zone sottoposte a bonifica un rischio incrementale massimo di 1/100.000.

Il valore limite per il benzo(a)pirene è di 1 ng/ m<sup>3</sup>, corrispondente ad un rischio incrementale di circa 0.1/100.000 per l'I.S.S.<sup>(7)</sup> e per l'OEHA<sup>(20,21)</sup> e di 9/100.000 per l'O.M.S.<sup>(17,18)</sup>.

Il valore limite per il benzene è pari a 5 µg/ m<sup>3</sup>, che corrisponde ad un rischio incrementale di 3,4/100.000 (I.S.S.)<sup>(7)</sup>, 3/100.000 (O.M.S.)<sup>(17,18)</sup>, 4,1/100.000 (US-EPA)<sup>(19)</sup> e 14,5/100.000 (OEHA)<sup>(20,21)</sup>; in questo caso emerge una chiara contraddizione fra acquisizioni scientifiche e normativa.

### **Stima del rischio**

I dati della stazione di rilevamento di Terni **Le Grazie** sono stati presi come punto di riferimento (proxy) per le stime di tutto il comune di Terni.

**Benzene** - Unità di misura: µg/ m<sup>3</sup> (valore limite 5 µg/ m<sup>3</sup>)

Terni – Le Grazie: media 1.3 µg/ m<sup>3</sup> (Borgo Rivo 1.4 µg/ m<sup>3</sup>, Carrara 1.1 µg/ m<sup>3</sup>)

≈ 1 leucemia su 100.000 persone in 70 anni, x ISS, OMS e US-EPA

≈ 4 leucemie su 100.000 persone in 70 anni, x OHEEA

**Ipa** (Idrocarburi Policiclici Aromatici) come **Benzo(a)pirene**

Unità di misura: ng/ m<sup>3</sup> (valore limite 1 ng/ m<sup>3</sup>)

Terni - Le Grazie: media 1.3 ng/ m<sup>3</sup> (Borgo Rivo 1.3 ng/ m<sup>3</sup>, Carrara 1.0 ng/ m<sup>3</sup>);

≈ 0.14 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x ISS e OHEEA

≈ 11 tumori su 100.000 persone in 70 anni x OMS

**Arsenico** - Unità di misura: ng/m<sup>3</sup>

Terni – Le Grazie: media 0.6 ng/ m<sup>3</sup> (Borgo Rivo 0.4 ng/ m<sup>3</sup>, Carrara 0.7 ng/m<sup>3</sup>);

≈ 0.25 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x ISS

≈ 0.1 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x OMS

≈ 0.2 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x OHEEA

**Cadmio** - Unità di misura: ng/m<sup>3</sup>

Terni – Le Grazie: media 0.2 ng/m<sup>3</sup> (Borgo Rivo 0.2, Carrara 0.3);

≈ 0.04 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x ISS

≈ 0.1 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x OHEEA

**Nichel** - Unità di misura: ng/ m<sup>3</sup>

Terni – Le Grazie: media 10 ng/m<sup>3</sup> (Borgo Rivo 5.4, Carrara 19.4);

≈ 0.26 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x ISS e OHEEA

**Piombo** - Unità di misura: µg/ m<sup>3</sup>

Terni – Le Grazie: media 0.007 µg/m<sup>3</sup> (Borgo Rivo 0.006 µg/ m<sup>3</sup>, Carrara 0.009 µg/ m<sup>3</sup>);

≈ 0.008 tumori su 100.000 persone in 70 anni, x OHEEA

### **Tetra-Tricloroetilene (PCE e TCE)**

Per quanto riguarda l'inquinamento da tetra-tricloroetilene dei pozzi destinati ad uso irriguo, sulla base dei dati rilevati da ARPA Umbria<sup>(11)</sup> e di quelli ricavabili dalla letteratura scientifica<sup>(25,26,27,28,29,30)</sup>, una contaminazione degli ortaggi con un effettivo impatto negativo sulla salute risulta essere poco probabile. Per poter fornire comunque una stima del rischio, il dato principale da conoscere è il livello di concentrazione del PCE e del TCE negli ortaggi; per questo aspetto si rimanda alla competenza dell'ARPA la verifica della fattibilità tecnica. In alternativa e/o ad integrazione, è importante il supporto tecnico-scientifico di un esperto in agronomia, magari coinvolgendo l'Università, che potrebbe fornire elementi di conoscenza più precisi sulla quantità di acqua assorbita dagli ortaggi e sui meccanismi di assorbimento, accumulo, biotrasformazione ed eliminazione di PCE e TCE. Le risultanze di questi approfondimenti potrebbero poi essere inviate all'ISS per ottenere eventuali ulteriori indicazioni sul rischio. Inoltre, sebbene sia presumibile una scarsa probabilità che i due tossici presenti nelle acque sotterranee possano provocare un inquinamento ambientale di un qualche rilievo dovuto alla loro superficializzazione ed alla conseguente evaporazione, si ritiene opportuno valutare l'utilità di monitorare da parte di ARPA l'effettiva presenza di PCE e TCE nell'aria in ambienti di vita particolarmente sensibili ai loro effetti, quali ad es. le scuole materne, stante anche la semplicità e l'economicità dell'indagine.

### **Diossine (PCDD) – Dibenzofurani (PCDF) – Policlorobifenili (PCB).**

Nel 2012 e 2013 nell'ambito di un piano di monitoraggio nella zona SIN di Terni sono stati effettuati campionamenti ed analisi su latte ed uova dai Laboratori dell'Istituto Zooprofilattico dell'Umbria e Marche e dal quello dell'Abruzzo e Molise. La tematica che riguarda questi inquinanti è particolarmente complessa ed articolata, sia in termini normativi che scientifici<sup>(31,32,33)</sup>, e pertanto non c'è stato il tempo sufficiente per effettuare tutte le elaborazioni di dettaglio possibili per fornire un quadro esaustivo. Essendoci però, su questi inquinanti un'attenzione ed una preoccupazione particolari da parte della popolazione, si forniscono alcuni primi sommari elementi calcolati sui dati del 2012, che permettono comunque di collocare il fenomeno in termini quantitativi nel contesto dei dati riferiti agli altri inquinanti. Poiché gli effetti dei composti appartenenti a questi tre gruppi sono simili, il risultato più significativo è quello derivante dalla sommatoria delle concentrazioni "equivalenti" di tutti i composti ritrovati nei campioni espresso come: WHO-PCDD/F/PCB-TEQ.

La normativa prevede anche di fornire il risultato separatamente per i PCB-DL (diossino simili), PCB-6, PCDD/PCDF.

In questo primo report si farà riferimento solo al dato complessivo WHO-PCDD/F/PCB-TEQ, rimandando gli approfondimenti a momenti successivi.

La stima del rischio fa riferimento allo Slop Factor dell'I.S.S.<sup>(7)</sup>, e dell'OEHHA<sup>(21)</sup>, che coincidono.

#### Latte

La concentrazione media su 11 campioni di latte è risultata pari a 117 picogrammi di equivalente tossico (WHO-PCDD/F/PCB-TEQ)/chilo: ciò comporta un rischio stimabile in circa 6 tumori in 70 anni su una popolazione di 100.000 persone per un consumo medio giornaliero<sup>(34)</sup> stimato su tutta la popolazione di 130 grammi di latte contaminato.

#### Uova

La concentrazione media su 22 campioni di uova è risultata pari a 318 picogrammi di equivalente tossico (WHO-PCDD/F/PCB-TEQ)/chilo: ciò comporta un rischio stimabile in circa 3 tumori in 70 anni su una popolazione di 100.000 persone per un consumo settimanale di 2 uova<sup>(35)</sup> contaminate.

## **QUESTIONE INCENERITORI**

Per valutare l'impatto delle emissioni degli inceneritori sulla salute della popolazione nel comune di Terni, è necessario acquisire dall'ARPA una stima del contributo di questi impianti all'inquinamento legato agli attuali livelli di attività, nonché a quelli in progetto, quantomeno con riferimento alle polveri sottili (PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>) che, allo stato di questo primo report, risultano rappresentare il rischio maggiore per la popolazione in termini di mortalità.

Un contributo di questi impianti del 5% alla concentrazione delle PM 2,5, pari ad 1µg/m<sup>3</sup> calcolato sul dato 2014, comporterebbe in termini di mortalità di lungo periodo un aumento stimabile in circa 8 morti l'anno, con una "forchetta" compresa fra 2.7 (Limite Confidenza Inferiore) e 14.0 (Limite Confidenza Superiore).

Dr. Armando Mattioli

Bibliografia

- 1) Risk assessment in the federal government. Managing the process.**  
*National Research Council. 1983. National Academy Press, Washington, DC*
- 2) The NRC Risk Assessment Paradigm,**  
[www2.epa.gov/fera/nrc-risk-assessment-paradigm](http://www2.epa.gov/fera/nrc-risk-assessment-paradigm) , October 7, 2014
- 3) Epidemiologia ambientale. Metodi di studio e applicazioni in sanità pubblica,**  
pag. 264-271, WHO in collaborazione con USEPA, a cura di ARPAT, Firenze, Giugno 2004
- 4) Handbook for Implementing the Supplemental Cancer Guidance at Waste and Cleanup,**  
USEPA, December 20, 2012, <http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/sghandbook/riskcalcs.htm>
- 5) Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati,**  
Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), revisione 2, marzo 2008
- 6) Protocollo per il monitoraggio dell'aria indoor/outdoor ai fini della valutazione dell'esposizione inalatoria nei siti contaminati, Sito di Venezia – Porto Marghera Settembre 2014 – ISS, Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primari; INAIL Dipartimento Installazioni di Produzione e Insediamenti Antropici; AULSS 12 Veneziana, Dipartimento di Prevenzione; ARPA del Veneto.**  
[http://www.iss.it/binary/iasa/cont/Protocollo\\_per\\_monitoraggio\\_aria\\_indoor\\_outdoor\\_nei\\_siti\\_contaminati.pdf](http://www.iss.it/binary/iasa/cont/Protocollo_per_monitoraggio_aria_indoor_outdoor_nei_siti_contaminati.pdf)
- 7) Banca Dati ISS-INAIL per Analisi di Rischio Sanitario Ambientale,**  
<http://www.iss.it/iasa/index.php?lang=1&tipo=%2040>, 2015
- 8) Problematiche ambientali e sanitarie del sito contaminato denominato "Quadrante Est" nel Comune di Ferrara. Valutazione del rischio. Prima fase.**  
Istituto Superiore di Sanità e Regione Emilia Romagna. Marzo 2012  
[http://servizi.comune.fe.it/attach/ambiente/docs/fe\\_finale\\_istituto\\_superiore\\_di\\_sanita.pdf](http://servizi.comune.fe.it/attach/ambiente/docs/fe_finale_istituto_superiore_di_sanita.pdf)
- 9) Studio di valutazione dell'esposizione inalatoria a contaminazione atmosferica nella città di Ferrara. Prima fase.** Anna Bastone, Maria Eleonora Soggiu et. al Istituto Superiore di Sanità, Rapporti ISTISAN 03/19, 2003
- 10) L'impatto dell'inquinamento atmosferico sull'ambiente e sulla salute. Metodi per la Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento atmosferico,**  
Atti del Convegno VIIAS, Roma, 4 Giugno 2015
- 11) Il monitoraggio operativo di corpi idrici sotterranei nell'anno 2013,**  
Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, Novembre 2014
- 12) Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Relazione tecnica Anno 2011,**  
Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, Dicembre 2012
- 13) Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Relazione tecnica Anno 2014,**  
Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, maggio 2015

**14) Health Impact Assessment of Outdoor Air Pollution**

*Aphekom - Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe.* <http://si.easp.es/aphekom/>

**15) Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL), European Commission,**

<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?langId=en&catId=22>

**16) Guidelines for Drinking-water Quality,**

*World Health Organization, 2011*

**17) Air Quality Guidelines For Europe,**

*WHO Regional publications, European series, n° 91, second edition, 2000*

**18) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants,**

*WHO Regional publications, 2010*

**19) Integrated Risk Information System (I.R.I.S.),**

*US-EPA, [www.epa.gov/iris/index.html](http://www.epa.gov/iris/index.html)*

**20) Technical Support Document for Cancer Potency Factors: Methodologies for derivation, listing of available values, and adjustments to allow for early life stage exposures,**

*California Environmental Protection Agency, Office of Environ. Health Hazard Assessment. May 2009*

**21) Cancer Potency Values,** *California Environmental Protection Agency, Office of Environ. Health Hazard Assessment, July 21, 2009*

**22) Inquinamento atmosferico e salute umana,** *Epidemiol Prev 2009; 33(6) suppl 2: 1-72*

**23) Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project,**

*The Lancet, [Volume 383, No. 9919](#), p785–795, 1 March 2014*

**24) Impatto sanitario delle polveri sottili ad Ancona negli anni 2009-2011,**

*M. Mariottini et al., ARPA Marche, Dipartimento di Ancona, Servizio Epidemiologia Ambientale, Marzo 2015*

**25) Concise International Chemical Assessment Document 68, Tetrachloroethylene,**

*World Health Organization, Geneva, 2006*

**26) Tetrachloroethylene, IARC Monography 2012**

**27) Tetrachloroethylene in Priority Substances List Assessment Report,**

*Government of Canada, Environment Canada, Health Canada, 1993*

**28) Concerns Regarding Vegetables Grown with Tetrachloroethylene Contaminated Water,**

*Environmental Epidemiology Program (EEP), Utah Department of Health (UDOH), March 2014*

**29) Trichloroethylene uptake into fruits and vegetables: three-year field monitoring study,**

*Environmental science & technology, 2007, 41, 2505-2509*

**30) Uptake and transformation of trichloroethylene by edible garden plant,**

*Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Iowa, 04/1997.*

**31) Diossine Furani e PCB,**

*APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Febbraio 2006*

**32) Diossine, PCB, IPA - guida alla lettura dei risultati analitici,**

*ARPA Piemonte 2015*

**33) Use of the Toxicity Equivalency Factor (TEFWHO-97 and TEFWHO-05). Scheme for Estimating Toxicity of Mixtures of Dioxin-Like Chemicals,**

*California Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment, 2011*

**34) Food consumption patterns in Italy: the INN-CA Study 1994-1996.**

*Turrini A. et. Al.; Eur J Clin Nutr. 2001 Jul;55(7):571-88.*

**35) Il consumo di uova della famiglia media italiana.**

*Veterinaria Italiana, 46 (3), 287-300; 2010*