

Unità di Progetto “Ambiente e Salute”
Tel.0742.339522

Coordinatore:
dr. Armando Mattioli
armando.mattioli@uslumbria2.it



VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA SALUTE DI ALCUNI INQUINANTI AMBIENTALI NEL COMUNE DI NARNI

Aggiornamento al 18 febbraio 2018
(terza relazione)
A cura del Dr. Armando Mattioli

Indice

La Valutazione del rischio	pag. 3
Materiali e metodi	pag. 4
I dati di popolazione e di mortalità	pag. 6
I dati di morbosità	pag. 7
Stima del rischio cancerogeno per via respiratoria	pag. 7
Stima del rischio cancerogeno per via orale	pag. 8
PM 2,5	pag. 10
PM10	pag. 11
Cancerogeni	
Accettabilità del rischio cancerogeno	pag. 12
Stima del rischio Benzene e IPA	pag. 12
Stima del rischio metalli pesanti	pag. 13
Bibliografia	pag. 14

L'IMPATTO SANITARIO DEGLI INQUINANTI AMBIENTALI

Criteri generali

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

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.

Per quanto riguarda l’esposizione, sono stati utilizzati i dati delle misurazioni effettuate dalle centraline dell’ARPA di Narni Scalo, Narni Nera Montoro, Narni Piazza Garibaldi e sono stati considerati come rappresentativi dell’effettiva esposizione della popolazione.

In realtà, la stima delle effettiva **Concentrazione di Esposizione (CE)** ^(5,6,7,8,9) 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 VIIAS ⁽¹⁰⁾ 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 sono stati tratti dalle relazioni dell’ARPA Umbria reperibili sul sito <http://www.arpa.umbria.it> ^(11,12,13) e si riferiscono alle stazioni di Narni Scalo, Narni Nera Montoro e Narni piazza Garibaldi. Le concentrazioni rilevate degli inquinanti sono state assunte come un riferimento per l’esposizione reale dei cittadini, che permette di quantificare il rischio quantomeno come ordine di grandezza, nell’attesa di una definizione più accurata.

Stima dell’impatto sanitario da inquinamento di PM_{2,5} e PM₁₀

La stima dell’impatto sanitario da inquinamento da PM_{2,5} e PM₁₀ rispettivamente per gli effetti a lungo termine e breve termine utilizza l’HIA Excel tool–Long-term e l’HIA Excel tool–short-term ed è stata effettuata secondo i criteri indicati nel Manuale di APHEKOM⁽¹⁴⁾.

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

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

Dove: Δy è il risultato dell’HIA inteso come decremento nel numero degli eventi sanitari;

y_0 è la linea di base dei dati sanitari;

Δx è il decremento delle concentrazioni dei contaminanti definite nei diversi scenari;

β è la funzione di rischio legata alla concentrazione;

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

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

Lo scenario considerato utilizza la differenza fra la media annuale del 2015 e quella del 2014, con un $\Delta x = 3 \mu\text{g}/\text{Nmc}$.

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

- il periodo di vita attesa è calcolata usando 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: ${}_nq_x = 1$; 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 è 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.

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

Δx è la diminuzione della concentrazione prevista dallo scenario

β è la funzione di rischio legata alla concentrazione.

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

I dati di popolazione e di mortalità *

Le tab. A, B, C, D ed E) riportano la composizione della popolazione residente a Terni, la distribuzione della mortalità per fasce d'età e la morbosità relativa a patologie cardiache e respiratorie. Su questi dati, in base ai criteri di APHEKOM, si è calcolata la stima di impatto sulla salute delle PM2,5 e PM10. I dati in E) derivano dalle schede di diagnosi di dimissione ospedaliera (SDO).

Tab. A)

Popolazione oggetto dello studio (ISTAT 2016)	
30-34	1043
35-39	1161
40-44	1477
45-49	1568
50-54	1579
55-59	1388
60-64	1334
65-69	1404
70-74	1118
75-79	1139
80-84	860
85 and over	884
Totale	14955

Tab. B)

Popolazione oggetto dello studio (ISTAT 2016)	
All Ages	19.785
15-64	12.116
65 and over	5405

Tab. C)

Esiti di salute nella popolazione totale *	ICD-9	ICD-10	Age Group	2014	2015	2016	Tot. 2014-16
Total Non-external Causes Mortality	001-99	A00-R99	All Ages	240	272	262	774

Tab. D)

Esiti di salute nella popolazione ≥ 30 anni*	ICD-9	ICD-10	Age Group	2014	2015	2016	Tot. 2014-16
Total Mortality	000-999	A00-Y98	30-34	1	1	0	2
	000-999	A00-Y98	35-39	0	1	1	2
	000-999	A00-Y98	40-44	2	1	3	6
	000-999	A00-Y98	45-49	1	4	1	6
	000-999	A00-Y98	50-54	4	5	4	13
	000-999	A00-Y98	55-59	5	5	1	11
	000-999	A00-Y98	60-64	8	10	9	27
	000-999	A00-Y98	65-69	15	12	14	41
	000-999	A00-Y98	70-74	20	21	24	65
	000-999	A00-Y98	75-79	29	23	29	81
	000-999	A00-Y98	80-84	53	56	43	152
	000-999	A00-Y98	85 and over	104	136	133	373
	Cardiovascular Mortality	390-459	I00-I99	30-34	0	0	0
390-459		I00-I99	35-39	0	0	0	0
390-459		I00-I99	40-44	0	0	1	1
390-459		I00-I99	45-49	0	0	1	1
390-459		I00-I99	50-54	0	1	1	2
390-459		I00-I99	55-59	2	2	0	4
390-459		I00-I99	60-64	3	1	0	4
390-459		I00-I99	65-69	1	6	4	11
390-459		I00-I99	70-74	1	2	5	8
390-459		I00-I99	75-79	12	11	15	38
390-459		I00-I99	80-84	20	21	16	57
390-459		I00-I99	85 and over	62	74	58	194

*I dati epidemiologici delle tabelle C, D, E sono stati forniti dal dr. Ubaldo Bicchielli, Responsabile dell'U.O Epidemiologia

Tab. E)

Ricoveri ospedalieri per cardiopatie per tutte le età						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	310	321	340	328	274	291
Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie per tutte le età						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	198	246	193	217	213	229
Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie 14-65 anni						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	70	78	72	73	57	58
Ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie > 65 anni						
ANNO RICOVERO	2011	2012	2013	2014	2015	2016
numero	91	131	98	122	133	149

Stima del rischio cancerogeno

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

Il rischio viene stimato^(4,5,7) utilizzando per la via respiratoria l'Inhalation Unit Risk (I.U.R., [$\mu\text{g}/\text{Nmc}$]⁻¹) o l'Inhalation Slope factor (S.F.inal [$\text{mg}/\text{kg}\text{-giorno}$]⁻¹) e per quella orale l'Ingestion Slope factor (S.F. ing. [$\text{mg}/\text{kg}\text{-giorno}$]⁻¹); 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⁽⁷⁾, dello Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)⁽¹⁵⁾, dell'OMS^(16,17,18), dell'EPA⁽¹⁹⁾ e dell'OEHA^(16,17).

Esposizione respiratoria^(6,8,9)

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 ($\mu\text{g}/\text{Nmc}$)-1, 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 $\mu\text{g}/\text{Nmc}$ alla sostanza cancerogena nell'aria che respirano.

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

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 ($\mu\text{g}/\text{Nmc}$),

- **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 (ADAF₀₋₂);
- 3 per un'età compresa fra 2 e 16 anni (ADAF₃₋₁₆);
- 1 per un'età maggiore di 16 anni (adulto) (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:

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

dove:

S.F.inal: (Slope Factor [mg/kg d]⁻¹) 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:

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

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/Nmc], e la portata effettiva di esposizione EM, es. [Nmc /kg d] che rappresenta la quantità di aria inalata al giorno per unità di peso corporeo:

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

dove

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

FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)	Simbolo	Unità di Misura	Residenziale	
			Adulto	Bambino
Fattori comuni a tutte le modalità di esposizione				
Peso corporeo	BW	kg	70	15
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	ATc	anni	70	70
Inalazione di Aria Outdoor (AO)				
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 ³ /ora	0,9 (a)	0,7 (a)

Esposizione per via orale ^(4, 5)

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_i = Rateo di assorbimento del medium ambientale contaminato per l'intervallo di età "i". I parametri sono mg/giorno per il terreno e L/giorno per l'acqua.

BW_i = Peso corporeo della persona esposta per l'intervallo di età "i" (kg).

Ef_i = Frequenza di esposizione per intervallo d'età "i" (giorni/anno): indica quanto spesso una persona è esposta nel corso dell'anno al medium ambientale contaminato.

ED_i = 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)⁻¹

ADAF_i = Fattore di aggiustamento età-dipendente per fascia di età "i"

Il rischio totale per un individuo è la somma dei rischi di tutti e quattro gli intervalli di età. Ad esempio, il rischio addizionale di cancro per un individuo esposto per 30 anni a partire dalla nascita in un dato luogo è calcolato così:

$$\text{Risk}_{0-2} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{bam}} \times \text{Ef}_{\text{bam}} \times \text{ED}_{\text{bam}}}{\text{BW}_{\text{bam}} \times \text{AT}} \times \frac{2}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 10$$

$$\text{Risk}_{2-6} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{bam}} \times \text{Ef}_{\text{bam}} \times \text{ED}_{\text{bam}}}{\text{BW}_{\text{bam}} \times \text{AT}} \times \frac{4}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 3$$

$$\text{Risk}_{6-16} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{ad}} \times \text{Ef}_{\text{ad}} \times \text{ED}_{\text{ad}}}{\text{BW}_{\text{ad}} \times \text{AT}} \times \frac{10}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 3$$

$$\text{Risk}_{16-30} = C \times \frac{\text{IR}_{\text{ad}} \times \text{Ef}_{\text{ad}} \times \text{ED}_{\text{ad}}}{\text{BW}_{\text{ad}} \times \text{AT}} \times \frac{14}{70 \times 365} \times \text{SF} \times 1$$

$$\text{Total Risk} = \text{Risk}_{0-2} + \text{Risk}_{2-6} + \text{Risk}_{6-16} + \text{Risk}_{16-30}$$

Esposizione ad inquinanti ambientali aerodispersi

PM2,5

L'impatto sulla salute per questo inquinante, così come per le PM10, per il momento è riportato solo in termini di mortalità. Per i calcoli, sono stati utilizzati i criteri di Aphekom ⁽¹⁴⁾. Dai dati ARPA risulta che dal 2013 al 2016 nella stazione di rilevamento di Narni Scalo si è passati da una concentrazione media di PM2.5 di 17 µg/ Nmc ad una 22 µg/ Nmc (inferiore al valore limite, tab. 1).

Tab. 1 PM2,5 valore limite media annuale 25 µg/Nmc	Media annuale			
	Stazione	2013-2014	2015	2016
Narni Scalo	17	20	22	25

Al fine di una valutazione dell'efficacia in termini di guadagno di salute degli interventi finalizzati a ridurre l'inquinamento adottati dalle Pubbliche Amministrazioni, si indicano gli **effetti nel lungo periodo** ^(10, 22, 23, 24) dovuti ad una riduzione delle PM2,5 pari ad 1 µg/Nmc.

La stima è di poco meno di 2 morti evitate l'anno per tutte le cause fra gli abitanti del comune di Narni sopra i 30 anni d'età, (tab. 2) dovute soprattutto a patologie cardio-vascolari.

Per quanto riguarda patologie respiratorie e neoplasie polmonari la stima è di quasi 1 morte evitata ogni 3 anni.

Tab. 2 Numero morti annuali evitate nel lungo periodo in base ad un diminuzione di 1 µg/ Nmc di PM2,5			
Tutte le cause	Limite inferiore	Valore centrale	Limite superiore
Numero di morti medie nel triennio 2014-201 per tutte le cause per età >=30 anni		260*	
Stima morti annuali evitate	0,51	1,51	2,70
Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000)	3,41	10,03	17,92
Patologie cardiovascolari			
Stima morti annuali evitate	0,8	1,20	1,5
Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000)	5,43	7,99	9,84
Patologie respiratorie e Tumori polmonari ⁽¹⁰⁾			
Stima morti annuali evitate		0,2	

* dati forniti dal dr. Ubaldo Bicchielli, Responsabile U.O. Epidemiologia

PM10

Per quanto riguarda le PM10, il numero di superamenti della media giornaliera nel 2017 è stato pari a 43 ed ha perciò oltrepassato il valore limite di 35; la media annuale del 2017 è stata inferiore al valore limite, anche se rispetto al 2017 c'è stato un aumento di 2 µg/ Nmc (34 contro 29, tab. 3).

Tab. 3 PM10, valori limite 35 superamenti in un anno della media giornaliera di 50 µg/ Nmc					Media annuale 40 µg/ Nmc			
Stazione	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Narni Scalo	24	38	41	43	24	27	29	34

Analogamente, si indicano gli **effetti nel breve periodo** ^(10, 22, 23, 24) dovuti ad una riduzione delle PM10 pari a 1,4 µg/ Nmc, tenuto conto che è questo il valore che mediamente corrisponde ad 1 µg/ Nmc di PM2,5.

La stima è di circa 0,3 morte evitata l'anno escluse le cause esterne fra tutti gli abitanti del comune di Narni (tabella 4), di 0,35 e 0,3 ricoveri ospedalieri l'anno in meno rispettivamente per patologie respiratorie e patologie cardiache (Tabella 6).

Tab. 4 Numero morti annuali evitate nel breve periodo per una diminuzione di 1,4 µg/ Nmc di PM10			
Tutte le cause	Limite inferiore	Valore centrale	Limite superiore
Numero di morti medie triennio 2014-2016 escluse cause esterne		258*	
Stima morti annuali evitate	0,1	0,22	0,3
Stima morti annuali evitate (tasso x 100.000)	0,7	1,091	1,5

Tab. 5) Numero ricoveri annuali evitati nel breve periodo per una diminuzione di 1,4 µg/ Nmc di PM10			
Tutte le cause, triennio 2014-2016	Limite inferiore	Valore centrale	Limite superiore
Media annuale ricoveri per patologie respiratorie		298*	
Stima attribuibile alle PM10	0,2	0,35	0,5
Stima x 100.000	1,0	1,8	2,6
Ricoveri per patologie cardiache		220*	
Stima attribuibile alle PM10	0,1	0,3	0,4
Stima x 100.000	0,6	1,8	2,6

* dati forniti dal dr. Ubaldo Bicchielli, Responsabile U.O. Epidemiologia

CANCEROGENI

“Accettabilità” del rischio cancerogeno

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 fissa il livello di rischio incrementale ad 1/100.000 ⁽¹⁶⁾.

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 per esposizioni a cancerogeni multiple.

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

Il valore limite per il benzene è pari a 5 µg/ Nmc, che corrisponde ad un rischio incrementale di 3,4/100.000 (I.S.S.) ⁽⁷⁾, 3/100.000 (O.M.S.) ^(17,18), 4,1/100.000 (US-EPA) ⁽¹⁹⁾ e 14,5/100.000 (OEHHA) ^(20,21); da questi dati emerge un chiaro contrasto fra acquisizioni scientifiche e normativa, come più avanti sarà meglio evidenziato.

Stima del rischio incrementale

Si riporta il rischio incrementale cancerogeno aggiustato per età per i vari inquinanti che superano rischio incrementale di 1 su 1.000.000 almeno per un'organizzazione scientifica.

Benzene ed IPA

Emerge che il rischio maggiore è ipotizzabile per Benzene ed IPA (tabb. 5 e 6); pur essendo rispettati i relativi valori limite di esposizione, il rischio incrementale è superiore al valore di accettabilità di 1/1.000.000 e per alcune agenzie internazionali superiore anche ad 1/100.000.

Benzene

Tab.5 Benzene –valore limite 5 µg/ Nmc	Concentrazioni medie µg/Nmc			
	Stazioni	2015	2016	2017
Narni scalo	1,5	1,2	0,7	1,1
Narni Nera Montoro	0,7	0,7	1	0,8
Narni Piazza Garibaldi	1,3	1,2	1,4	1,3

La stima del rischio incrementale calcolata sulle base delle Unit Risk Inalatorie di OMS, Cal-OHEEA, ISS e US-EPA, su 1.000.000 in 70 anni e corretta per età (ADAF) è:

Narni Nera Montoro: fra 1 e 38 leucemie

Narni Scalo: fra di 1,3 e 53 leucemie.

Narni Piazza Garibaldi: fra di 1,5 e 62 leucemie.

Riferito agli abitanti di Narni (ISTAT 2016), il rischio incrementale è compreso fra zero ed una leucemia.

Ipa

Tab. 6 Ipa come Benzo(a)pirene (valore limite 1 ng/ Nmc)	Concentrazioni medie ng/ Nmc			
	Stazioni	2015	2016	2017
Narni Scalo	1,1	0,7	0,8	0,9

La stima del rischio incrementale per **Narni Scalo** calcolata sulle base delle Unit Risk Inalatorie di OMS, Cal-OHEEA, ISS e US-EPA, su 1.000.000 in 70 anni e corretta per età (ADAF) è compreso fra **2 e 130 tumori:** in riferimento alla popolazione di Narni fra 0 e quasi 3 tumori in 70 anni.

Metalli pesanti

Arsenico

Tab. 7 Arsenico valore obiettivo: 6.0 ng/Nmc soglia di valutazione inferiore: 2.4 ng/ Nmc soglia di valutazione superiore: 3.6 ng/ Nmc	Concentrazioni medie ng/Nmc			
Stazioni	2015	2016	2017	Media 2015-2017
Narni Scalo: medie mensili	0,4*	0,3**	0,3**	
*9 valori inferiori al limite di rilevabilità ** tutti i valori inferiori al limite di rilevabilità				

Cadmio

Tab. 8 Cadmio- valore obiettivo: 5.0 ng/Nmc soglia di valutazione inferiore: 2.0 ng/ Nmc soglia di valutazione superiore: 3.0 ng/ Nmc	Concentrazioni medie ng/Nmc			
Stazioni	2015	2016	2017	Media 2015-2017
Narni Scalo: : medie mensili	0,3*	0,2**	0,1***	
* 6 valori inferiori al limiti di rilevabilità ** 9 valori inferiori al limiti di rilevabilità *** 11 valori inferiori al limiti di rilevabilità				

Piombo

Tab. 10 Piombo- valore limite: 0.50 µg/Nmc	Concentrazioni medie µg/Nmc			
	2015	2016	2017	Media 2015-2017
Narni Scalo	0,005	0,004	0,004	

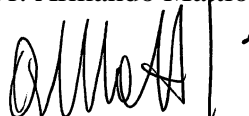
I valori di Arsenico, Cadmio e Piombo a Narni Scalo sono risultati tutti o in massima parte al di sotto del limite di rilevabilità e/o il rischio incrementale è comunque molto inferiore ad 1 su 1.000.000.

Nichel

Tab. 9 Nichel - valore obiettivo: 20 ng/Nmc, soglia di valutazione inferiore: 10 ng/ Nmc soglia di valutazione superiore: 14 ng/ Nmc	Concentrazioni medie ng/Nmc			
	2015	2016	2017	Media 2015-2017
Narni Scalo	4.4	4.6	5	4,7

La stima del rischio incrementale a Narni Scalo per il nichel calcolata sulle base delle Unit Risk Inalatorie di ISS, Cal-OHEEA, OMS, TEQ-Texas commission Environmental Quality è in un range compreso fra 1 - 3 tumori su 1.000.000 persone in 70 anni, cioè, in riferimento alla popolazione di Narni praticamente zero.

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, 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 Primaria; 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
- 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
- 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) **Monitoraggi aria,** Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria
<http://www.arpa.umbria.it/monitoraggi/aria/Default.aspx>
- 12) **Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Relazione tecnica Anno 2015,**
Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, Luglio 2016
- 13) **Valutazione della qualità dell'aria in Umbria Relazione tecnica Anno 2016,**
Agenzia regionale per la protezione ambientale dell'Umbria, marzo 2017
- 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
- 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