



CORRELAZIONE TRA QUALITA' DELL'ARIA E INDICATORI DI SALUTE

ANALISI VALUTATIVA DERIVATA DAI VALORI DI PM10 IN QUATTRO COMUNI DELLA PROVINCIA DI TREVISO

Contributo delle Aziende ULSS 7 e ULSS 8 del Veneto al funzionamento del "Tavolo Tecnico Intercomunale per l'Ambiente e la Salute" (Atto d'intesa del 28 gennaio 2013)

A cura di: Martina Bortoletto ¹, Ester Chermaz ¹, Sabina Bolzan ², Tiziana Menegon ², Giovanni Moro ³, Maurizio Sforzi ⁴, Sandro Cinquetti ⁵.

¹ SISIP - Azienda ULSS 7 del Veneto

² Ufficio Epidemiologico - Azienda ULSS 7 del Veneto

³ SPISAL - Azienda ULSS 7 del Veneto

⁴ SISIP - Azienda ULSS 8 del Veneto

⁵ Direttore del Dipartimento di Prevenzione - Azienda ULSS 7 del Veneto

INTRODUZIONE

Il Tavolo tecnico intercomunale per l'Ambiente e la Salute ha avuto l'obiettivo di arricchire la conoscenza sullo stato della qualità dell'aria nella zona pedemontana trevigiana. Il progetto prevedeva la realizzazione, da parte di ARPAV, di monitoraggi con strumentazione rilocabile, di vari inquinanti tra cui Benzene, Toluene, Xileni, Ossidi di Azoto, Ozono e microinquinanti come Diossine, Furani, Policlorobifenili-diossine simili, Idrocarburi Policiclici Aromatici e Composti Organici Volatili. Iniziato nel 2013 e concluso nel 2014, il progetto è stato sostenuto dall'Amministrazione provinciale di Treviso e dagli Enti Locali coinvolti (comuni di Cavaso del Tomba, Cornuda, Crocetta del Montello, Farra di Soligo, Moriago della Battaglia, Pederobba, Pieve di Soligo, Possagno, Refrontolo, Sernaglia della Battaglia, Valdobbiadene e Vidor). Al Tavolo partecipavano anche le Aziende per i servizi socio-sanitari di Asolo e di Pieve di Soligo e l'Ordine provinciale dei medici chirurghi e odontoiatri di Treviso, che hanno contribuito alla valutazione sanitaria dei dati acquisiti e alla loro divulgazione.

SINTESI RIASSUNTIVA

La seguente relazione, frutto di un'indagine svolta dalle Aziende ULSS 7 e ULSS 8, ha avuto l'obiettivo di stimare l'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico nei territori di competenza. Le analisi sono state condotte utilizzando uno specifico software messo a disposizione dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (Centro Europeo sull'Ambiente e la Salute), che ha consentito di valutare possibili correlazioni tra i risultati del monitoraggio ambientale effettuato dall'ARPAV e i dati di mortalità e morbosità forniti rispettivamente dal Sistema Epidemiologico Regionale e dalle Schede di Dimissione Ospedaliera. Analogamente alla gran parte degli studi epidemiologici, si è scelto di selezionare come inquinante di riferimento il PM10, valido indicatore di esposizione in quanto soggetto a distribuzione spaziale molto ampia e fluttuazioni contenute. E' stato possibile delineare un profilo di rischio sanitario per la popolazione residente nei 4 comuni, oggetto di rilievi della qualità dell'aria avvenuti in uno stesso arco temporale: Farra di Soligo, Moriago della Battaglia, Pederobba e Sernaglia della Battaglia. I risultati hanno consentito di stimare "eccessi di mortalità e di morbosità" che non richiedono, a giudizio dei redattori del presente lavoro, politiche di contenimento ad applicazione immediata. Tuttavia, la situazione evidenziata raccomanda attenzione, azioni di riduzione delle emissioni applicate alle fonti di inquinamento atmosferico più rilevanti (riscaldamento domestico e traffico veicolare in primis) e iniziative di educazione sanitaria e di promozione della salute pertinenti alla fattispecie.

1. IL RISCHIO PER LA SALUTE: EFFETTI DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'inquinamento atmosferico ad opera dell'uomo risale alla preistoria, con la diffusione del fuoco nelle caverne come mezzo di riscaldamento, illuminazione e cottura del cibo. Oggigiorno, a fronte di un più contenuto utilizzo del fuoco, ancora rilevante per la combustione domestica di biomasse legnose per riscaldamento, l'evoluzione tecnologica ha favorito la comparsa di nuove fonti emissive inquinanti, come il traffico autoveicolare e gli insediamenti industriali.

La capacità dell'inquinamento atmosferico di influire sulla salute umana è nota da anni, soprattutto per il notevole impatto sanitario di alcuni episodi storici, quale il caso emblematico di Londra nel 1952 ("The Great Smog of London"), e l'OMS ha recentemente stimato che nel 2012 esso sia stato causa di 3,7 milioni di morti premature nel mondo (WHO, Fact sheet N°313).

Gli studi epidemiologici, che indagano l'esistenza di associazioni tra inquinamento dell'aria e salute, hanno fornito un'adeguata evidenza scientifica di effetti sanitari negativi, sia a breve che a lungo termine, in particolare a carico del sistema respiratorio e dell'apparato cardiovascolare. L'OMS ha stimato che dei decessi prematuri correlabili a queste condizioni ambientali, l'80% è dovuto ad accidenti di natura cardiovascolare (IMA e ictus), il 14% a BPCO o infezioni acute delle basse vie respiratorie e il 6% a neoplasia polmonare (WHO, Fact sheet N°313).

Tra i principali agenti responsabili dell'impatto sanitario sono stati individuati il materiale particolato (PM), l'ozono (O₃), il biossido d'azoto (NO₂), gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), benzene, toluene, etilbenzene e xileni (BTEX), diossine e furani.

Studi a lungo termine hanno rilevato l'esistenza di associazioni tra concentrazioni di PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e O₃ e mortalità (Dong et al. 2012, Heinrich et al. 2013, Brunekreef et al. 2009, Jerrett et al. 2009). Analogamente, indagini su effetti a breve termine hanno mostrato una correlazione tra livelli di PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e SO₂ e mortalità per tutte le cause, respiratoria e cardiovascolare (Lu et al. 2015, Li et al. 2015, Janssen et al. 2013, Lai et al. 2013). Di questi, lo studio SISTI, condotto tra il 1997 e il 2004 in 9 città italiane tra cui Mestre (VE), ha evidenziato un'associazione tra livelli crescenti di PM₁₀ e incremento dei decessi tra gli ultrasessantacinquenni, più stretta per persone affette da diabete o BPCO; l'aumento è risultato doppio in caso di soggetti con insufficienza cardiaca e quadruplo in caso di problemi circolatori polmonari (Forastiere et al. 2008).

L'indagine MISA-2 (Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico), eseguita tra il 1996 e il 2002 in 15 centri urbani italiani, ha riscontrato un'associazione tra incrementi di NO₂, CO e PM₁₀ e mortalità, sia per cause naturali in generale che per patologie cardiorespiratorie, e accessi ospedalieri per patologie respiratorie e cardiache. Per quanto concerne dati inerenti ai decessi, l'eccesso di rischio è stato rilevato a 2 giorni dall'innalzamento della concentrazione di PM₁₀ e a 4 giorni dall'aumento del livello di NO₂ e CO (Biggeri et al. 2004).

Lo studio EpiAir 2, effettuato dal 2006 al 2009 in 23 città italiane tra cui Padova e Venezia-Mestre, ha messo in luce l'esistenza di un'associazione tra livelli di PM₁₀ e PM_{2,5} e numero di morti in soggetti con più di 35 anni d'età. L'impatto sanitario delle concentrazioni di questi inquinanti è risultato più evidente nelle città della Pianura Padana, nella Pianura fiorentina e in alcune grandi realtà metropolitane, ove la percentuale di decessi attribuibili al PM₁₀ è stata mediamente dell'1% contro lo 0,4% delle altre realtà analizzate. Anche la valutazione relativa al PM_{2,5} ha confermato questi risultati, indicando come attribuibili ad esso lo 0,8% della mortalità naturale e individuando le città della Pianura Padana come quelle maggiormente interessate (Baccini et al. 2013).

E' stato constatato che non si tratta solamente di un'anticipazione di eventi sanitari avversi che comunque si verificherebbero nel breve periodo in persone in condizioni di salute molto compromesse (fenomeno dell'harvesting), altrimenti, nei giorni successivi a quello interessato dagli effetti delle aumentate concentrazioni di inquinanti, si assisterebbe a una riduzione del numero di decessi e di ricoveri ospedalieri. L'inquinamento dell'aria, dunque, non solo fa precipitare le condizioni cliniche di persone già critiche, ma peggiora anche quelle di soggetti con problemi di salute meno gravi (Sarno et al. 2013).

Per quanto riguarda la morbosità, studi a lungo termine hanno segnalato l'esistenza di associazioni tra inquinamento atmosferico e patologie cardiopolmonari. Schikowski e colleghi (2005) hanno evidenziato una correlazione tra concentrazioni di PM₁₀ e di NO₂ e insorgenza di BPCO e peggioramento della funzionalità polmonare (effetti su cui influisce negativamente anche la vicinanza dell'abitazione a strade trafficate). I livelli di NO₂ sono risultati associati anche al rischio di ospedalizzazioni per asma, in particolare nei confronti di soggetti con precedenti ricoveri per

asma o BPCO (Andersen et al. 2012). Conseguenze negative sull'apparato respiratorio sono state messe in relazione anche con le concentrazioni atmosferiche di PM_{2,5} e O₃: in uno studio eseguito su 12enni, Hwang et al. (2015) hanno rilevato un deficit di sviluppo della funzionalità polmonare.

Anche il rischio di eventi cardiovascolari acuti risulta influenzato dal livello di inquinanti aerodispersi: è stata individuata un'associazione tra concentrazioni di PM_{2,5} e incidenza di patologie cardiovascolari quali IMA e ictus (Hoffmann et al. 2015, Miller et al. 2007).

Alla luce della più recente conoscenza scientifica, inoltre, l'inquinamento atmosferico e il materiale particolato, suo principale costituente, sono stati classificati cancerogeni accertati per l'uomo dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) in quanto i loro livelli risultano correlati con l'incremento di rischio di cancro al polmone (IARC 2013).

Lo studio ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects), condotto su oltre 300.000 persone in 9 Paesi europei tra cui l'Italia, ha mostrato una correlazione tra incrementi di PM₁₀ e di PM_{2,5} e sviluppo di adenocarcinoma del polmone, a fronte di una mancata associazione tra aumenti di NO₂ e incidenza di neoplasia polmonare (Raaschou-Nielsen et al. 2013).

In merito agli effetti a breve termine, i dati di letteratura suggeriscono conclusioni simili. Nell'ambito del progetto europeo APHEA (Air Pollution and Health, a European Approach) è stata evidenziata una correlazione tra livelli di inquinamento atmosferico, in particolare da SO₂, NO₂ e O₃, e ospedalizzazioni per BPCO (Anderson et al. 1997). Medina-Ramon e colleghi (2006) hanno messo in luce un'associazione tra aumenti di PM₁₀ e O₃ e ricoveri per polmonite e per broncopneumopatia cronica ostruttiva. L'indagine MISA-2 ha riscontrato una relazione tra incrementi delle concentrazioni di PM₁₀, NO₂ e CO e ospedalizzazioni per cause respiratorie e cardiache (Biggeri et al. 2004).

Anche per il PM_{2,5} aerodisperso è stata rilevata un'associazione con ricoveri per patologie cardiovascolari e respiratorie, quali scompenso cardiaco, IMA e BPCO (Dominici et al. 2006). Dalla ricerca EpiAir 2 è emersa un'ulteriore conferma della correlazione tra incrementi di PM₁₀, PM_{2,5} e NO₂ e ospedalizzazioni per problemi cardiaci e respiratori (Scarinzi et al. 2013).

2. STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE NELLE ULSS DEL VENETO

Dall'analisi della mortalità a livello nazionale, emerge che nel 2012 i tassi standardizzati di mortalità in Veneto (maschi: 1.032,1 IC95% 1.018,3-1.046,1 e femmine: 620,7 IC95% 612,6-628,9) sono significativamente inferiori alla media italiana (maschi: 1.053,6 IC95% 1.049,8-1.057,5 e femmine: 667,5 IC95% 665,1-669,9)¹. Inoltre, la speranza di vita alla nascita nel 2014 per i maschi risulta essere di 80,3 anni in Italia, 80,8 anni in Veneto e 81,6 anni in provincia di Treviso; per le femmine risulta essere di 85 anni in Italia, 85,7 anni in Veneto e 86,4 anni in provincia di Treviso.

Anche gli ultimi dati di mortalità regionale, relativi al periodo 2010-2013², indicano che i tassi standardizzati di mortalità per tutte le cause nelle ULSS 7 e 8 sono sovrapponibili ai livelli regionali, e le femmine residenti nell'ULSS 7 hanno addirittura una mortalità significativamente inferiore alla media (Tabella 1).

¹ "La mortalità in Italia nell'anno 2012", Rapporti ISTISAN 15/2

² "La mortalità nella Regione del Veneto. Periodo 2010-2013", Sistema Epidemiologico Regione del Veneto

Tabella 1 - Mortalità per tutte le cause: numero di decessi (N), tasso osservato (TO) e tasso standardizzato (TS) con intervallo di confidenza al 95% (IC 95%) per ULSS di residenza e sesso (tassi per 100.000 abitanti). Veneto, periodo 2010-2013. Standardizzazione diretta, popolazione standard: Veneto 1° gennaio 2007.

	MASCHI				FEMMINE			
	N	TO	TS	IC 95%	N	TO	TS	IC 95%
101-Belluno	2.639	1.088,8	1.182,8	(1.136,0-1.229,5)	3.328	1.262,6	759,0	(732,2-785,9)
102-Feltre	1.751	1.074,9	1.184,8	(1.127,3-1.242,4)	2.146	1.243,1	718,9	(686,8-751,1)
103-Bassano del Grappa	2.999	855,8	1.147,1	(1.104,2-1.190,1)	3.253	890,7	676,8	(652,9-700,6)
104-Alto Vicentino	3.200	872,6	1.175,3	(1.131,9-1.218,6)	3.587	943,5	727,6	(703,4-751,9)
105-Ovest Vicentino	2.910	812,1	1.178,5	(1.132,2-1.224,8)	3.099	864,6	686,0	(661,3-710,6)
106-Vicenza	5.021	816,0	1.075,3	(1.044,3-1.106,3)	5.633	872,3	661,8	(644,1-679,5)
107-Pieve di Soligo	3.995	944,9	1.099,3	(1.064,1-1.134,6)	4.351	980,5	651,4	(631,3-671,5)
108-Asolo	3.754	763,2	1.105,7	(1.068,3-1.143,1)	4.245	845,3	675,7	(654,8-696,5)
109-Treviso	6.581	818,6	1.082,4	(1.054,9-1.109,9)	7.299	866,7	652,0	(636,7-667,3)
110-Veneto Orientale	3.877	934,8	1.160,9	(1.122,0-1.199,8)	4.035	920,1	679,9	(658,4-701,4)
112-Veneziana	6.878	1.217,7	1.169,4	(1.141,2-1.197,5)	7.990	1.267,9	738,7	(721,9-755,5)
113-Mirano	4.230	811,1	1.100,5	(1.065,0-1.136,0)	4.326	795,5	674,7	(654,4-695,0)
114-Chioggia	1.336	1.000,0	1.158,3	(1.092,3-1.224,2)	1.434	1.041,3	791,6	(750,1-833,1)
115-Alta Padovana	3.763	749,5	1.115,0	(1.077,1-1.152,8)	3.825	749,4	639,9	(619,2-660,5)
116-Padova	8.502	921,5	1.098,1	(1.073,9-1.122,2)	9.502	947,6	677,1	(663,2-691,0)
117-Este	3.653	1.012,8	1.201,4	(1.160,7-1.242,0)	3.896	1.037,1	724,6	(701,2-748,0)
118-Rovigo	3.893	1.176,3	1.238,8	(1.198,7-1.278,9)	4.390	1.238,0	769,1	(745,4-792,7)
119-Adria	1.712	1.185,3	1.229,0	(1.168,9-1.289,1)	1.651	1.087,6	705,2	(670,3-740,0)
120-Verona	8.169	916,6	1.080,7	(1.056,6-1.104,8)	9.484	995,3	674,1	(660,0-688,1)
121-Legnago	3.005	992,3	1.234,5	(1.188,2-1.280,8)	3.202	1.028,7	730,9	(704,8-756,9)
122-Bussolengo	4.462	789,7	1.095,6	(1.061,8-1.129,4)	4.717	813,3	701,8	(681,4-722,2)
TOTALE	86.330	911,7	1.131,1	(1.123,2-1.138,9)	95.393	957,4	691,6	(687,1-696,1)

Fonte: SER (Sistema Epidemiologico Regione Veneto).

Anche i tassi di mortalità per malattie del sistema cardiocircolatorio nelle nostre ULSS si allineano alle medie regionali per maschi e femmine (Tabella 2), mentre quelli per malattie croniche delle basse vie respiratorie, rispetto alle medie regionali, risultano sovrapponibili per i maschi e significativamente minori per le femmine (Tabella 3).

Tabella 2 - Mortalità per malattie del sistema circolatorio: numero di decessi (N), tasso osservato (TO) e tasso standardizzato (TS) con intervallo di confidenza al 95% (IC 95%) per ULSS di residenza e sesso (tassi per 100.000 abitanti). Veneto, periodo 2010-2013. Standardizzazione diretta, popolazione standard: Veneto 1° gennaio 2007.

	MASCHI				FEMMINE			
	N	TO	TS	IC 95%	N	TO	TS	IC 95%
101-Belluno	808	333,4	379,5	(352,3-406,7)	1.245	472,3	258,4	(243,5-273,2)
102-Feltre	538	330,3	378,1	(344,8-411,3)	857	496,4	260,2	(242,1-278,3)
103-Bassano del Grappa	949	270,8	386,6	(360,7-412,4)	1.247	341,4	241,5	(227,8-255,2)
104-Alto Vicentino	1.222	333,2	483,2	(454,2-512,2)	1.557	409,6	299,2	(284,1-314,3)
105-Ovest Vicentino	941	262,6	409,8	(381,4-438,2)	1.233	344,0	262,0	(247,1-276,9)
106-Vicenza	1.673	271,9	379,9	(360,9-398,9)	2.288	354,3	253,7	(243,1-264,3)
107-Pieve di Soligo	1.366	323,1	395,2	(373,4-417,0)	1.908	430,0	263,6	(251,5-275,8)
108-Asolo	1.156	235,0	364,5	(342,3-386,7)	1.635	325,6	245,1	(233,0-257,3)
109-Treviso	1.998	248,5	348,5	(332,4-364,6)	2.845	337,8	237,6	(228,7-246,6)
110-Veneto Orientale	1.157	279,0	375,3	(352,0-398,5)	1.603	365,5	253,4	(240,8-266,0)
112-Veneziana	2.303	407,7	404,9	(388,0-421,8)	3.267	518,4	279,2	(269,4-289,0)
113-Mirano	1.279	245,2	364,7	(343,2-386,2)	1.687	310,2	256,3	(243,9-268,6)
114-Chioggia	379	283,7	356,1	(317,8-394,4)	515	374,0	276,2	(252,0-300,3)
115-Alta Padovana	1.126	224,3	355,1	(333,0-377,1)	1.407	275,7	223,3	(211,4-235,1)
116-Padova	2.589	280,6	349,4	(335,5-363,3)	3.443	343,3	229,9	(222,1-237,7)
117-Este	1.304	361,5	451,3	(425,6-477,0)	1.717	457,1	300,9	(286,4-315,4)
118-Rovigo	1.397	422,1	461,6	(436,6-486,7)	1.853	522,6	302,7	(288,5-316,9)
119-Adria	585	405,0	441,9	(404,7-479,1)	677	446,0	273,8	(252,9-294,7)
120-Verona	2.611	293,0	361,8	(347,5-376,2)	3.608	378,6	236,6	(228,7-244,5)
121-Legnago	933	308,1	406,1	(378,6-433,6)	1.224	393,2	264,1	(249,0-279,3)
122-Bussolengo	1.475	261,1	390,3	(369,3-411,2)	1.885	325,0	268,6	(256,2-280,9)
TOTALE	27.789	293,5	385,6	(380,8-390,3)	37.701	378,4	256,4	(253,8-259,1)

Fonte: SER (Sistema Epidemiologico Regione Veneto).

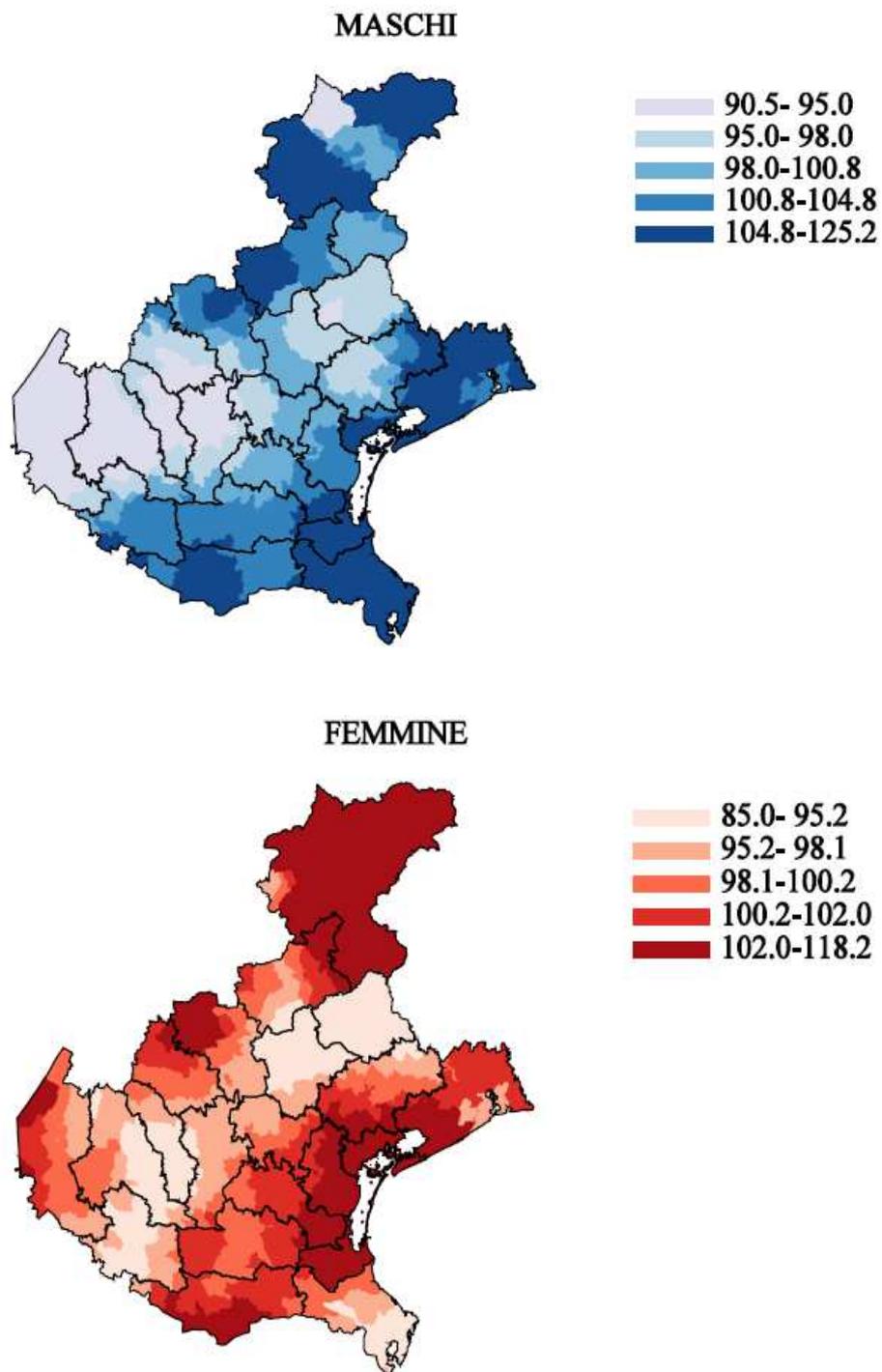
Tabella 3 - Mortalità per malattie croniche delle basse vie respiratorie: numero di decessi (N), tasso osservato (TO) e tasso standardizzato (TS) con intervallo di confidenza al 95% (IC 95%) per ULSS di residenza e sesso (tassi per 100.000 abitanti). Veneto, periodo 2010-2013. Standardizzazione diretta, popolazione standard: Veneto 1° gennaio 2007.

	MASCHI				FEMMINE			
	N	TO	TS	IC 95%	N	TO	TS	IC 95%
101-Belluno	90	37,1	44,1	(34,7-53,6)	125	47,4	27,6	(22,6-32,6)
102-Feltre	59	36,2	47,2	(34,6-59,9)	51	29,5	16,1	(11,5-20,6)
103-Bassano del Grappa	121	34,5	53,4	(43,4-63,3)	56	15,3	11,1	(8,1-14,1)
104-Alto Vicentino	69	18,8	28,1	(21,0-35,2)	50	13,2	9,9	(7,1-12,7)
105-Ovest Vicentino	101	28,2	46,1	(36,4-55,7)	69	19,3	14,9	(11,3-18,5)
106-Vicenza	123	20,0	29,0	(23,7-34,3)	125	19,4	14,0	(11,5-16,6)
107-Pieve di Soligo	132	31,2	38,9	(32,0-45,8)	76	17,1	10,6	(8,1-13,0)
108-Asolo	133	27,0	40,6	(33,4-47,7)	76	15,1	11,2	(8,6-13,8)
109-Treviso	201	25,0	38,8	(33,1-44,4)	150	17,8	12,7	(10,7-14,8)
110-Veneto Orientale	138	33,3	43,0	(35,4-50,6)	79	18,0	12,7	(9,8-15,6)
112-Veneziana	177	31,3	31,4	(26,7-36,2)	163	25,9	14,0	(11,8-16,2)
113-Mirano	126	24,2	40,1	(32,6-47,5)	99	18,2	15,1	(12,1-18,1)
114-Chioggia	44	32,9	40,8	(27,9-53,6)	21	15,2	11,4	(6,5-16,4)
115-Alta Padovana	179	35,7	61,9	(52,3-71,4)	132	25,9	20,7	(17,1-24,3)
116-Padova	280	30,3	39,6	(34,8-44,4)	263	26,2	17,6	(15,5-19,8)
117-Este	130	36,0	46,4	(38,1-54,8)	69	18,4	11,7	(8,9-14,5)
118-Rovigo	111	33,5	37,6	(30,4-44,9)	72	20,3	12,4	(9,4-15,3)
119-Adria	46	31,8	35,6	(24,9-46,2)	25	16,5	9,8	(5,9-13,6)
120-Verona	269	30,2	38,5	(33,7-43,2)	200	21,0	13,4	(11,5-15,3)
121-Legnago	109	36,0	50,6	(40,6-60,6)	56	18,0	12,6	(9,2-16,0)
122-Bussolengo	160	28,3	43,2	(36,2-50,2)	96	16,6	14,1	(11,2-17,0)
TOTALE	2.798	29,5	40,5	(38,9-42,0)	2.053	20,6	14,1	(13,5-14,8)

Fonte: SER (Sistema Epidemiologico Regione Veneto).

In merito ai decessi per patologia neoplastica, la situazione appare facilmente desumibile dalle mappe della mortalità su base comunale realizzate attraverso il metodo non parametrico degli stimatori kernel, che tengono conto non solo del dato di mortalità relativo al singolo comune, ma anche di quanto si è verificato nei comuni limitrofi. Questo perché una mappa applicata ai singoli comuni sarebbe stata di difficile lettura, in quanto l'elevata variabilità dei dati avrebbe portato ad una distribuzione dei colori a "macchia di leopardo" (Figura 1).

Figura 1 - Mortalità per tumori: mappa della mortalità su base comunale; stime kernel del rapporto standardizzato di mortalità. Età <85 anni. Veneto, periodo 2010-2013.



Fonte: SER (Sistema Epidemiologico Regione Veneto).

I dati globali per singola ULSS, riportati in Tabella 4, evidenziano che per le ULSS 7 e 8 i valori inerenti alla popolazione maschile rientrano nelle medie regionali, mentre nel caso delle femmine i valori sono significativamente inferiori.

Tabella 4 - Mortalità per tumori: numero di decessi (N), tasso osservato (TO) e tasso standardizzato (TS) con intervallo di confidenza al 95% (IC 95%) per ULSS di residenza e sesso (tassi per 100.000 abitanti). Veneto, periodo 2010-2013. Standardizzazione diretta, popolazione standard: Veneto 1° gennaio 2007.

	MASCHI				FEMMINE			
	N	TO	TS	IC 95%	N	TO	TS	IC 95%
101-Belluno	944	389,5	389,7	(364,3-415,1)	820	311,1	222,3	(206,6-238,1)
102-Feltre	645	396,0	405,5	(373,6-437,5)	513	297,2	205,6	(186,9-224,3)
103-Bassano del Grappa	1.104	315,0	390,0	(366,3-413,7)	881	241,2	207,6	(193,6-221,6)
104-Alto Vicentino	1.062	289,6	344,4	(323,0-365,9)	897	235,9	202,2	(188,7-215,6)
105-Ovest Vicentino	981	273,8	356,9	(333,4-380,4)	742	207,0	183,4	(170,0-196,8)
106-Vicenza	1.818	295,4	363,0	(345,8-380,2)	1.503	232,8	197,9	(187,7-208,0)
107-Pieve di Soligo	1.422	336,3	367,6	(348,1-387,0)	1.077	242,7	185,9	(174,5-197,4)
108-Asolo	1.386	281,8	378,5	(357,7-399,3)	1.048	208,7	188,1	(176,4-199,7)
109-Treviso	2.479	308,3	376,9	(361,6-392,3)	2.019	239,7	203,9	(194,8-212,9)
110-Veneto Orientale	1.519	366,3	413,0	(391,4-434,5)	1.134	258,6	212,0	(199,4-224,5)
112-Veneziana	2.445	432,9	395,3	(379,4-411,1)	2.144	340,2	227,6	(217,7-237,6)
113-Mirano	1.636	313,7	380,2	(360,9-399,6)	1.224	225,1	200,9	(189,5-212,2)
114-Chioggia	563	421,4	442,2	(404,4-479,9)	396	287,6	229,2	(206,3-252,0)
115-Alta Padovana	1.398	278,4	376,8	(356,3-397,4)	1.078	211,2	199,5	(187,4-211,6)
116-Padova	3.129	339,1	376,9	(363,4-390,4)	2.636	262,9	209,6	(201,4-217,7)
117-Este	1.245	345,2	382,4	(360,6-404,3)	970	258,2	201,4	(188,4-214,4)
118-Rovigo	1.264	381,9	381,8	(360,3-403,2)	1.044	294,4	207,8	(194,7-220,9)
119-Adria	618	427,9	416,3	(382,9-449,7)	407	268,1	192,1	(172,9-211,3)
120-Verona	2.823	316,8	353,1	(339,9-366,4)	2.494	261,7	202,4	(194,2-210,5)
121-Legnago	1.072	354,0	411,3	(385,9-436,7)	755	242,6	193,4	(179,2-207,6)
122-Bussolengo	1.600	283,2	360,8	(342,5-379,1)	1.229	211,9	199,6	(188,3-210,9)
TOTALE	31.153	329,0	378,4	(374,1-382,7)	25.011	251,0	203,9	(201,3-206,5)

Fonte: SER (Sistema Epidemiologico Regione Veneto).

3. STATO DI SALUTE DELLA POPOLAZIONE NEI 12 COMUNI

La popolazione residente nei 12 comuni in cui si è svolta l'indagine al 31.12.2013 superava le 80 mila unità; di cui il 20,8% di età superiore ai 64 anni e il 10,6% di età superiore ai 74 anni. Nel comune di Valdobbiadene gli over 64 sono quasi il 25% e nei comuni di Crocetta del Montello, Refrontolo, Sernaglia della Battaglia, Possagno e Cavaso del Tomba sono circa il 21% (Tabella 5).

Tabella 5 - Popolazione residente nei 12 comuni al 31.12.2013.

Comuni	Totale	di cui:	
		over 64	over 74
Cavaso del Tomba	3.030	21,0%	11,3%
Cornuda	6.262	20,2%	10,7%
Crocetta del Montello	6.117	21,6%	10,5%
Farra di Soligo	9.029	20,0%	10,2%
Moriago della Battaglia	2.814	20,0%	9,8%
Pederobba	7.547	20,1%	9,3%
Pieve di Soligo	12.132	19,2%	9,8%
Possagno	2.178	21,2%	11,2%
Refrontolo	1.786	21,5%	11,5%
Sernaglia della Battaglia	6.298	21,4%	10,7%
Valdobbiadene	10.559	24,7%	13,5%
Vidor	3.796	20,6%	10,8%
Volpago del Montello	10.186	19,5%	9,2%

Fonte: elab. su dati ISTAT

La descrizione della mortalità rappresenta un elemento di grande importanza per la conoscenza dello stato di salute di una popolazione e la base per ulteriori analisi.

Di seguito si riportano i tassi osservati di mortalità (per 100.000 abitanti) nel periodo medio 2009-2013, per tutte le cause, escluse quelle violente, e per le patologie cardiovascolari e respiratorie, della popolazione residente nei 12 comuni³. E' stata considerata la media di un quinquennio per dare consistenza ai numeri troppo piccoli (Tabella 6).

Tabella 6 - Tasso osservato (TO) di mortalità (per 100.000 abitanti) per patologie cardiovascolari e respiratorie e per tutte le cause, escluse le violente, nei residenti nei 12 comuni. Media anni 2009-13.

Comuni	CARDIOVASCOLARE (I00-I99)	MAL. RESPIRATORIE (J00-J99)	TUTTE LE CAUSE, VIOLENTE ESCL.
Cavaso del Tomba	287	60	994
Cornuda	305	51	794
Crocetta del Montello	380	46	958
Farra di Soligo	392	65	935
Moriago della Battaglia	247	78	771
Pederobba	402	69	970
Pieve di Soligo	322	56	761
Possagno	385	45	788
Refrontolo	391	45	815
Sernaglia della Battaglia	267	69	757
Valdobbiadene	464	86	1.254
Vidor	353	58	801

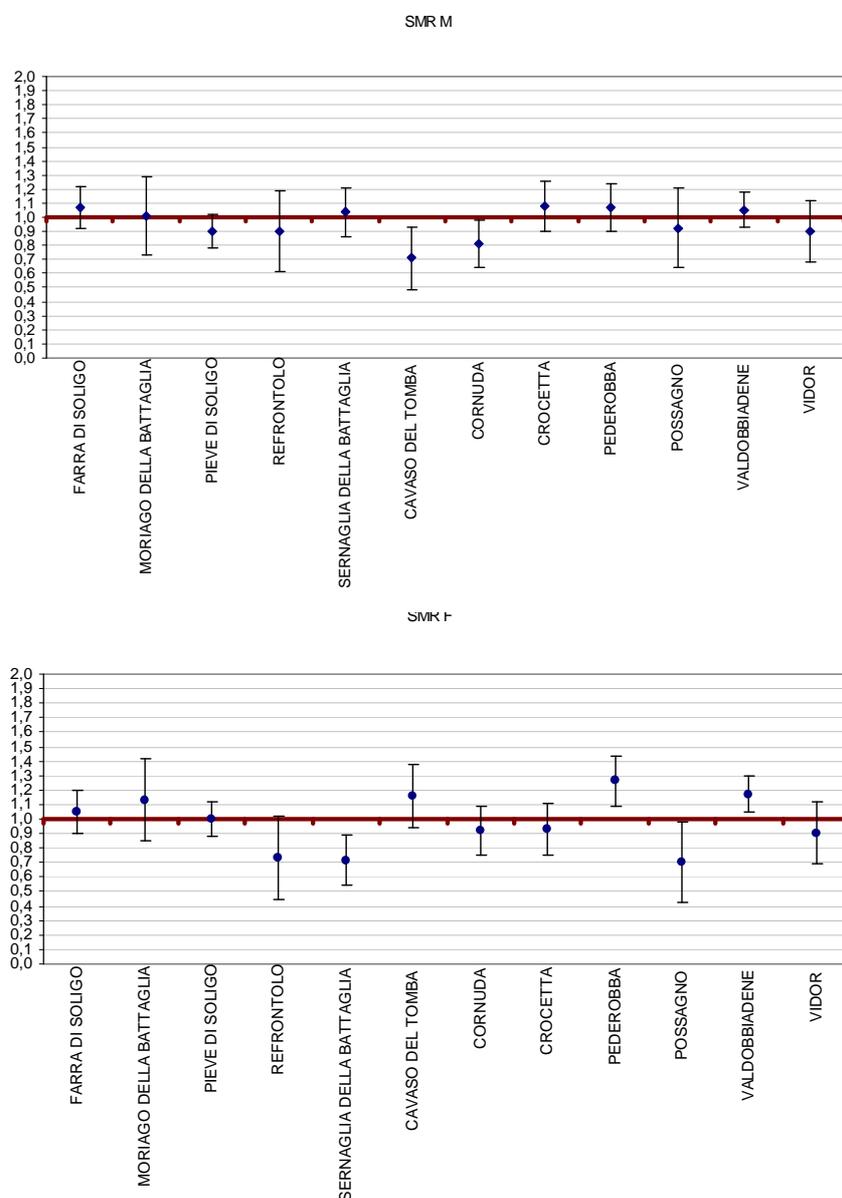
Fonte: elab. su dati Sistema Epidemiologico Regionale

³ Le cause di morte sono classificate a livello internazionale secondo un sistema di codifica denominato ICD (International Classification of Diseases) elaborato dall'OMS; ora viene adottata la decima revisione (ICD 10).

I tassi osservati sono evidentemente influenzati dalla struttura per età della popolazione, in particolare dalla proporzione di anziani, essendo la mortalità strettamente dipendente dall'età. Per ovviare a questo problema ed annullare l'effetto confondente dell'età, si è proceduto alla standardizzazione del tasso osservato utilizzando il metodo indiretto per il calcolo del rapporto standardizzato di mortalità (SMR). E' l'indicatore comparativo di rischio di mortalità più utilizzato, soprattutto quando si hanno entità caratterizzate da numerosità esigue ed è costruito in modo "artificiale" in quanto non corrisponde esattamente al valore reale. Inoltre, per ottenere delle stime di mortalità più stabili, data la numerosità esigua di decessi nei comuni considerati, perché di piccole dimensioni, si sono accorpati i dati relativi ad un quinquennio.

Accanto al rapporto standardizzato di mortalità viene calcolato l'intervallo di confidenza al 95%, illustrato in Figura 2. Esso esprime il *range* di valori entro il quale si colloca il valore dell'SMR con una probabilità pari al 95%⁴. Nel caso in cui l'intervallo di confidenza includa il valore 1, il dato viene considerato "statisticamente non significativo": l'eccesso o il difetto di mortalità osservati potrebbero essere solo effetto del caso e non vi è quindi una differenza statisticamente significativa tra il numero delle morti osservate e il numero delle morti attese sulla base della popolazione standard che, in questo caso, è quella del Veneto nel quinquennio 2009-2013.

Figura 2 - Rapporto standardizzato di mortalità con intervallo di confidenza al 95% (IC 95%) per tutte le cause, escluse quelle violente, e per sesso nei residenti nei 12 comuni. Anni 2009-2013.



⁴ Quando il numero delle morti osservate è maggiore o uguale a 100, si assume che gli SMR abbiano una distribuzione gaussiana; se invece il numero delle morti osservate è inferiore a 100, si assume che gli SMR seguano una distribuzione di Poisson.

Per quanto riguarda i **maschi non ci sono comuni** che presentano un rilevante **eccesso di mortalità** rispetto allo standard regionale, mentre ci sono comuni che hanno una **mortalità inferiore**, come **Cavaso del Tomba** (SMR=0,70; IC95%: 0,51-0,95) e **Cornuda** (SMR=0,81; IC95%: 0,66-0,99) anche se con una significatività debole. Per quanto riguarda le **femmine** si ha un **eccesso di mortalità** nei comuni di **Pederobba** (SMR=1,26; IC95%: 1,09-1,43) e **Valdobbiadene** (SMR=1,17; IC95%: 1,06-1,29) e una **mortalità inferiore** nei comuni di **Possagno** (SMR=0,70; IC95%: 0,51-0,95) e **Sernaglia della Battaglia** (SMR=0,72; IC95%: 0,58-0,85).

4. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SANITARIO DELL'INQUINANTE AMBIENTALE PM10 NEI COMUNI DI FARRA DI SOLIGO, MORIAGO DELLA BATTAGLIA, PEDEROBBA E SERNAGLIA DELLA BATTAGLIA – EFFETTI A BREVE TERMINE SULLA SALUTE DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA

Uno studio di valutazione di rischio consiste nella stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente dannoso in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino.

L'analisi di rischio sanitario-ambientale è attualmente lo strumento più avanzato per valutare i rischi per la salute umana connessi alla presenza di inquinanti nelle matrici ambientali.

Il rischio sanitario è definito come:

$R = E \times T$ dove:

E = Esposizione: definisce la condizione in cui un composto chimico viene a contatto con il recettore ed è il termine che quantifica la probabilità di contatto degli inquinanti con i bersagli;

T = Tossicità di un composto chimico: viene stimata mediante studi scientifici condotti da organismi internazionali, fornita sotto forma di valori di potenziale cancerogeno o di dose massima tollerabile, a seconda che si tratti di una sostanza cancerogena o non cancerogena.

La normativa sanitaria ed in particolare il DPCM 29/11/01 sui livelli di assistenza (LEA) attribuisce alle ASL il compito di tutelare la collettività e i singoli dai rischi connessi agli ambienti di vita, anche in riferimento agli effetti sanitari degli inquinanti ambientali, e di verificare gli effetti sulla salute degli inquinanti atmosferici.

Nel corso del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nell'anno 2012 nel comune di Sernaglia della Battaglia, situata nell'ULSS 7, si è riscontrato un valore medio di Benzo(a)Pirene, nelle polveri inalabili PM10, più alto anche rispetto a quello di Treviso, pertanto è stato effettuato un ulteriore monitoraggio delle concentrazioni di PM10 e IPA, estendendo l'indagine anche ai comuni limitrofi di Farra di Soligo e Moriago della Battaglia, nello stesso periodo invernale (dicembre 2013-gennaio 2014). Nella medesima stagione (gennaio-febbraio 2014) sono stati condotti analoghi campionamenti ambientali anche nel comune di Pederobba, appartenente all'ULSS 8. Ciò ha reso confrontabili i dati raccolti, consentendo uno studio di simulazione del possibile impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico in questi 4 comuni.

4.1. Metodi

Per poter effettuare studi di impatto sanitario a partire dalla conoscenza dei dati sulla qualità dell'aria nelle varie città, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (Centro Europeo sull'Ambiente e la Salute) ha messo a disposizione il pacchetto software AirQ 2.2.3, che fornisce un valido supporto a questa tipologia di indagini. Utilizzando il software suddetto e i dati sanitari e ambientali, abbiamo provato a delineare un primo profilo di rischio per la popolazione dei quattro comuni citati. Dal momento che non si conoscono gli effetti indipendenti di ogni singolo inquinante, è stato necessario individuarne uno solo in grado di descrivere complessivamente l'andamento dell'inquinamento atmosferico.

Il migliore indicatore disponibile in grado di descrivere tale andamento è attualmente il PM10, che presenta una distribuzione spaziale molto ampia e fluttuazioni contenute. L'OMS ritiene che i dati di concentrazione rilevati dalle reti di monitoraggio possano fornire una fotografia realistica dei livelli di esposizione medi⁵.

⁵

O. Mingozzi, Azienda USL di Forlì

L'impatto sulla salute è basato sul concetto di Rischio Attribuibile (RA) definito come la proporzione degli eventi sfavorevoli che in una data popolazione è attribuibile all'esposizione (assumendo l'esistenza di un'associazione causale tra esposizione ed effetto e che non vi siano importanti fattori confondenti in tale associazione).

La formula che permette il calcolo del RA è la seguente:

$$RA = \Sigma \{ [RR(c) - 1] \times p(c) \} / [RR(c) \times p(c)]$$

dove:

RR (c) = Rischio Relativo per un dato effetto dovuto alla concentrazione "c" di esposizione (categoria di esposizione).

P (c) = Proporzione di popolazione esposta alla concentrazione "c" (categoria di esposizione).

Conoscendo l'incidenza di base (tasso osservato per 100.000 abitanti) dell'evento sanitario nella popolazione in esame, il tasso attribuibile all'esposizione può essere calcolato come:

$$IE = I \times RA$$

dove:

IE = tasso osservato dell'evento sanitario attribuibile all'esposizione;

I = tasso osservato dell'evento sanitario nella popolazione in esame.

Sulla base delle dimensioni della popolazione, quindi, il tasso attribuibile all'esposizione può essere convertito in numeri di casi attribuibili:

$$NE = IE \times N$$

dove:

NE = numero di casi stimati attribuibili all'esposizione;

IE = tasso osservato attribuibile all'esposizione;

N = dimensione della popolazione.

Il programma è stato applicato nella valutazione dell'impatto dell'esposizione sui seguenti effetti sanitari:

- **mortalità (numero di morti in un determinato periodo di tempo):** mortalità totale (tutte le cause esclusi gli incidenti); mortalità per malattie cardiovascolari per tutte le età; mortalità per malattie respiratorie per tutte le età;
- **morbosità (numero di casi in un determinato periodo di tempo)** nel caso di **eventi cronici:** ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie e ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari.

Sono stati utilizzati i dati di mortalità riportati nella tabella 6 e quelli di morbosità (ricavati dalle Schede di Dimissione Ospedaliera) indicati nella sottostante tabella 7.

Tabella 7 - Tasso osservato (TO) di ricovero (per 100.000 abitanti) per patologie cardiovascolari e respiratorie nei residenti nei 12 comuni. Media anni 2009-2013.

Comuni	CARDIOVASCOLARE (I00-I99)	MAL. RESPIRATORIE (J00-J99)
Cavaso del Tomba	1.254	761
Cornuda	1.594	842
Crocetta del Montello	1.761	829
Farra di Soligo	861	666
Moriago della Battaglia	643	629
Pederobba	1.369	645
Pieve di Soligo	883	660
Possagno	1.398	932
Refrontolo	1.071	669
Sernaglia della Battaglia	1.071	669
Valdobbiadene	1.424	724
Vidor	1.465	738

Fonte: elab. su dati SDO

Nei comuni di Farra di Soligo, Moriago della Battaglia, Pederobba e Sernaglia della Battaglia, l'ARPAV ha previsto un monitoraggio del PM10 in contemporanea, elemento indispensabile per poter procedere ad una corretta analisi di impatto sanitario, confrontando direttamente i livelli di inquinamento e i rispettivi valori di rischio tra i comuni.

La valutazione dell'impatto sulla salute, una volta inseriti i valori di esposizione per la popolazione sotto indagine, può essere effettuata o utilizzando i valori di rischio relativo (RR) forniti dall'OMS o sostituendo tali valori con quelli specifici relativi alla popolazione sotto studio. Nella presente valutazione sono stati utilizzati i valori di RR suddivisi per intervalli crescenti di PM10 di 10 µg/m³, proposti di *default* e implementati dall'OMS (ricavati dagli studi europei e riportati nella Tabella 8).

Tabella 8 - Valori di Rischio Relativo (IC 95%) ad ogni aumento del PM10 di 10 µg/m³, implementati nel software AirQ e utilizzati per stimare gli effetti sanitari in questo studio.

MORTALITA'	PM10 (MEDIA GIORNALIERA)
tutte le cause	1,0074 (1,0062-1,0086)
malattie cardiovascolari	1,008 (1,005-1,018)
malattie respiratorie	1,012 (1,008-1,037)
MORBOSITA'	
malattie cardiovascolari	1,009 (1,006-1,013)
malattie respiratorie	1,008 (1,0048-1,0112)

I valori di concentrazione utilizzati per la valutazione dell'esposizione delle persone residenti nell'area oggetto di studio sono stati forniti dalle analisi svolte dall'ARPAV condotte con laboratori mobili in 4 postazioni (1 per comune). Le analisi sono state effettuate durante la campagna invernale del periodo dicembre 2013 – febbraio 2014.

L'utilizzo di un numero limitato di giorni di campionamento come rappresentativo di un anno è un'approssimazione che può portare a una sottostima della variabilità delle concentrazioni che si possono verificare in un anno. Tuttavia, nel nostro caso, è più opportuno parlare di sovrastima, dato che si è scelto un periodo con concentrazioni di PM10 molto elevate rispetto all'intero anno solare, anche perché comprensivo del giorno dell'Epifania, quando si accendono numerosi falò. Inoltre, la concentrazione media annuale e media estiva del PM10 sono state assunte pari alla media del periodo invernale studiato; analogamente i valori massimo annuale e massimo estivo sono stati considerati pari al valore massimo invernale.

L'esposizione viene calcolata dal programma AirQ assumendo che le concentrazioni misurate siano rappresentative dell'esposizione media della popolazione residente in ciascuno dei quattro comuni. I dati di concentrazione vengono suddivisi in categorie di esposizione a cui è soggetta la popolazione, ovvero se ad esempio il programma assume che nel 5% dei giorni di campionamento vengono misurate concentrazioni di particolato inferiori a 10 µg/m³, si considera che la popolazione residente sia esposta, durante l'anno, per il 5% del tempo alla corrispondente concentrazione, e così via.

Per il calcolo del rischio attribuibile e del numero dei casi in eccesso è indispensabile scegliere un valore soglia del contaminante atmosferico (PM10).

Un dato molto importante che scaturisce dalla letteratura è che sembra non esserci un valore soglia, una concentrazione cioè al di sotto della quale non si hanno effetti sulla salute.

Uno studio condotto dal centro Europeo per l'Ambiente e la Salute dell'OMS sulle 8 maggiori città italiane (*Health impact assessment of air pollution in the eight major Italian cities*) ha quantificato, in maniera conservativa (scegliendo cioè le più basse stime ricavabili), il numero di alcuni importanti eventi sanitari attribuibili all'inquinamento da PM10. In particolare si evidenzia come partendo dalle attuali concentrazioni medie annuali di PM10 (che nelle 8 città variavano da 44,4 a 53,8 µg/m³) si potrebbero evitare circa 5.000 decessi l'anno e alcune migliaia di altri eventi sanitari, se si riuscisse a raggiungere una concentrazione media annuale di 20 µg/m³ (Martuzzi et al. 2002). Pertanto l'analisi è stata condotta scegliendo come soglia il valore di 20 µg/m³.

Attraverso l'utilizzo del software AirQ si sono stimati gli effetti a breve termine sulla salute della popolazione esposta al PM10 e tramite delle simulazioni è stato calcolato, nel periodo considerato, il numero di decessi e di ricoveri evitabili nella popolazione residente nei quattro comuni, se le concentrazioni dell'inquinante considerato fossero state al di sotto del livello soglia (PM10 = 20 µg/m³).

4.2. Risultati

In Tabella 9 vengono riportate le stime dell'associazione tra inquinamento atmosferico ed effetti dannosi per la salute umana, come calcolato con il software AirQ.

Tabella 9 - Rischio Relativo, Rischio Attribuibile e numero di casi in eccesso in un anno stimati mediante il software AirQ causati da esposizione a breve termine a concentrazioni di PM10 superiori a 20 µg/m³.

PM10 con concentrazione ≥ 20 µg/m ³	Rischi Relativi (IC 95%)	FARRA DI SOLIGO		MORIAGO DELLA BATTAGLIA		PEDEROBBA		SERNAGLIA DELLA BATTAGLIA	
	per ogni incremento di 10 µg/m ³ di PM10	RA% (IC 95%)	N° CASI IN ECCESSO	RA% (IC 95%)	N° CASI IN ECCESSO	RA% (IC 95%)	N° CASI IN ECCESSO	RA% (IC 95%)	N° CASI IN ECCESSO
MORTALITA'									
per tutte le cause (escluse violente)	1,0074 ^(a) 1,0062-1,0086	1,6 1,4-1,9	1,4 1,1-1,6	1,8 1,5-2,1	0,4 0,4-0,5	0,4 0,3-0,5	0,2 0,2-0,3	2,8 2,4-3,2	1,3 1,1-1,5
per malattie cardiovascolari	1,008 ^(b) 1,005-1,018	1,7 1,1-3,8	0,6 0,4-1,4	2,0 1,2-4,3	0,1 0,1-0,3	0,4 0,3-1,0	0,1 0,1-0,2	3,0 1,9-6,5	0,5 0,3-1,0
per malattie app. respiratorio	1,012 ^(b) 1,008-1,037	2,6 1,7-7,6	0,2 0,1-0,4	2,9 2,0-8,5	0,1 0,0-0,2	0,7 0,4-2,0	0,0 0,0-0,1	4,5 3,0-12,6	0,2 0,1-0,5
RICOVERI PER MALATTIE									
cardiovascolari	1,009 ^(a) 1,006-1,013	2,0 1,3-2,8	1,5 1,0-2,2	2,2 1,5-3,1	0,4 0,3-0,6	0,5 0,3-0,7	0,4 0,3-0,6	3,4 2,3-4,8	2,2 1,5-3,1
app. respiratorio	1,008 ^(a) 1,0048-1,0112	1,7 1,1-2,4	1,0 0,6-1,4	2,0 1,2-2,7	0,4 0,2-0,5	0,4 0,3-0,6	0,2 0,1-0,2	3,0 1,8-4,2	1,2 0,7-1,7

(a) alto livello di certezza della stima

(b) livello medio di certezza della stima

Il concetto di *attribuibile* esprime, attraverso il parametro Rischio Attribuibile (RA), la proporzione di casi di morte e di malattia attribuibili all'esposizione al fattore di rischio in esame. In altri termini, definisce la proporzione di casi eliminabili rimuovendo il fattore di rischio stesso. Le stime degli effetti a breve termine (entro un anno) rappresentano mortalità e morbosità che potrebbero essere evitate "immediatamente" se i livelli di inquinamento fossero ridotti al di sotto dei valori soglia indicati.

I risultati della valutazione di impatto sanitario mostrano che ogni anno nei 4 comuni indagati sono complessivamente attribuibili a concentrazioni di PM10 superiori a 20 µg/m³ circa 3,3 decessi per tutte le cause (escluse le violente), dei quali 1,3 per cause cardiache e 0,5 per cause respiratorie. Il range della frazione attribuibile va da un minimo di 0,4% del Comune di Pederobba ad un massimo di 2,8% del Comune di Sernaglia dato che i due comuni hanno rispettivamente la più bassa e la più alta concentrazione media di PM10 nel periodo osservato.

Inoltre, ogni anno nei 4 comuni indagati sono complessivamente attribuibili a concentrazioni di PM10 superiori a 20 µg/m³ circa 4,5 ricoveri ospedalieri per cause cardiache e 2,8 ricoveri per cause respiratorie.

Si tratta evidentemente di eccessi di mortalità e di morbosità di significato numerico "contenuto", ad ampio livello di incertezza epidemiologica e a derivazione da stime di rischio in condizioni massimali (ampiamente superiori, quindi, alla concretezza reale).

5. CONCLUSIONI

La letteratura scientifica è da tempo concorde nell'attribuzione di effetti sanitari negativi all'inquinamento atmosferico. Poiché gli studi epidemiologici non consentono di assegnare con esattezza gli effetti di mortalità e morbosità ad un singolo inquinante outdoor, ne viene generalmente selezionato uno solo, ritenuto un valido indicatore di esposizione, per effettuare la stima dei casi attribuibili: il PM10.

E' necessario sottolineare che i dati ARPAV utilizzati nella presente analisi riguardano la stagione invernale. In questo periodo, in genere, i livelli di materiale particolato aerodisperso sono maggiori, tanto più che il monitoraggio è stato condotto anche durante il giorno dell'Epifania, in cui si registrano concentrazioni elevate di inquinamento atmosferico legate alla tradizionale accensione di falò. Questi valori sono stati considerati rappresentativi di tutto l'anno solare, scelta cautelativa, ma foriera di una possibile sovrastima di eventi sanitari avversi attribuibili. Il livello di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, più restrittivo rispetto a quanto previsto dalla vigente normativa italiana sul PM10, è stato scelto per l'elaborazione dei dati in quanto valore limite su base annua per la protezione della salute umana indicato dalle linee guida dell'OMS per la qualità dell'aria. In effetti, il recente riconoscimento della cancerogenicità dell'inquinamento atmosferico e del materiale particolato nello specifico, non consente di individuare un livello al di sotto del quale il rischio di effetti sanitari negativi per la popolazione esposta sia inesistente. Pertanto i limiti di concentrazione di PM10 aerodisperso fissati per legge, in Italia pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sono "limiti di danno alla salute" che la società è disposta ad accettare.

Va precisato che la presente valutazione rappresenta in ogni caso uno studio di simulazione; infatti, anche se parte da dati reali di concentrazione degli inquinanti nel territorio in esame, applica i valori di rischio relativo definiti dall'OMS basandosi su studi epidemiologici effettuati su popolazioni diverse da questa.

Come già riportato nel capitolo precedente dedicato ai risultati, appare evidente che la stima di eccesso di mortalità e di morbosità applicata ai comuni oggetto dell'indagine non configura una situazione meritevole di politiche di contenimento ad adozione immediata. Cionondimeno, il quadro complessivo messo in luce raccomanda attenzione, iniziative di contenimento delle emissioni applicate alle fonti più rilevanti (in primis riscaldamento domestico e traffico veicolare), mantenimento del monitoraggio, ulteriore approfondimento di eventuali dettagli epidemiologici e iniziative di educazione sanitaria e di promozione della salute finalizzate alla fattispecie. Tutto ciò in piena congruenza con le raccomandazioni regionali, nazionali e internazionali sulla materia.

BIBLIOGRAFIA

Andersen ZJ, Bønnelykke K, Hvidberg M, Jensen SS, Ketzel M, Loft S, Sørensen M, Tjønneland A, Overvad K, Raaschou-Nielsen O. Long-term exposure to air pollution and asthma hospitalisations in older adults: a cohort study. (2012). *Thorax*. 67(1):6-11.

Anderson HR, Spix C, Medina S, Schouten JP, Castellsague J, Rossi G, Zmirou D, Touloumi G, Wojtyniak B, Ponka A, Bacharova L, Schwartz J, Katsouyanni K. Air pollution and daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project. (1997). *Eur Respir J*. 10(5):1064-1071.

Baccini M, Biggeri A, Gruppo collaborativo EpiAir2. Impatto a breve termine dell'inquinamento dell'aria nelle città coperte dalla sorveglianza epidemiologica EpiAir2. (2013). *Epidemiol Prev*. 37(4-5):252-262.

Biggeri A, Bellini P, Terracini B. Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico – MISA 1996-2002. (2004). *Epidemiol Prev*. 28(4-5):S1-100.

Brunekreef B, Beelen R, Hoek G, Schouten L, Bausch-Goldbohm S, Fischer P, Armstrong B, Hughes E, Jerrett M, van den Brandt P. (2009). Effects of long-term exposure to traffic-related air pollution on respiratory and cardiovascular mortality in the Netherlands: the NLCS-AIR study. *Res Rep Health Eff Inst*. 139:5-71; discussion 73-89.

Dominici F, Peng RD, Bell ML, Pham L, McDermott A, Zeger SL, Samet JM. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. (2006). *JAMA*. 295(10):1127-1134.

Dong G-H, Zhang P, Sun B, Zhang L, Chen X, Ma N, Yu F, Guo H, Huang H, Lee Y L, Tang N, Chen J. (2012). Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Respiratory Disease Mortality in Shenyang, China: A 12-Year Population-Based Retrospective Cohort Study. *Respiration*. 84:360–368.

Forastiere F, Stafoggia M, Berti G, Bisanti L, Cernigliaro A, Chiusolo M, Mallone S, Miglio R, Pandolfi P, Rognoni M, Serinelli M, Tessari R, Vigotti M, Peruccia CA. Particulate Matter and Daily Mortality. A Case-Crossover Analysis of Individual Effect Modifiers. (2008). *Epidemiology*. 19: 571–580.

Heinrich J, Thiering E, Rzehak P, Krämer U, Hochadel M, Rauchfuss K M, Gehring U, Wichmann H-E. (2013). Long-term exposure to NO₂ and PM₁₀ and all-cause and cause-specific mortality in a prospective cohort of women. *Occup Environ Med*. 70:179–186.

Hoffmann B, Weinmayr G, Hennig F, Fuks K, Moebus S, Weimar C, Dragano N, Hermann DM, Kälsch H, Mahabadi AA, Erbel R, Jöckel KH. Air quality, stroke, and coronary events: results of the Heinz Nixdorf Recall Study from the Ruhr Region. (2015). *Dtsch Arztebl Int*. 20;112(12):195-201.

Hwang BF, Chen YH, Lin YT, Wu XT, Leo Lee Y. Relationship between exposure to fine particulates and ozone and reduced lung function in children. (2015). *Environ Res*. 137:382-390.

IARC, International Agency for Research on Cancer. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. 17 October 2013. Press release N°221.

Janssen NAH, Fischer P, Marra M, Ameling C, Cassee FR. Short-term effects of PM_{2.5}, PM₁₀ and PM_{2.5–10} on daily mortality in the Netherlands. (2013). *Sci Total Environ*. 463-464:20-26.

Jerrett M, Burnett RT, Pope CA 3rd, Ito K, Thurston G, Krewski D, Shi Y, Calle E, Thun M. (2009). Long-Term Ozone Exposure and Mortality. *N Engl J Med*. 360;11:1085-1095.

- Lai HK, Tsang H, Wong CM. Meta-analysis of adverse health effects due to air pollution in Chinese populations. (2013). *BMC Public Health*. 13:360.
- Li MH, Fan LC, Mao B, Yang JW, Choi AM, Cao WJ, Xu JF. Short Term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter (PM2.5) Increases Hospitalizations and Mortality of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. (2015). *Chest*. doi: 10.1378/chest.15-0513. [Epub ahead of print].
- Lu F, Zhou L, Xu Y, Zheng T, Guo Y, Wellenius GA, Bassig BA, Chen X, Wang H, Zheng X. Short-term effects of air pollution on daily mortality and years of life lost in Nanjing, China. (2015). *Sci Total Environ*. 536:123-129.
- Martuzzi M, Galassi C, Ostro B, Forastiere F, Bertollini R. Health impact assessment of air pollution in the eight major Italian cities. (2002). World Health Organization Europe.
- Medina-Ramón M, Zanobetti A, Schwartz J. The effect of ozone and PM10 on hospital admissions for pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease: a national multicity study. (2006). *Am J Epidemiol*. 163(6):579-588.
- Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL, Kaufman JD. Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. (2007). *N Engl J Med*. 356(5):447-458.
- Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, Samoli E, Stafoggia M, Weinmayr G, Hoffmann B, Fischer P, Nieuwenhuijsen MJ, Brunekreef B, Xun WW, Katsouyanni K, Dimakopoulou K, Sommar J, Forsberg B, Modig L, Oudin A, Oftedal B, Schwarze PE, Nafstad P, De Faire U, Pedersen NL, Ostenson CG, Fratiglioni L, Penell J, Korek M, Pershagen G, Eriksen KT, Sørensen M, Tjønneland A, Ellermann T, Eeftens M, Peeters PH, Meliefste K, Wang M, Bueno-de-Mesquita B, Key TJ, de Hoogh K, Concin H, Nagel G, Vilier A, Gironi S, Krogh V, Tsai MY, Ricceri F, Sacerdote C, Galassi C, Migliore E, Ranzi A, Cesaroni G, Badaloni C, Forastiere F, Tamayo I, Amiano P, Dorronsoro M, Trichopoulou A, Bamia C, Vineis P, Hoek G. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). (2013). *Lancet Oncol*. 14(9):813-822.
- Sarno G, Maio S, Simoni M, Baldacci S, Cerrai S, Viegi G. Inquinamento atmosferico e salute umana. (2013). *Epidemiol Prev*. 37(4-5) suppl 2:1-86.
- Scarinzi C, Alessandrini ER, Chiusolo M, Galassi C, Baldini M, Serinelli M, Pandolfi P, Bruni A, Biggeri A, De Togni A, Carreras G, Casella C, Canova C, Randi G, Ranzi A, Morassuto C, Cernigliaro A, Giannini S, Lauriola P, Minichilli F, Gherardi B, Zauli-Sajani S, Stafoggia M, Casale P, Gianicolo EA, Piovesan C, Tominz R, Porcaro L, Cadum E; Gruppo collaborativo EpiAir2. Air pollution and urgent hospital admissions in 25 Italian cities: results from the EpiAir2 project. (2013). *Epidemiol Prev*. 37(4-5):230-241.
- Schikowski T, Sugiri D, Ranft U, Gehring U, Heinrich J, Wichmann HE, Krämer U. Long-term air pollution exposure and living close to busy roads are associated with COPD in women. (2005). *Respir Res*. 22:6:152.
- WHO, World Health Organization. Fact sheet N°313.