

DUFERCO SVILUPPO S.P.A.

SITO DI NAVE (BS)



PROGETTO DI INSTALLAZIONE IMPIANTO PEAKER PER BILANCIAMENTO RETE ELETTRICA VALUTAZIONE DI IMPATTO SANITARIO

Rev. 0



Dr. Luca Bonetti


Dr. Riccardo Monzani



Dr. Ing. Giancarlo Fruttuoso

Brescia, Ottobre 2019



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	4
3. METODOLOGIA	5
4. DESCRIZIONE DEL TERRITORIO	7
4.1. INDIVIDUAZIONE DELL'AREA GEOGRAFICA D'IMPATTO POTENZIALE	7
4.2. POPOLAZIONE POTENZIALMENTE ESPOSTA.....	8
4.2.1. ANDAMENTO E DISTRIBUZIONE DEMOGRAFICA.....	8
4.2.2. STRUTTURA PER ETÀ.....	27
4.2.3. INDICATORI DEMOGRAFICI.....	31
4.3. RECETTORI	35
4.4. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	37
4.4.1. OSSIDI DI AZOTO	37
4.4.2. MONOSSIDO DI CARBONIO	40
4.4.3. PARTICOLATO ATMOSFERICO AERODISPERSO: PM10 E PM2,5	42
4.4.4. QUALITÀ DELL'ARIA NELLE CENTRALINE POSTE NELL'INTORNO DEL SITO.....	46
4.4.4.1. BIOSSIDO DI AZOTO	49
4.4.4.2. MONOSSIDO DI CARBONIO	52
4.4.4.3. POLVERI (PM10 E PM2.5)	55
5. DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI.....	58
5.1. STUDIO DELLE RICADUTE.....	58
5.1.1. OSSIDI DI AZOTO	62
5.1.2. MONOSSIDO DI CARBONIO	63
5.1.3. AMMONIACA	65
5.1.4. PARTICOLATO SECONDARIO	67
5.2. STIMA DELLE ALTERAZIONI PREVISTE NELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA DEGLI INQUINANTI.....	70
5.2.1. OSSIDI DI AZOTO	71
5.2.2. MONOSSIDO DI CARBONIO	72
5.2.3. AMMONIACA	73
5.2.4. PARTICOLATO SECONDARIO	74
6. INDIVIDUAZIONE DEGLI INDICATORI SANITARI	76

7.	DESCRIZIONE DELLO STATO DELLA SALUTE ANTE OPERAM DELLA POPOLAZIONE .	81
7.1.	DATI ISTAT – BANCA DATI HEALTH FOR ALL (HFA) ITALIA	81
7.2.	DATI ATS BRESCIA.....	90
8.	VALUTAZIONE DELL’IMPATTO SANITARIO	91
8.1.	RISK ASSESSEMENT TOSSICOLOGICO	91
8.1.1.	INQUINANTI NORMATI DAL D. LGS. 155/2010	92
8.1.2.	INQUINANTI NON NORMATI DAL D. LGS. 155/2010	93
8.1.3.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO CUMULATO	93
8.2.	HEALTH IMPACT ASSESSMENT EPIDEMIOLOGICO	95
8.3.	VALUTAZIONE DI ALTRI DETERMINANTI DI SALUTE.....	100
9.	DESCRIZIONE DEL MONITORAGGIO POST OPERAM.....	102
10.	CONCLUSIONI	102

INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 01 – ELABORAZIONE INDICATORI SANITARI A LIVELLO COMUNALE – FONTE ATS BRESCIA

1. PREMESSA

La società Duferco Sviluppo S.p.A. intende realizzare, presso il proprio stabilimento localizzato nel comune di Nave (BS), un nuovo impianto di produzione di energia elettrica (impianto peaker per il bilanciamento della rete elettrica).

Il progetto prevede la realizzazione di una centrale elettrica alimentata a gas naturale, da mettere a disposizione del gestore di rete per garantire la sicurezza della rete stessa a fronte delle specificità rinvenienti dalla gestione dell'energia proveniente da fonti rinnovabili. La configurazione base scelta è quella di una centrale composta da 2 turbine aeroderivate, alimentate a gas naturale, indipendenti l'una dall'altra, dalla potenza complessiva pari a 130 MWe, aventi le caratteristiche di poter far fronte alla necessità di sostenere la rete in tempi ridotti rispetto all'insorgenza della necessità.

Nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale presentata per il progetto di tale impianto peaker, la Duferco ha sottoposto al Ministero dell'Ambiente una Analisi della Componente salute pubblica.

Lo studio degli effetti sulla salute ha seguito le linee guida (DGR 8 febbraio 2016 - n. X/4792) predisposte per l'analisi della componente salute pubblica negli studi di impatto ambientale dalla Regione Lombardia quale aggiornamento delle linee guida precedenti (DGR 1266/2014) e tiene conto delle Linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale e sanitario nelle procedure di autorizzazione ambientale prodotte dall'ISPRA nell'Aprile 2015.

A fronte di tale elaborato, nell'ambito dell'istruttoria attivata dalla Direzione Valutazioni Ambientali del Ministero dell'Ambiente per la valutazione di tale progetto, l'Istituto Superiore di Sanità con nota Prot. 0003310 del 11.02.2019, a prescindere da valutazioni sui contenuti di merito, ha richiesto che tale studio venga riarticolato:

- Tenendo conto delle Linee Guida elaborate e pubblicate nel 2017 (Rapporto Istisan 17/04) dall'Istituto Superiore di Sanità secondo quanto previsto dalla Legge n. 221 del 28 dicembre 2015.
- Tenendo conto delle indicazioni contenute nella relazione finale del progetto CCM "Valutazione di Impatto sulla Salute. Linee Guida e strumenti per valutatori e proponenti t4HIA", che declina aspetti operativi utili alla redazione di uno studio di impatto sulla salute all'interno delle procedure di VIA.

- Tenendo conto del documento descrivente le nuove Linee Guida VIS prodotte dall'ISS nel dicembre 2018, redatte a norma del D. Lgs 104 del 16 luglio 2017 ed approvato con Decreto del Ministero della Salute del 27 marzo 2019 (pubblicato sulla G.U. n. 126 del 31.05.2019).

La presente relazione tecnica è stata predisposta in ragione di quanto sopra e rappresenta lo studio di Valutazione di Impatto Sanitario del progetto in esame.

2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione all'interno della installazione IPPC di Nave della società Duferco Sviluppo Srl di un nuovo impianto per la produzione di energia elettrica destinata ad operare sul costituendo Mercato della Capacità, per fornire servizi di regolazione e bilanciamento della rete elettrica.

Il presente progetto si inquadra nel campo energetico ed ambientale. La recente evoluzione del sistema elettrico italiano è stata caratterizzata da una forte penetrazione delle energie rinnovabili, una riduzione della disponibilità termoelettrica e dell'importazione (in special modo dalla Francia) unitamente alla riduzione della domanda, dovuta al calo della produzione industriale e all'efficientamento dei consumi.

L'unione di questi fenomeni, e la prospettiva di evoluzione in questa direzione, fanno sì che la percentuale di energia da fonte non programmabile, stia diventando sempre più importante. Se da un lato questo fenomeno è positivo, per tutta una serie di ricadute sociali ed ambientali, dall'altro pone forti problematiche al gestore di rete, che si trova costretto a far fronte a sbilanciamenti sempre più frequenti tra domanda ed offerta.

Il progetto in questione si pone come obiettivo la realizzazione di una centrale elettrica alimentata a gas naturale, utilizzando tecnologie di ultimissima generazione, da mettere a disposizione del gestore di rete che si trova costretto a far fronte a sbilanciamenti sempre più frequenti.

La configurazione base scelta, sarà composta da n. 2 turbine aeroderivate, alimentate a gas naturale, operanti in modo indipendente l'una dall'altra, dalla potenza complessiva pari a 130 MWe.

All'interno dell'area industriale è stato individuato un capannone in calcestruzzo armato prefabbricato, attualmente adibito a diverse funzioni ausiliarie alla produzione (officina meccanica, magazzino, rimessa automezzi).

L'edificio è situato nella zona centrale dello stabilimento, tra il capannone treno travi ed il capannone treno vergella, a ridosso del monte che delimita l'area di stabilimento a sud.

3. METODOLOGIA

Ai fini della redazione del presente documento sono state prese a riferimento le Linee Guida adottate con **Decreto del Ministero della Salute 27 marzo 2019** concernenti la "Valutazione di impatto sanitario (VIS)", di cui all'articolo 5, comma 1, lettera b -bis), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni e integrazioni.

Tali linee guida, prodotte dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nel dicembre del 2018, sono *"un aggiornamento sia di quanto pubblicato nel "Rapporto Istisan 17/4" dell'Istituto superiore di sanità, sia di quanto prodotto nel progetto "CCM - Valutazione di Impatto sulla Salute Linee Guida e strumenti per valutatori e proponenti - t4HIA" del Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie del Ministero della salute"*.

Le linee guida descrivono dal punto di vista metodologico le varie fasi che caratterizzano una Valutazione di Impatto Sanitario.

La fase di *"screening"* prevede l'identificazione della popolazione esposta (cfr. § 4.2), la predisposizione del profilo di salute della popolazione identificata di tipo generale per i grandi gruppi di patologie (cfr. § 7) e la valutazione degli impatti generati dall'opera in esame (cfr. § 5)

La fase di *"scoping"* prevede la necessità, oltre alla identificazione e caratterizzazione dell'area interessata ed alla identificazione dei fattori di rischio già presenti (§4.1 e 4.4), di individuare degli indicatori di salute appropriati e di *"aggiungere al profilo di salute generale, un profilo di salute specifico associabile agli inquinanti d'interesse post operam"*: unendo le indicazioni della fase di screening e di quella di scoping, si tratta di prendere a riferimento opportuni indicatori sanitari finalizzati alla valutazione dello stato di salute *ante operam* (ovvero la valutazione dello stato di salute delle popolazioni che risiedono nel territorio potenzialmente interessato dalle ricadute dell'opera in progetto prima della realizzazione dell'opera stessa), prendendo in esame sia patologie di tipo generale che patologie di tipo specifico in relazione all'opera in valutazione (cfr. § 7).

La fase di “*assessment*” ha l’obiettivo di quantificare i potenziali impatti sulla salute, definendo anche la loro relativa importanza in termini di magnitudo e verosimiglianza; si concretizza nella valutazione del rischio sanitario associato all’esposizione gli inquinanti emessi dall’opera in progetto, effettuata con un approccio di tipo tossicologico ed epidemiologico (cfr. § 8).

4. DESCRIZIONE DEL TERRITORIO

4.1. INDIVIDUAZIONE DELL'AREA GEOGRAFICA D'IMPATTO POTENZIALE

Ai fini della definizione dell'area geografica da considerare per la valutazione dell'impatto sanitario del progetto sono stati presi a riferimento gli esiti dello studio delle ricadute degli inquinanti che saranno emessi dalla nuova centrale (cfr. § 5.1), includendo nell'area di indagine tutte le porzioni di territorio nell'intorno del sito di Nave dove sono prevedibili ricadute significative di NO_x, CO e NH₃ nello scenario "futuro" (a valle della realizzazione della centrale in progetto).

L'area così definita si estende nell'intorno del sito per un raggio equivalente medio di circa 3 km, ed interessa il territorio del Comune di Nave, parte del territorio del Comune di Botticino (località San Gallo) e parte del territorio del Comune di Serle (nelle vicinanze di località Castello); le aree interessate non sono equidistanti dal sito ma, sulla base delle mappe di ricaduta, sono significativamente decentrate in direzione S/SE.

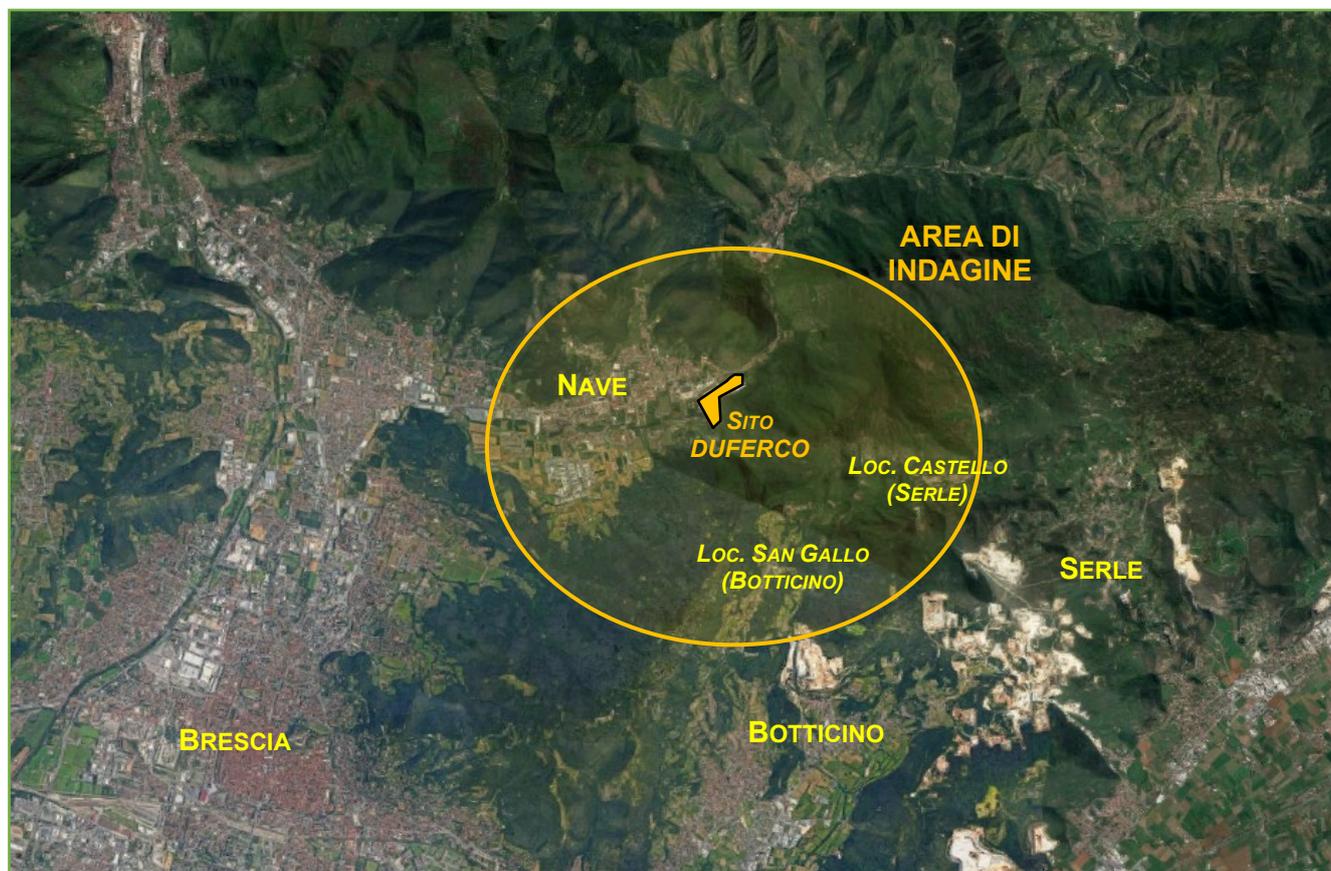


Figura 1 - Perimetro di massima dell'area di indagine.

4.2. POPOLAZIONE POTENZIALMENTE ESPOSTA

Come riportato nel paragrafo precedente, le valutazioni in merito alla stima delle alterazioni previste nello scenario futuro nelle concentrazioni in aria degli inquinanti attese a valle della realizzazione del progetto mostra che l'area dove è situata la popolazione potenzialmente esposta include il territorio del Comune di Nave e, in parte, dei limitrofi Comuni di Botticino (in particolare località San Gallo) e Serle.

Nel presente paragrafo si riporta una disamina delle informazioni disponibili in merito alla numerosità, distribuzione ed indicatori demografici relativi alla popolazione residente nelle aree ove si potranno avere ricadute di inquinanti emessi dalla centrale in progetto.

I dati riportati nei seguenti sottoparagrafi sono stati acquisiti dalle specifiche banche dati ISTAT e sono aggiornati alla data del 01.01.2019; merita sottolineare che il dettaglio di tali dati demografici è disponibile unicamente a livello comunale, pertanto include una popolazione sicuramente maggiore di quella effettivamente interessata, in modo particolare per i comuni dei quali sono inclusi nell'area di ricaduta solo alcune frazioni (Botticino e Serle).

4.2.1. ANDAMENTO E DISTRIBUZIONE DEMOGRAFICA

Nelle figure delle pagine successive si riportano, per ognuno dei tre comuni interessati, i grafici con l'andamento e la distribuzione demografica della popolazione residente nel territorio comunale nel periodo compreso tra il 2001 ed il 2018; tutti i grafici e le statistiche sono elaborati a partire da dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno (fonte: *tuttitalia.it*).

- NAVE**



Figura 2 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Nave 2001-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio della variazione della popolazione residente al 31 dicembre di ogni anno; vengono riportate ulteriori due righe con i dati rilevati il giorno dell'ultimo censimento della popolazione e quelli registrati in anagrafe il giorno precedente.

Anno	Data rilevamento	Popolazione residente	Variazione assoluta	Variazione percentuale	Numero Famiglie	Media componenti per famiglia
2001	31 dicembre	10.469	-	-	-	-
2002	31 dicembre	10.575	+106	+1,01%	-	-
2003	31 dicembre	10.712	+137	+1,30%	4.045	2,64
2004	31 dicembre	10.798	+86	+0,80%	4.136	2,60
2005	31 dicembre	10.802	+4	+0,04%	4.190	2,57
2006	31 dicembre	10.860	+58	+0,54%	4.229	2,56
2007	31 dicembre	10.906	+46	+0,42%	4.276	2,54
2008	31 dicembre	10.952	+46	+0,42%	4.383	2,49
2009	31 dicembre	11.012	+60	+0,55%	4.436	2,47
2010	31 dicembre	11.142	+130	+1,18%	4.502	2,47
2011 (*)	8 ottobre	11.121	-21	-0,19%	4.527	2,45
2011 (²)	9 ottobre	10.957	-164	-1,47%	-	-
2011 (³)	31 dicembre	10.949	-193	-1,73%	4.541	2,40
2012	31 dicembre	11.009	+60	+0,55%	4.588	2,39
2013	31 dicembre	11.070	+61	+0,55%	4.584	2,41
2014	31 dicembre	11.054	-16	-0,14%	4.576	2,41
2015	31 dicembre	11.029	-25	-0,23%	4.590	2,39
2016	31 dicembre	10.922	-107	-0,97%	4.593	2,37
2017	31 dicembre	10.843	-79	-0,72%	4.594	2,35
2018	31 dicembre	10.790	-53	-0,49%	4.608	2,33

Tabella 1 - Andamento demografico del Comune di Nave 2001-2018

^[1] popolazione anagrafica al 8 ottobre 2011, giorno prima del censimento 2011. ^[2] popolazione censita il 9 ottobre 2011, data di riferimento del censimento 2011. ^[3] la variazione assoluta e percentuale si riferiscono al confronto con i dati del 31 dicembre 2010.

La popolazione residente a Nave al Censimento 2011, rilevata il giorno 9 ottobre 2011, è risultata composta da 10.957 individui, mentre alle Anagrafi comunali ne risultavano registrati 11.121.

Si è, dunque, verificata una differenza negativa fra popolazione censita e popolazione anagrafica pari a 164 unità (-1,47%). Per eliminare la discontinuità che si è venuta a creare fra la serie storica della popolazione del decennio intercensuario 2001-2011 con i dati registrati in Anagrafe negli anni successivi, si ricorre ad operazioni di ricostruzione intercensuaria della popolazione. I grafici e le tabelle qui riportati sono relativi ai dati effettivamente registrati in Anagrafe.

Nel grafico seguente si riportano le variazioni annuali della popolazione di Nave espresse in % a confronto con le variazioni della popolazione della provincia di Brescia e della regione Lombardia.

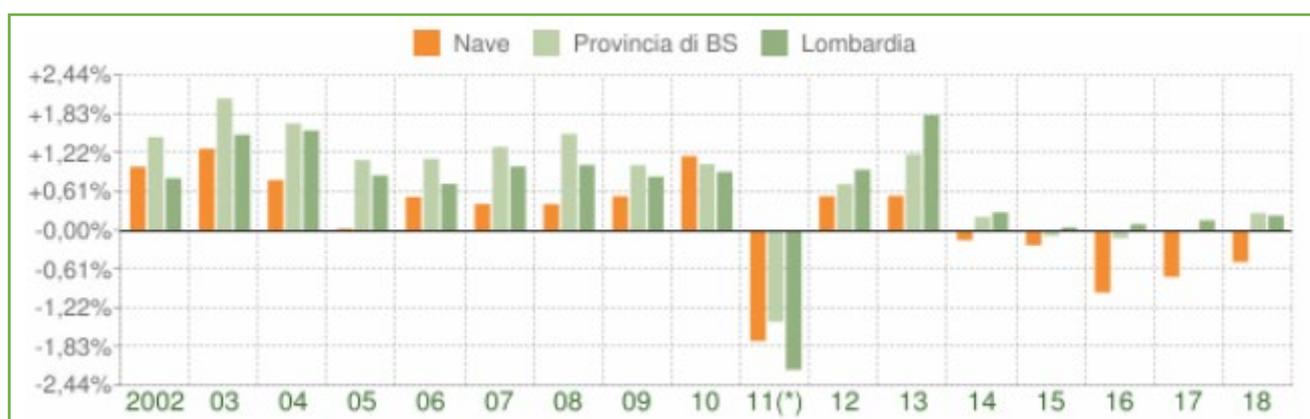


Figura 3 - Variazione della popolazione residente 2002-2018 - Comune di Nave.

Il grafico in basso visualizza il numero dei trasferimenti di residenza da e verso il comune di Nave negli ultimi anni. I trasferimenti di residenza sono riportati come *iscritti* e *cancellati* dall'Anagrafe del comune. Fra gli iscritti, sono evidenziati con colore diverso i trasferimenti di residenza da altri comuni, quelli dall'estero e quelli dovuti per altri motivi (ad esempio per rettifiche amministrative).

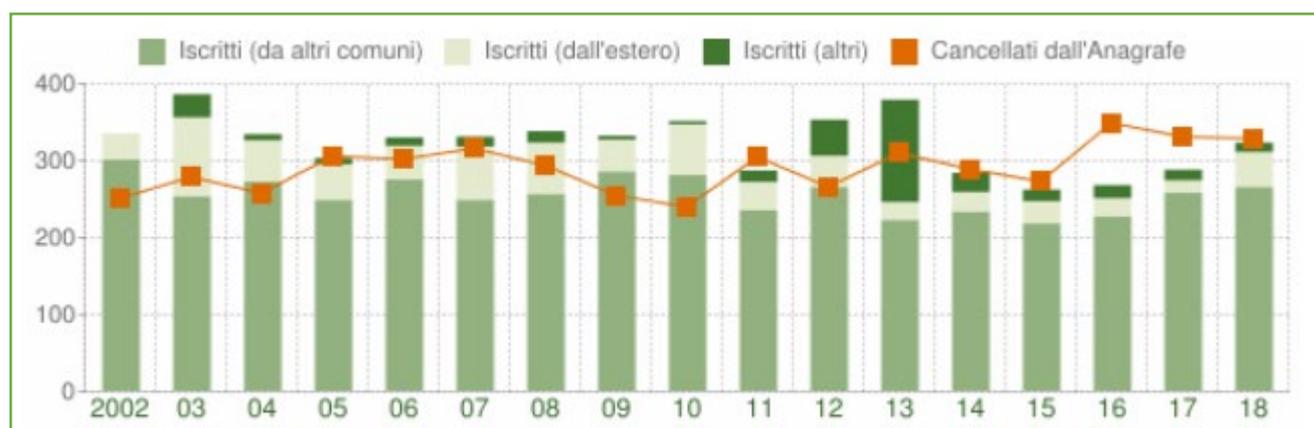


Figura 4 - Trasferimenti di residenza da e verso il comune di Nave 2002-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio del comportamento migratorio dal 2002 al 2018. Vengono riportate anche le righe con i dati ISTAT rilevati in anagrafe prima e dopo l'ultimo censimento della popolazione.

Anno 1 gen-31 dic	Iscritti			Cancellati			Saldo Migratorio con l'estero	Saldo Migratorio totale
	DA altri comuni	DA estero	per altri motivi (*)	PER altri comuni	PER estero	per altri motivi (*)		
2002	300	34	0	248	3	0	+31	+83
2003	253	102	30	260	1	18	+101	+106
2004	272	53	8	232	4	22	+49	+75
2005	248	46	8	278	4	24	+42	-4
2006	275	43	11	283	1	18	+42	+27
2007	248	69	13	298	3	15	+66	+14
2008	256	66	15	282	2	10	+64	+43
2009	285	41	5	218	8	29	+33	+76
2010	280	66	4	230	4	6	+62	+110
2011 ⁽¹⁾	184	27	13	231	6	0	+21	-13
2011 ⁽²⁾	51	9	2	53	2	13	+7	-6
2011 ⁽³⁾	235	36	15	284	8	13	+28	-19
2012	265	40	47	258	8	0	+32	+86
2013	222	23	133	249	6	55	+17	+68
2014	233	25	25	271	18	0	+7	-6
2015	217	29	15	232	29	12	0	-12
2016	227	23	17	319	27	3	-4	-82
2017	257	16	14	288	20	23	-4	-44
2018	265	45	12	279	30	20	+15	-7

Tabella 2: Dettaglio del comportamento migratorio da e per Nave 2002-2018.

⁽¹⁾ sono le iscrizioni/cancellazioni in Anagrafe dovute a rettifiche amministrative. ⁽²⁾ bilancio demografico pre-censimento 2011 (dal 1 gennaio al 8 ottobre) ⁽³⁾ bilancio demografico post-censimento 2011 (dal 9 ottobre al 31 dicembre) ⁽⁴⁾ bilancio demografico 2011 (dal 1 gennaio al 31 dicembre). È la somma delle due righe precedenti.

Il movimento naturale di una popolazione in un anno è determinato dalla differenza fra le nascite ed i decessi ed è detto anche saldo naturale. Le due linee del grafico della pagina successiva riportano l'andamento delle nascite e dei decessi negli ultimi anni registrati nel Comune di Nave.

L'andamento del saldo naturale è visualizzato dall'area compresa fra le due linee.

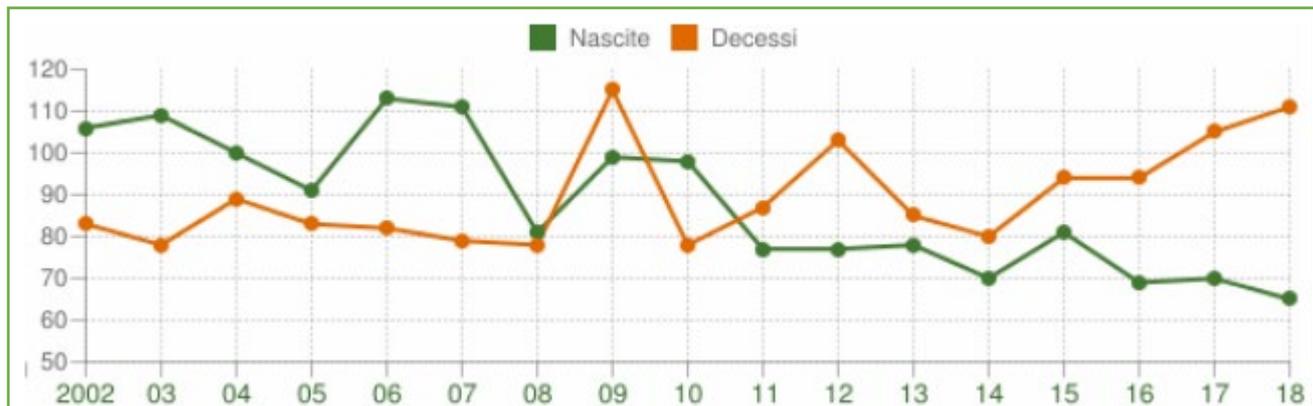


Figura 5 - Saldo naturale della popolazione residente a Nave 2002-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio delle nascite e dei decessi dal 2002 al 2018; vengono riportate anche le righe con i dati ISTAT rilevati in anagrafe prima e dopo l'ultimo censimento della popolazione.

Anno	Bilancio demografico	Nascite	Variaz.	Decessi	Variaz.	Saldo Naturale
2002	1 gennaio-31 dicembre	106	-	83	-	+23
2003	1 gennaio-31 dicembre	109	+3	78	-5	+31
2004	1 gennaio-31 dicembre	100	-9	89	+11	+11
2005	1 gennaio-31 dicembre	91	-9	83	-6	+8
2006	1 gennaio-31 dicembre	113	+22	82	-1	+31
2007	1 gennaio-31 dicembre	111	-2	79	-3	+32
2008	1 gennaio-31 dicembre	81	-30	78	-1	+3
2009	1 gennaio-31 dicembre	99	+18	115	+37	-16
2010	1 gennaio-31 dicembre	98	-1	78	-37	+20
2011 (1)	1 gennaio-8 ottobre	59	-39	67	-11	-8
2011 (2)	9 ottobre-31 dicembre	18	-41	20	-47	-2
2011 (3)	1 gennaio-31 dicembre	77	-21	87	+9	-10
2012	1 gennaio-31 dicembre	77	0	103	+16	-26
2013	1 gennaio-31 dicembre	78	+1	85	-18	-7
2014	1 gennaio-31 dicembre	70	-8	80	-5	-10
2015	1 gennaio-31 dicembre	81	+11	94	+14	-13
2016	1 gennaio-31 dicembre	69	-12	94	0	-25
2017	1 gennaio-31 dicembre	70	+1	105	+11	-35
2018	1 gennaio-31 dicembre	65	-5	111	+6	-46

Tabella 3: Dettaglio di nascite e decessi nel comune di Nave 2002-2018.

(1) bilancio demografico pre-censimento 2011 (dal 1 gennaio al 8 ottobre) (2) bilancio demografico post-censimento 2011 (dal 9 ottobre al 31 dicembre) (3) bilancio demografico 2011 (dal 1 gennaio al 31 dicembre).

Nella figura seguente si riporta il grafico della “Piramide delle Età”, che rappresenta la distribuzione della popolazione residente a Nave per età, sesso e stato civile al 1° gennaio 2019.

La popolazione è riportata per classi quinquennali di età sull'asse Y, mentre sull'asse X sono riportati due grafici a barre a specchio con i maschi (a sinistra) e le femmine (a destra). I diversi colori evidenziano la distribuzione della popolazione per stato civile: celibi e nubili, coniugati, vedovi e divorziati.

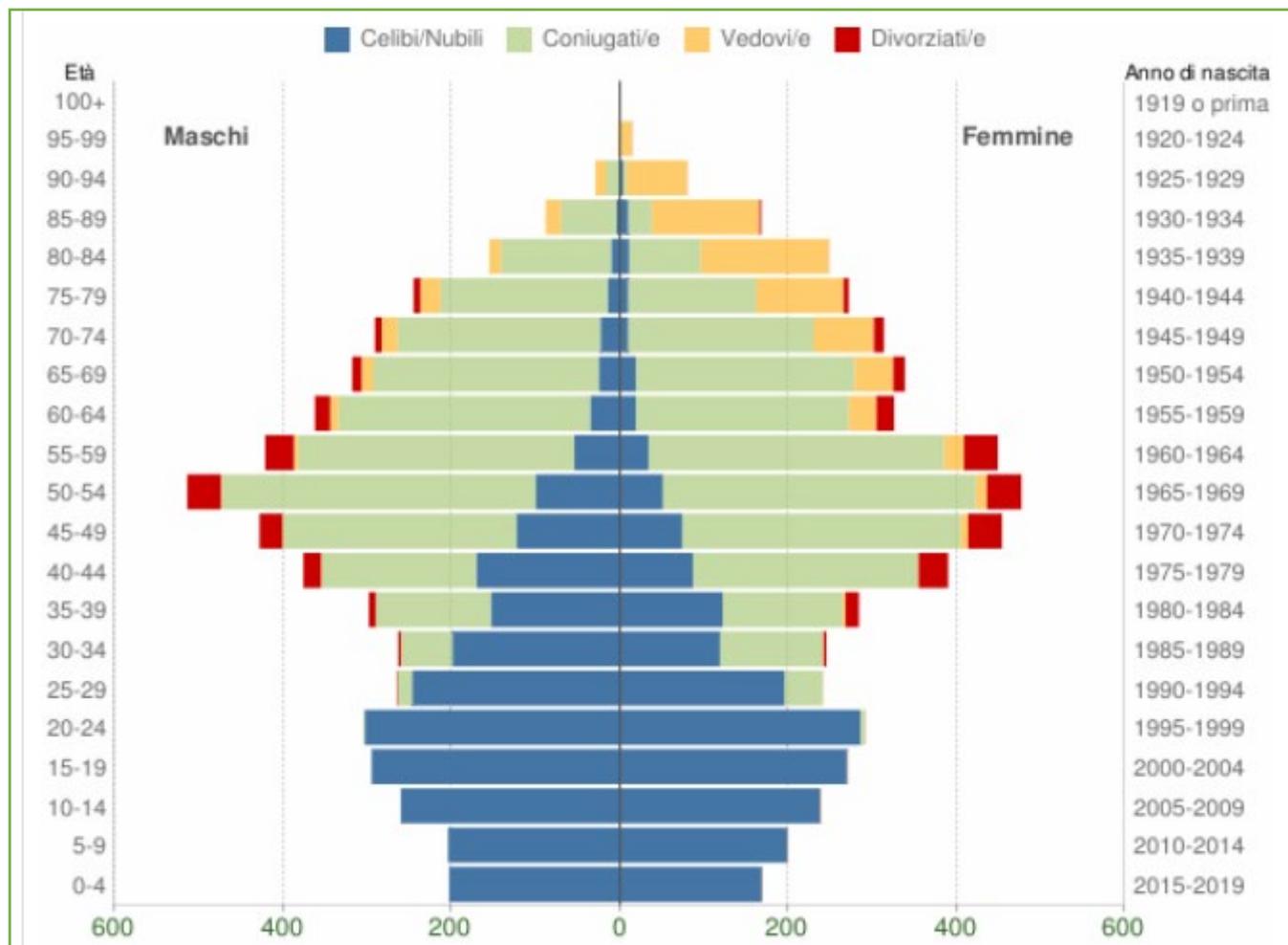


Figura 6 - Piramide delle età della popolazione residente a Nave al 01.01.2019

Nella tabella della pagina successiva si riporta il dettaglio della distribuzione della popolazione residente a Nave per età, sesso e stato civile al 1° gennaio 2019, sulla base della quale è stato definito il grafico precedente.

Età	Celibi /Nubili	Coniugati/e	Vedovi/e	Divorziati/e	Maschi	Femmine	Totale	
								%
0-4	372	0	0	0	203	169	372	3,4%
5-9	403	0	0	0	204	199	403	3,7%
10-14	498	0	0	0	260	238	498	4,6%
15-19	565	0	0	0	295	270	565	5,2%
20-24	589	7	0	0	305	291	596	5,5%
25-29	443	62	0	1	265	241	506	4,7%
30-34	318	184	0	6	263	245	508	4,7%
35-39	275	280	3	24	298	284	582	5,4%
40-44	257	451	2	56	376	390	766	7,1%
45-49	197	608	10	67	428	454	882	8,2%
50-54	151	745	14	81	514	477	991	9,2%
55-59	88	679	29	74	421	449	870	8,1%
60-64	54	552	43	39	362	326	688	6,4%
65-69	44	528	60	25	318	339	657	6,1%
70-74	33	461	91	20	291	314	605	5,6%
75-79	24	351	128	14	245	272	517	4,8%
80-84	21	216	166	0	155	248	403	3,7%
85-89	14	94	146	2	88	168	256	2,4%
90-94	5	19	85	0	29	80	109	1,0%
95-99	0	1	15	0	2	14	16	0,1%
100+	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
Totale	4.351	5.238	792	409	5.322	5.468	10.790	100,0%

Tabella 4 - Popolazione per età, sesso e stato civile del Comune di Nave al 01.01.2019

- BOTTICINO**



Figura 7 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Botticino 2001-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio della variazione della popolazione residente al 31 dicembre di ogni anno; vengono riportate ulteriori due righe con i dati rilevati il giorno dell'ultimo censimento della popolazione e quelli registrati in anagrafe il giorno precedente.

Anno	Data rilevamento	Popolazione residente	Variazione assoluta	Variazione percentuale	Numero Famiglie	Media componenti per famiglia
2001	31 dicembre	9.735	-	-	-	-
2002	31 dicembre	9.806	+71	+0,73%	-	-
2003	31 dicembre	9.924	+118	+1,20%	3.902	2,51
2004	31 dicembre	10.082	+158	+1,59%	4.022	2,48
2005	31 dicembre	10.237	+155	+1,54%	4.119	2,46
2006	31 dicembre	10.400	+163	+1,59%	4.223	2,44
2007	31 dicembre	10.480	+80	+0,77%	4.277	2,42
2008	31 dicembre	10.607	+127	+1,21%	4.337	2,42
2009	31 dicembre	10.700	+93	+0,88%	4.378	2,42
2010	31 dicembre	10.792	+92	+0,86%	4.413	2,42
2011 (¹)	8 ottobre	10.870	+78	+0,72%	4.442	2,43
2011 (²)	9 ottobre	10.788	-82	-0,75%	-	-
2011 (³)	31 dicembre	10.792	0	0,00%	4.456	2,40
2012	31 dicembre	10.856	+64	+0,59%	4.471	2,41
2013	31 dicembre	10.851	-5	-0,05%	4.483	2,40
2014	31 dicembre	10.945	+94	+0,87%	4.539	2,39
2015	31 dicembre	10.914	-31	-0,28%	4.569	2,37
2016	31 dicembre	10.917	+3	+0,03%	4.586	2,36
2017	31 dicembre	10.857	-60	-0,55%	4.598	2,34
2018	31 dicembre	10.857	0	0,00%	4.620	2,33

Tabella 5 - Andamento demografico del Comune di Botticino 2001-2018

^[1] popolazione anagrafica al 8 ottobre 2011, giorno prima del censimento 2011. ^[2] popolazione censita il 9 ottobre 2011, data di riferimento del censimento 2011. ^[3] la variazione assoluta e percentuale si riferiscono al confronto con i dati del 31 dicembre 2010.

La popolazione residente a Botticino al Censimento 2011, rilevata il giorno 9 ottobre 2011, è risultata composta da 10.788 individui, mentre alle Anagrafi comunali ne risultavano registrati 10.870.

Si è, dunque, verificata una differenza negativa fra popolazione censita e popolazione anagrafica pari a 82 unità (-0,75%). Per eliminare la discontinuità che si è venuta a creare fra la serie storica della popolazione del decennio intercensuario 2001-2011 con i dati registrati in Anagrafe negli anni successivi, si ricorre ad operazioni di ricostruzione intercensuaria della popolazione. I grafici e le tabelle qui riportati sono relativi ai dati effettivamente registrati in Anagrafe.

Nel grafico seguente si riportano le variazioni annuali della popolazione di Botticino espresse in % a confronto con le variazioni della popolazione della provincia di Brescia e della regione Lombardia.



Figura 8 - Variazione della popolazione residente 2002-2018 - Comune di Botticino.

Il grafico in basso visualizza il numero dei trasferimenti di residenza da e verso il comune di Botticino negli ultimi anni. I trasferimenti di residenza sono riportati come *iscritti* e *cancellati* dall'Anagrafe del comune. Fra gli iscritti, sono evidenziati con colore diverso i trasferimenti di residenza da altri comuni, quelli dall'estero e quelli dovuti per altri motivi (ad esempio per rettifiche amministrative).

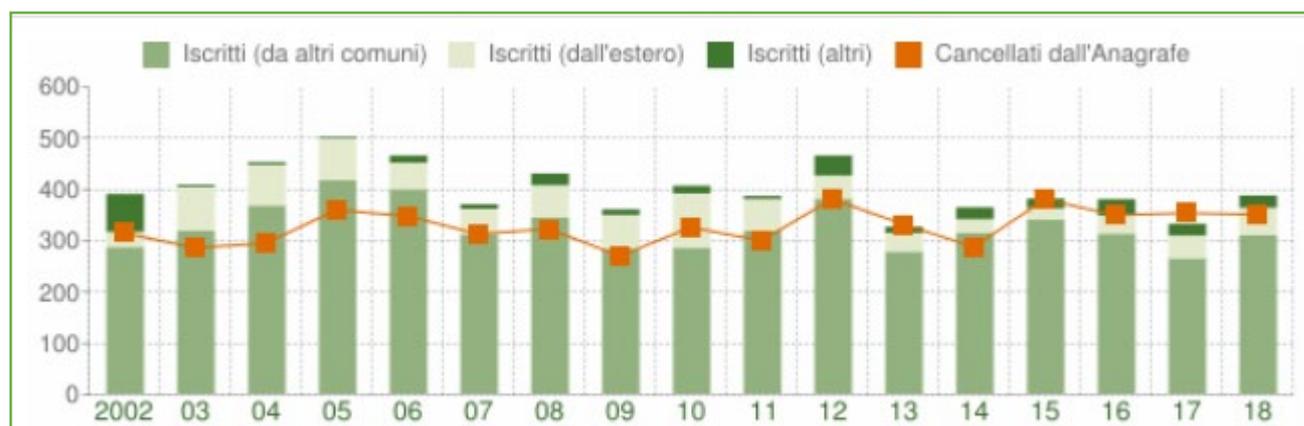


Figura 9 - Trasferimenti di residenza da e verso il comune di Botticino 2002-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio del comportamento migratorio dal 2002 al 2018. Vengono riportate anche le righe con i dati ISTAT rilevati in anagrafe prima e dopo l'ultimo censimento della popolazione.

Anno 1 gen-31 dic	Iscritti			Cancellati			Saldo Migratorio con l'estero	Saldo Migratorio totale
	DA altri comuni	DA estero	per altri motivi (*)	PER altri comuni	PER estero	per altri motivi (*)		
2002	286	29	74	240	7	68	+22	+74
2003	317	86	4	280	6	0	+80	+121
2004	367	79	5	277	8	10	+71	+156
2005	416	81	3	321	4	35	+77	+140
2006	398	52	14	331	5	12	+47	+116
2007	311	49	9	287	3	23	+46	+56
2008	343	63	23	293	8	22	+55	+106
2009	282	66	11	266	4	0	+62	+89
2010	285	105	15	276	16	34	+89	+79
2011 ⁽¹⁾	255	46	4	214	19	0	+27	+72
2011 ⁽²⁾	62	16	2	38	2	27	+14	+13
2011 ⁽³⁾	317	62	6	252	21	27	+41	+85
2012	380	45	39	350	5	26	+40	+83
2013	277	36	12	281	11	40	+25	-7
2014	313	27	23	251	28	9	-1	+75
2015	340	21	19	302	42	36	-21	0
2016	312	35	32	287	39	24	-4	+29
2017	264	44	23	294	32	28	+12	-23
2018	309	53	24	293	25	33	+28	+35

Tabella 6: Dettaglio del comportamento migratorio da e per Botticino 2002-2018.

⁽¹⁾ sono le iscrizioni/cancellazioni in Anagrafe dovute a rettifiche amministrative. ⁽²⁾ bilancio demografico pre-censimento 2011 (dal 1 gennaio al 8 ottobre) ⁽³⁾ bilancio demografico post-censimento 2011 (dal 9 ottobre al 31 dicembre) ⁽⁴⁾ bilancio demografico 2011 (dal 1 gennaio al 31 dicembre). È la somma delle due righe precedenti.

Il movimento naturale di una popolazione in un anno è determinato dalla differenza fra le nascite ed i decessi ed è detto anche saldo naturale. Le due linee del grafico della pagina successiva riportano l'andamento delle nascite e dei decessi negli ultimi anni registrati nel Comune di Botticino.

L'andamento del saldo naturale è visualizzato dall'area compresa fra le due linee.

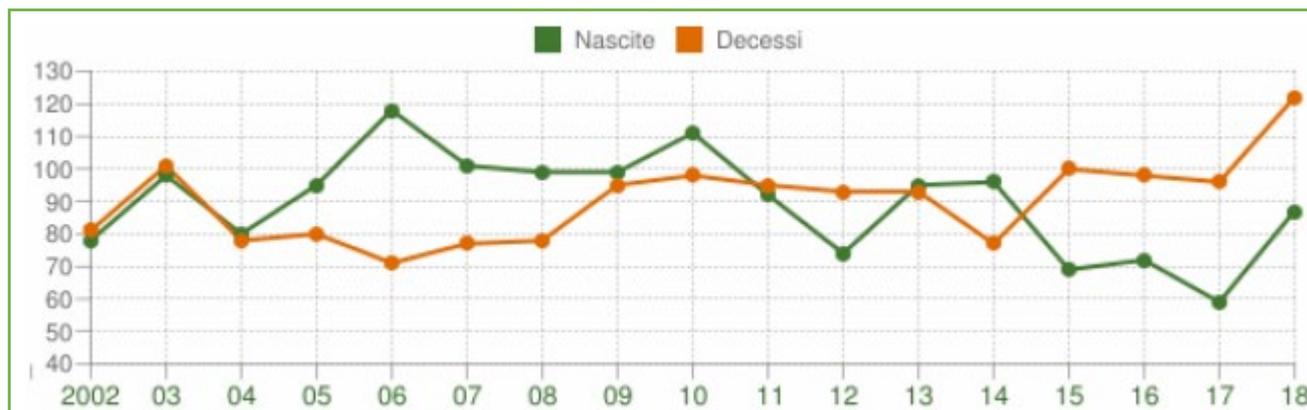


Figura 10 - Saldo naturale della popolazione residente a Botticino 2002-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio delle nascite e dei decessi dal 2002 al 2018; vengono riportate anche le righe con i dati ISTAT rilevati in anagrafe prima e dopo l'ultimo censimento della popolazione.

Anno	Bilancio demografico	Nascite	Variaz.	Decessi	Variaz.	Saldo Naturale
2002	1 gennaio-31 dicembre	78	-	81	-	-3
2003	1 gennaio-31 dicembre	98	+20	101	+20	-3
2004	1 gennaio-31 dicembre	80	-18	78	-23	+2
2005	1 gennaio-31 dicembre	95	+15	80	+2	+15
2006	1 gennaio-31 dicembre	118	+23	71	-9	+47
2007	1 gennaio-31 dicembre	101	-17	77	+6	+24
2008	1 gennaio-31 dicembre	99	-2	78	+1	+21
2009	1 gennaio-31 dicembre	99	0	95	+17	+4
2010	1 gennaio-31 dicembre	111	+12	98	+3	+13
2011 ⁽¹⁾	1 gennaio-8 ottobre	72	-39	66	-32	+6
2011 ⁽²⁾	9 ottobre-31 dicembre	20	-52	29	-37	-9
2011 ⁽³⁾	1 gennaio-31 dicembre	92	-19	95	-3	-3
2012	1 gennaio-31 dicembre	74	-18	93	-2	-19
2013	1 gennaio-31 dicembre	95	+21	93	0	+2
2014	1 gennaio-31 dicembre	96	+1	77	-16	+19
2015	1 gennaio-31 dicembre	69	-27	100	+23	-31
2016	1 gennaio-31 dicembre	72	+3	98	-2	-26
2017	1 gennaio-31 dicembre	59	-13	96	-2	-37
2018	1 gennaio-31 dicembre	87	+28	122	+26	-35

Tabella 7: Dettaglio di nascite e decessi nel comune di Botticino 2002-2018.

⁽¹⁾ bilancio demografico pre-censimento 2011 (dal 1 gennaio al 8 ottobre) ⁽²⁾ bilancio demografico post-censimento 2011 (dal 9 ottobre al 31 dicembre) ⁽³⁾ bilancio demografico 2011 (dal 1 gennaio al 31 dicembre).

Nella figura seguente si riporta il grafico della “Piramide delle Età”, che rappresenta la distribuzione della popolazione residente a Botticino per età, sesso e stato civile al 1° gennaio 2019.

La popolazione è riportata per classi quinquennali di età sull'asse Y, mentre sull'asse X sono riportati due grafici a barre a specchio con i maschi (a sinistra) e le femmine (a destra). I diversi colori evidenziano la distribuzione della popolazione per stato civile: celibi e nubili, coniugati, vedovi e divorziati.

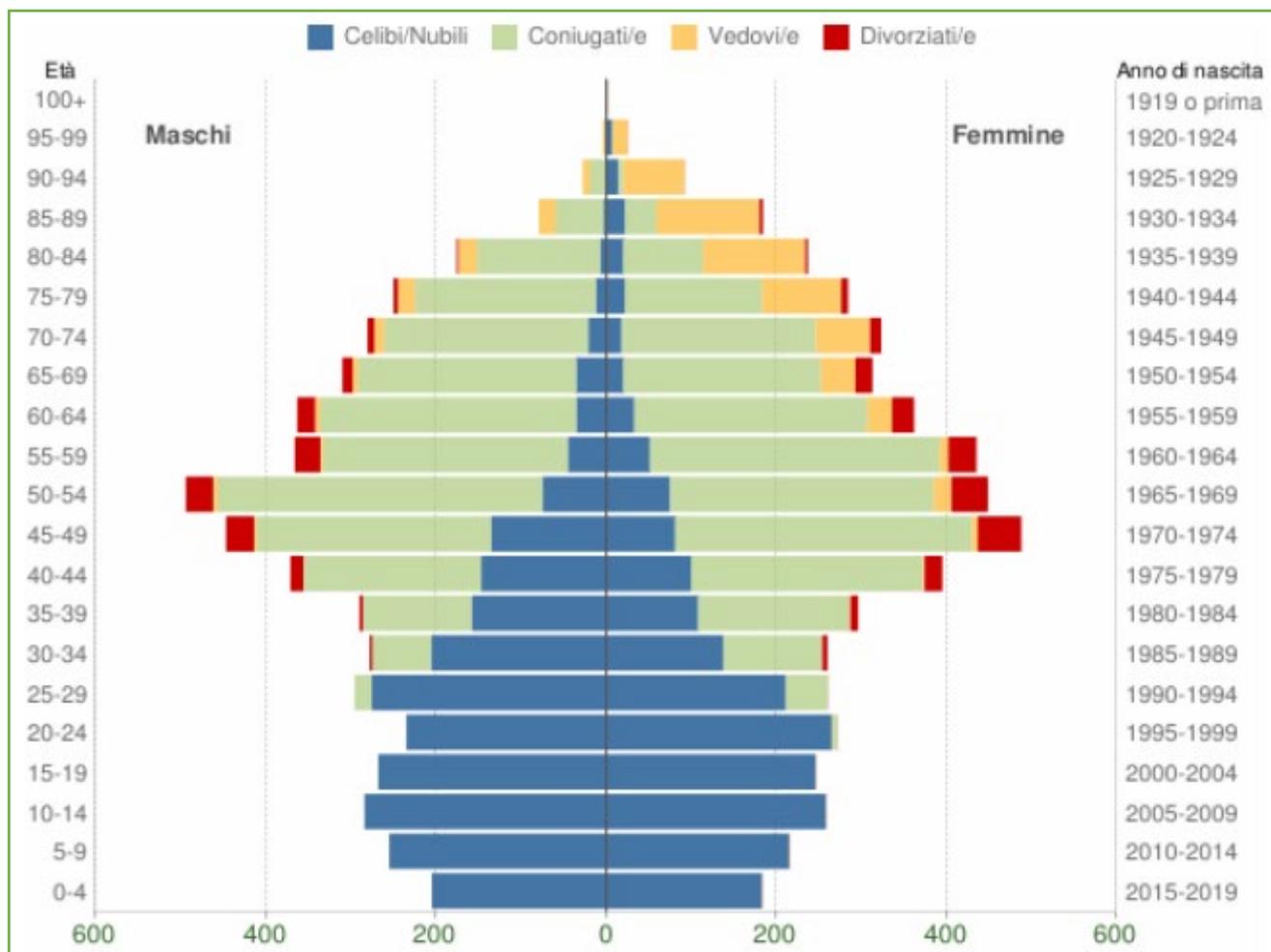


Figura 11 - Piramide delle età della popolazione residente a Botticino al 01.01.2019

Nella tabella della pagina successiva si riporta il dettaglio della distribuzione della popolazione residente a Botticino per età, sesso e stato civile al 1° gennaio 2019, sulla base della quale è stato definito il grafico precedente.

Età	Celibi /Nubili	Coniugati/e	Vedovi/e	Divorziati/e	Maschi	Femmine	Totale	
								%
0-4	388	0	0	0	205	183	388	3,6%
5-9	470	0	0	0	255	215	470	4,3%
10-14	542	0	0	0	284	258	542	5,0%
15-19	514	0	0	0	268	246	514	4,7%
20-24	500	6	0	0	235	271	506	4,7%
25-29	487	69	0	0	296	260	556	5,1%
30-34	344	185	0	9	278	260	538	5,0%
35-39	266	306	1	13	290	296	586	5,4%
40-44	247	481	2	36	371	395	766	7,1%
45-49	216	625	10	84	447	488	935	8,6%
50-54	150	692	26	75	494	449	943	8,7%
55-59	96	629	13	63	366	435	801	7,4%
60-64	68	575	35	47	363	362	725	6,7%
65-69	55	489	47	32	310	313	623	5,7%
70-74	39	468	76	21	281	323	604	5,6%
75-79	34	374	113	13	250	284	534	4,9%
80-84	27	239	142	5	176	237	413	3,8%
85-89	25	93	141	4	79	184	263	2,4%
90-94	14	25	81	0	28	92	120	1,1%
95-99	7	1	21	0	4	25	29	0,3%
100+	1	0	0	0	0	1	1	0,0%
Totale	4.490	5.257	708	402	5.280	5.577	10.857	100,0%

Tabella 8 - Popolazione per età, sesso e stato civile del Comune di Botticino al 01.01.2019

• SERLE



Figura 12 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Serle 2001-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio della variazione della popolazione residente al 31 dicembre di ogni anno; vengono riportate ulteriori due righe con i dati rilevati il giorno dell'ultimo censimento della popolazione e quelli registrati in anagrafe il giorno precedente.

Anno	Data rilevamento	Popolazione residente	Variazione assoluta	Variazione percentuale	Numero Famiglie	Media componenti per famiglia
2001	31 dicembre	2.858	-	-	-	-
2002	31 dicembre	2.925	+67	+2,34%	-	-
2003	31 dicembre	2.966	+41	+1,40%	1.194	2,48
2004	31 dicembre	2.985	+19	+0,64%	1.214	2,46
2005	31 dicembre	2.997	+12	+0,40%	1.245	2,40
2006	31 dicembre	3.032	+35	+1,17%	1.261	2,40
2007	31 dicembre	3.051	+19	+0,63%	1.273	2,39
2008	31 dicembre	3.105	+54	+1,77%	1.312	2,36
2009	31 dicembre	3.147	+42	+1,35%	1.339	2,35
2010	31 dicembre	3.119	-28	-0,89%	1.334	2,34
2011 (*)	8 ottobre	3.115	-4	-0,13%	1.326	2,35
2011 (²)	9 ottobre	3.092	-23	-0,74%	-	-
2011 (³)	31 dicembre	3.084	-35	-1,12%	1.325	2,33
2012	31 dicembre	3.098	+14	+0,45%	1.338	2,32
2013	31 dicembre	3.091	-7	-0,23%	1.338	2,31
2014	31 dicembre	3.063	-28	-0,91%	1.332	2,30
2015	31 dicembre	3.023	-40	-1,31%	1.311	2,30
2016	31 dicembre	3.021	-2	-0,07%	1.324	2,28
2017	31 dicembre	3.011	-10	-0,33%	1.319	2,28
2018	31 dicembre	3.038	+27	+0,90%	1.315	2,30

Tabella 9 - Andamento demografico del Comune di Serle 2001-2018

[1] popolazione anagrafica al 8 ottobre 2011, giorno prima del censimento 2011. [2] popolazione censita il 9 ottobre 2011, data di riferimento del censimento 2011. [3] la variazione assoluta e percentuale si riferiscono al confronto con i dati del 31 dicembre 2010.

La popolazione residente a Serle al Censimento 2011, rilevata il giorno 9 ottobre 2011, è risultata composta da 3.092 individui, mentre alle Anagrafi comunali ne risultavano registrati 3.115.

Si è, dunque, verificata una differenza negativa fra popolazione censita e popolazione anagrafica pari a 23 unità (-0,74%). Per eliminare la discontinuità che si è venuta a creare fra la serie storica della popolazione del decennio intercensuario 2001-2011 con i dati registrati in Anagrafe negli anni successivi, si ricorre ad operazioni di ricostruzione intercensuaria della popolazione. I grafici e le tabelle qui riportati sono relativi ai dati effettivamente registrati in Anagrafe.

Nel grafico seguente si riportano le variazioni annuali della popolazione di Serle espresse in % a confronto con le variazioni della popolazione della provincia di Brescia e della regione Lombardia.

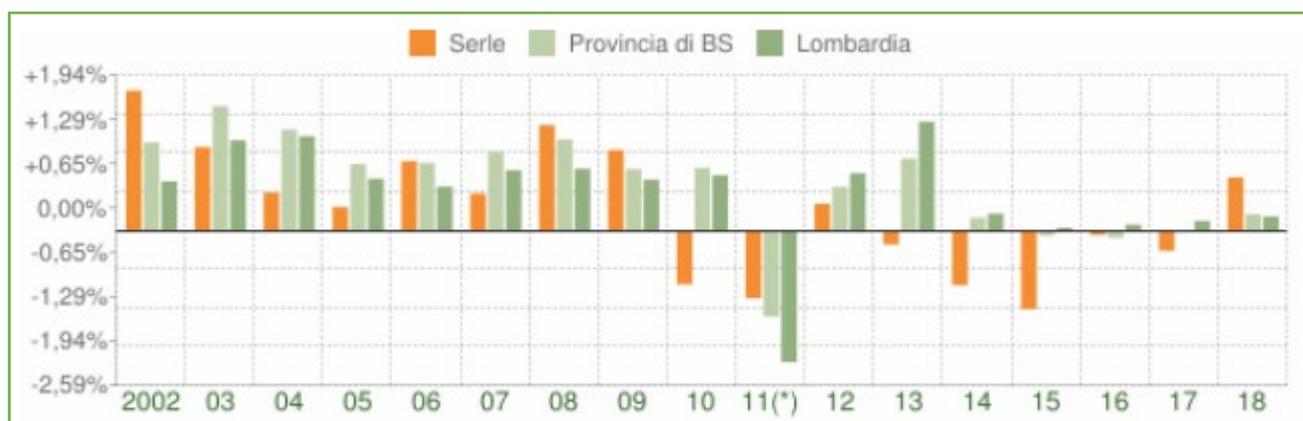


Figura 13 - Variazione della popolazione residente 2002-2018 - Comune di Serle.

Il grafico in basso visualizza il numero dei trasferimenti di residenza da e verso il comune di Serle negli ultimi anni. I trasferimenti di residenza sono riportati come *iscritti* e *cancellati* dall'Anagrafe del comune. Fra gli iscritti, sono evidenziati con colore diverso i trasferimenti di residenza da altri comuni, quelli dall'estero e quelli dovuti per altri motivi (ad esempio per rettifiche amministrative).



Figura 14 - Trasferimenti di residenza da e verso il comune di Serle 2002-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio del comportamento migratorio dal 2002 al 2018. Vengono riportate anche le righe con i dati ISTAT rilevati in anagrafe prima e dopo l'ultimo censimento della popolazione.

Anno 1 gen-31 dic	Iscritti			Cancellati			Saldo Migratorio con l'estero	Saldo Migratorio totale
	DA altri comuni	DA estero	per altri motivi (*)	PER altri comuni	PER estero	per altri motivi (*)		
2002	73	22	0	33	0	2	+22	+60
2003	41	38	11	48	2	8	+36	+32
2004	58	24	1	66	0	2	+24	+15
2005	85	6	2	60	0	12	+6	+21
2006	90	15	3	69	0	14	+15	+25
2007	72	18	5	69	0	15	+18	+11
2008	92	22	4	70	1	4	+21	+43
2009	59	21	2	64	0	2	+21	+16
2010	46	20	0	68	3	20	+17	-25
2011 ⁽¹⁾	49	6	0	40	1	7	+5	+7
2011 ⁽²⁾	8	1	1	15	1	0	0	-6
2011 ⁽³⁾	57	7	1	55	2	7	+5	+1
2012	69	10	6	74	0	1	+10	+10
2013	51	1	5	59	2	5	-1	-9
2014	60	5	5	69	10	22	-5	-31
2015	45	0	4	58	6	4	-6	-19
2016	65	6	3	59	3	6	+3	+6
2017	68	2	2	61	0	9	+2	+2
2018	82	17	4	51	0	4	+17	+48

Tabella 10: Dettaglio del comportamento migratorio da e per Serle 2002-2018.

⁽¹⁾ sono le iscrizioni/cancellazioni in Anagrafe dovute a rettifiche amministrative. ⁽²⁾ bilancio demografico pre-censimento 2011 (dal 1 gennaio al 8 ottobre) ⁽³⁾ bilancio demografico post-censimento 2011 (dal 9 ottobre al 31 dicembre) ⁽⁴⁾ bilancio demografico 2011 (dal 1 gennaio al 31 dicembre). È la somma delle due righe precedenti.

Il movimento naturale di una popolazione in un anno è determinato dalla differenza fra le nascite ed i decessi ed è detto anche saldo naturale. Le due linee del grafico della pagina successiva riportano l'andamento delle nascite e dei decessi negli ultimi anni registrati nel Comune di Serle.

L'andamento del saldo naturale è visualizzato dall'area compresa fra le due linee.

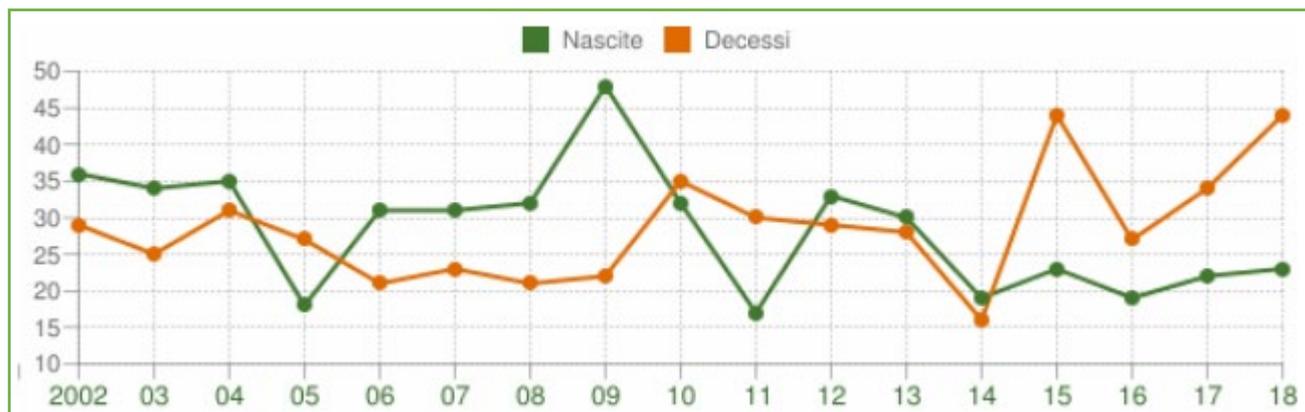


Figura 15 - Saldo naturale della popolazione residente a Serle 2002-2018.

La tabella seguente riporta il dettaglio delle nascite e dei decessi dal 2002 al 2018; vengono riportate anche le righe con i dati ISTAT rilevati in anagrafe prima e dopo l'ultimo censimento della popolazione.

Anno	Bilancio demografico	Nascite	Variaz.	Decessi	Variaz.	Saldo Naturale
2002	1 gennaio-31 dicembre	36	-	29	-	+7
2003	1 gennaio-31 dicembre	34	-2	25	-4	+9
2004	1 gennaio-31 dicembre	35	+1	31	+6	+4
2005	1 gennaio-31 dicembre	18	-17	27	-4	-9
2006	1 gennaio-31 dicembre	31	+13	21	-6	+10
2007	1 gennaio-31 dicembre	31	0	23	+2	+8
2008	1 gennaio-31 dicembre	32	+1	21	-2	+11
2009	1 gennaio-31 dicembre	48	+16	22	+1	+26
2010	1 gennaio-31 dicembre	32	-16	35	+13	-3
2011 (1)	1 gennaio-8 ottobre	12	-20	23	-12	-11
2011 (2)	9 ottobre-31 dicembre	5	-7	7	-16	-2
2011 (3)	1 gennaio-31 dicembre	17	-15	30	-5	-13
2012	1 gennaio-31 dicembre	33	+16	29	-1	+4
2013	1 gennaio-31 dicembre	30	-3	28	-1	+2
2014	1 gennaio-31 dicembre	19	-11	16	-12	+3
2015	1 gennaio-31 dicembre	23	+4	44	+28	-21
2016	1 gennaio-31 dicembre	19	-4	27	-17	-8
2017	1 gennaio-31 dicembre	22	+3	34	+7	-12
2018	1 gennaio-31 dicembre	23	+1	44	+10	-21

Tabella 11: Dettaglio di nascite e decessi nel comune di Serle 2002-2018.

(1) bilancio demografico pre-censimento 2011 (dal 1 gennaio al 8 ottobre) (2) bilancio demografico post-censimento 2011 (dal 9 ottobre al 31 dicembre) (3) bilancio demografico 2011 (dal 1 gennaio al 31 dicembre).

Nella figura seguente si riporta il grafico della “Piramide delle Età”, che rappresenta la distribuzione della popolazione residente a Serle per età, sesso e stato civile al 1° gennaio 2019.

La popolazione è riportata per classi quinquennali di età sull'asse Y, mentre sull'asse X sono riportati due grafici a barre a specchio con i maschi (a sinistra) e le femmine (a destra). I diversi colori evidenziano la distribuzione della popolazione per stato civile: celibi e nubili, coniugati, vedovi e divorziati.

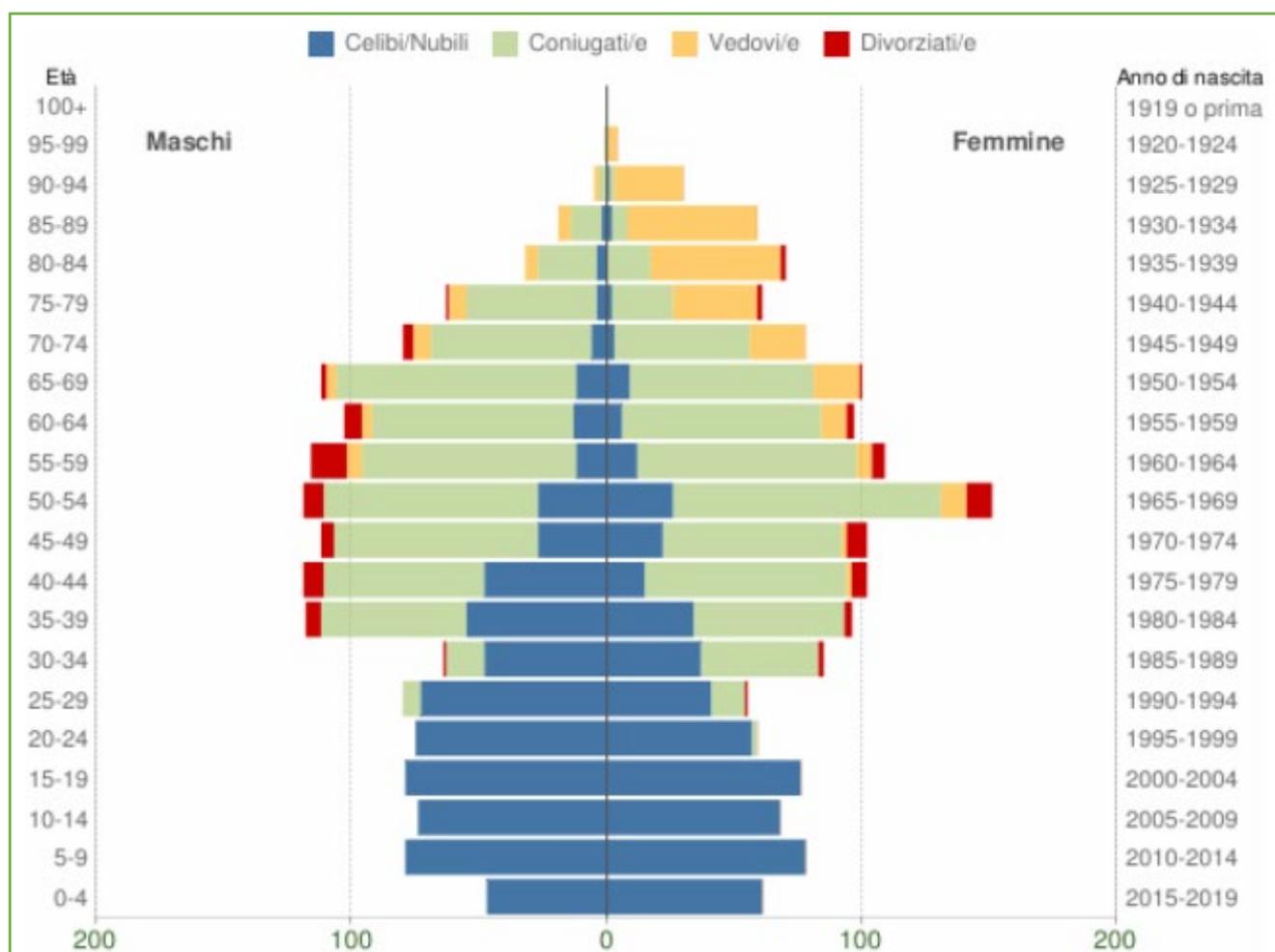


Figura 16 - Piramide delle età della popolazione residente a Serle al 01.01.2019

Nella tabella della pagina successiva si riporta il dettaglio della distribuzione della popolazione residente a Serle per età, sesso e stato civile al 1° gennaio 2019, sulla base della quale è stato definito il grafico precedente.

Età	Celibi /Nubili	Coniugati/e	Vedovi/e	Divorziati/e	Maschi	Femmine	Totale	
								%
0-4	108	0	0	0	47	61	108	3,6%
5-9	157	0	0	0	79	78	157	5,2%
10-14	142	0	0	0	74	68	142	4,7%
15-19	155	0	0	0	79	76	155	5,1%
20-24	132	2	0	0	75	59	134	4,4%
25-29	114	20	0	1	80	55	135	4,4%
30-34	85	61	0	3	64	85	149	4,9%
35-39	89	116	0	9	118	96	214	7,0%
40-44	63	142	2	14	119	102	221	7,3%
45-49	49	150	2	13	112	102	214	7,0%
50-54	53	189	10	18	119	151	270	8,9%
55-59	24	170	12	19	116	109	225	7,4%
60-64	19	157	14	10	103	97	200	6,6%
65-69	21	166	22	3	112	100	212	7,0%
70-74	9	116	29	4	80	78	158	5,2%
75-79	6	75	40	3	63	61	124	4,1%
80-84	4	40	56	2	32	70	102	3,4%
85-89	4	18	56	0	19	59	78	2,6%
90-94	1	5	29	0	5	30	35	1,2%
95-99	0	1	4	0	1	4	5	0,2%
100+	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
Totale	1.235	1.428	276	99	1.497	1.541	3.038	100,0%

Tabella 12 - Popolazione per età, sesso e stato civile del Comune di Serle al 01.01.2019

4.2.2. STRUTTURA PER ETÀ

L'analisi della struttura per età di una popolazione considera tre fasce di età: *giovani* (0-14 anni), *adulti* (15-64 anni) ed *anziani* (65 anni ed oltre). In base alle diverse proporzioni fra tali fasce di età, la struttura di una popolazione viene definita di tipo *progressivo*, *stazionario* o *regressivo* a seconda che la popolazione giovane sia rispettivamente maggiore, equivalente o minore di quella anziana.

Nei grafici delle pagine successive si riporta per ognuno dei tre comuni di interesse la struttura per età della popolazione elaborata sulla base dei dati ISTAT al 1° gennaio di ogni anno nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2019; merita precisare che con il termine "Età media" si intende la media delle età di una popolazione, calcolata come il rapporto tra la somma delle età di tutti gli individui e il numero della popolazione residente: tale indicatore non deve pertanto essere confuso con l'aspettativa di vita di una popolazione.

- NAVE**



Figura 17 - Struttura per età della popolazione del Comune di Nave

In base alle diverse proporzioni fra tali fasce di età, la struttura della popolazione di Nave viene definita di tipo regressivo (la popolazione giovane risulta minore rispetto a quella anziana).

Anno (1° gennaio)	0-14 anni	15-64 anni	65+ anni	Totale residenti	Età media
2002	1.537	7.353	1.579	10.469	39,9
2003	1.584	7.348	1.643	10.575	40,1
2004	1.605	7.388	1.719	10.712	40,4
2005	1.623	7.406	1.769	10.798	40,6
2006	1.646	7.338	1.818	10.802	40,8
2007	1.669	7.319	1.872	10.860	41,2
2008	1.696	7.266	1.944	10.906	41,5
2009	1.659	7.283	2.010	10.952	41,9
2010	1.647	7.318	2.047	11.012	42,2
2011	1.648	7.400	2.094	11.142	42,4
2012	1.590	7.197	2.162	10.949	43,0
2013	1.562	7.228	2.219	11.009	43,3
2014	1.510	7.270	2.290	11.070	43,7
2015	1.462	7.233	2.359	11.054	44,2
2016	1.438	7.159	2.432	11.029	44,5
2017	1.375	7.057	2.490	10.922	45,0
2018	1.339	6.990	2.514	10.843	45,5
2019	1.273	6.954	2.563	10.790	45,9

Tabella 13 - Struttura per età della popolazione del Comune di Nave 2002-2019

- BOTTICINO**



Figura 18 - Struttura per età della popolazione del Comune di Botticino

In base alle diverse proporzioni fra tali fasce di età, la struttura della popolazione di Botticino viene definita di tipo regressivo (la popolazione giovane risulta minore rispetto a quella anziana).

Anno (1° gennaio)	0-14 anni	15-64 anni	65+ anni	Totale residenti	Età media
2002	1.387	6.685	1.663	9.735	41,4
2003	1.384	6.693	1.729	9.806	41,7
2004	1.391	6.742	1.791	9.924	41,9
2005	1.411	6.820	1.851	10.082	42,1
2006	1.428	6.894	1.915	10.237	42,3
2007	1.456	6.949	1.995	10.400	42,5
2008	1.492	6.917	2.071	10.480	42,7
2009	1.505	6.952	2.150	10.607	42,9
2010	1.527	6.983	2.190	10.700	43,1
2011	1.577	7.019	2.196	10.792	43,1
2012	1.566	6.975	2.251	10.792	43,3
2013	1.535	7.009	2.312	10.856	43,8
2014	1.513	6.970	2.368	10.851	44,1
2015	1.536	6.959	2.450	10.945	44,4
2016	1.509	6.884	2.521	10.914	44,8
2017	1.467	6.899	2.551	10.917	45,1
2018	1.423	6.858	2.576	10.857	45,6
2019	1.400	6.870	2.587	10.857	45,8

Tabella 14 - Struttura per età della popolazione del Comune di Botticino 2002-2019

- SERLE



Figura 19 - Struttura per età della popolazione del Comune di Serle

In base alle diverse proporzioni fra tali fasce di età, la struttura della popolazione di Serle viene definita di tipo regressivo (la popolazione giovane risulta minore rispetto a quella anziana).

Anno (1° gennaio)	0-14 anni	15-64 anni	65+ anni	Totale residenti	Età media
2002	400	1.953	505	2.858	40,8
2003	419	2.000	506	2.925	40,6
2004	430	2.006	530	2.966	40,9
2005	438	2.003	544	2.985	41,2
2006	425	2.020	552	2.997	41,6
2007	440	2.028	564	3.032	41,8
2008	430	2.049	572	3.051	42,3
2009	442	2.077	586	3.105	42,5
2010	461	2.093	593	3.147	42,5
2011	454	2.079	586	3.119	42,8
2012	451	2.034	599	3.084	43,2
2013	461	2.029	608	3.098	43,3
2014	464	1.998	629	3.091	43,6
2015	436	1.969	658	3.063	44,5
2016	434	1.931	658	3.023	44,7
2017	416	1.908	697	3.021	45,2
2018	401	1.906	704	3.011	45,5
2019	407	1.917	714	3.038	45,2

Tabella 15 - Struttura per età della popolazione del Comune di Serle 2002-2019

4.2.3. INDICATORI DEMOGRAFICI

Nel seguito del paragrafo sono riportati i principali indici demografici calcolati sulla popolazione residente nei quattro comuni di interesse, elaborati sulla base dei dati ISTAT al 1° gennaio di ogni anno nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2018; le modalità di calcolo ed il significato dei diversi indici sono di seguito sintetizzati:

- Indice di vecchiaia: rappresenta il grado di invecchiamento di una popolazione. È il rapporto percentuale tra il numero degli ultrassessantacinquenni ed il numero dei giovani fino ai 14 anni. Ad esempio, nel 2018 l'indice di vecchiaia per il comune di Nave dice che ci sono 188 anziani ogni 100 giovani.
- Indice di dipendenza strutturale: rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva (0-14 anni e 65 anni ed oltre) su quella attiva (15-64 anni). Ad esempio, teoricamente, a Nave nel 2018 ci sono 55,1 individui a carico ogni 100 che lavorano.
- Indice di ricambio della popolazione attiva: rappresenta il rapporto percentuale tra la fascia di popolazione che sta per andare in pensione (60-64 anni) e quella che sta per entrare nel mondo del lavoro (15-19 anni). La popolazione attiva è tanto più giovane quanto più l'indicatore è minore di 100. Ad esempio, a Nave nel 2018 l'indice di ricambio è 117 e significa che la popolazione in età lavorativa è piuttosto anziana.
- Indice di struttura della popolazione attiva: rappresenta il grado di invecchiamento della popolazione in età lavorativa. È il rapporto percentuale tra la parte di popolazione in età lavorativa più anziana (40-64 anni) e quella più giovane (15-39 anni).
- Carico di figli per donna feconda: è il rapporto percentuale tra il numero dei bambini fino a 4 anni ed il numero di donne in età feconda (15-49 anni). Stima il carico dei figli in età prescolare per le mamme lavoratrici.
- Indice di natalità: rappresenta il numero medio di nascite in un anno ogni mille abitanti.
- Indice di mortalità: rappresenta il numero medio di decessi in un anno ogni mille abitanti.

• **NAVE**

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva	Indice di struttura della popolazione attiva	Indice di carico di figli per donna feconda	Indice di natalità (x 1.000 ab.)	Indice di mortalità (x 1.000 ab.)
	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1 gen-31 dic	1 gen-31 dic
2002	102,7	42,4	128,0	91,5	21,1	10,1	7,9
2003	103,7	43,9	130,7	93,4	21,9	10,2	7,3
2004	107,1	45,0	132,7	96,1	21,7	9,3	8,3
2005	109,0	45,8	131,1	99,6	20,6	8,4	7,7
2006	110,4	47,2	120,8	104,2	20,5	10,4	7,6
2007	112,2	48,4	126,0	111,9	20,6	10,2	7,3
2008	114,6	50,1	129,3	117,1	21,0	7,4	7,1
2009	121,2	50,4	130,9	122,7	19,3	9,0	10,5
2010	124,3	50,5	128,7	125,8	19,2	8,8	7,0
2011	127,1	50,6	129,9	128,5	19,7	7,0	7,9
2012	136,0	52,1	126,5	132,3	19,3	7,0	9,4
2013	142,1	52,3	119,7	134,1	18,1	7,1	7,7
2014	151,7	52,3	114,9	138,3	17,4	6,3	7,2
2015	161,4	52,8	115,3	141,3	16,5	7,3	8,5
2016	169,1	54,1	111,1	144,8	16,0	6,3	8,6
2017	181,1	54,8	106,5	147,4	16,7	6,4	9,6
2018	187,8	55,1	117,0	152,7	16,7	6,0	10,3

Tabella 16 - Indicatori demografici della popolazione del Comune di Nave 2002 - 2019

• BOTTICINO

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva	Indice di struttura della popolazione attiva	Indice di carico di figli per donna feconda	Indice di natalità (x 1.000 ab.)	Indice di mortalità (x 1.000 ab.)
	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1 gen-31 dic	1 gen-31 dic
2002	119,9	45,6	132,6	104,3	19,2	8,0	8,3
2003	124,9	46,5	134,5	106,1	18,8	9,9	10,2
2004	128,8	47,2	135,4	106,0	19,4	8,0	7,8
2005	131,2	47,8	138,3	107,6	19,5	9,4	7,9
2006	134,1	48,5	133,0	109,7	20,0	11,4	6,9
2007	137,0	49,7	126,8	113,2	20,7	9,7	7,4
2008	138,8	51,5	127,6	116,0	21,7	9,4	7,4
2009	142,9	52,6	126,1	118,1	21,5	9,3	8,9
2010	143,4	53,2	130,0	122,0	22,2	10,3	9,1
2011	139,3	53,8	141,3	130,3	22,2	8,5	8,8
2012	143,7	54,7	140,4	131,4	21,3	6,8	8,6
2013	150,6	54,9	134,1	137,1	20,1	8,8	8,6
2014	156,5	55,7	128,7	142,8	20,2	8,8	7,1
2015	159,5	57,3	131,7	146,5	20,7	6,3	9,1
2016	167,1	58,5	127,8	148,9	19,3	6,6	9,0
2017	173,9	58,2	127,3	148,9	18,4	5,4	8,8
2018	181,0	58,3	134,7	153,7	18,3	8,0	11,2

Tabella 17 - Indicatori demografici della popolazione del Comune di Botticino 2002 - 2019

• SERLE

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva	Indice di struttura della popolazione attiva	Indice di carico di figli per donna feconda	Indice di natalità (x 1.000 ab.)	Indice di mortalità (x 1.000 ab.)
	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1° gennaio	1 gen-31 dic	1 gen-31 dic
2002	126,3	46,3	115,4	90,9	21,0	12,5	10,0
2003	120,8	46,3	113,4	90,3	22,8	11,5	8,5
2004	123,3	47,9	106,6	94,0	24,2	11,8	10,4
2005	124,2	49,0	102,2	101,1	23,4	6,0	9,0
2006	129,9	48,4	102,3	102,6	22,1	10,3	7,0
2007	128,2	49,5	112,7	107,6	21,4	10,2	7,6
2008	133,0	48,9	117,3	113,2	20,7	10,4	6,8
2009	132,6	49,5	131,1	119,8	20,9	15,4	7,0
2010	128,6	50,4	131,2	123,1	22,1	10,2	11,2
2011	129,1	50,0	138,0	129,5	24,1	5,5	9,7
2012	132,8	51,6	149,6	132,7	22,5	10,7	9,4
2013	131,9	52,7	163,7	135,4	24,2	9,7	9,0
2014	135,6	54,7	175,2	140,1	24,7	6,2	5,2
2015	150,9	55,6	163,0	146,4	21,0	7,6	14,5
2016	151,6	56,6	178,0	153,1	19,4	6,3	8,9
2017	167,5	58,3	145,5	151,1	20,8	7,3	11,3
2018	175,6	58,0	143,2	150,1	19,9	7,6	14,5

Tabella 18 - Indicatori demografici della popolazione del Comune di Serle 2002 - 2019

4.3.RECETTORI

Ai fini della valutazione dell'impatto sanitario del progetto in esame sono stati presi a riferimento i principali recettori sensibili che si trovano collocati all'interno delle aree potenzialmente interessate dalle ricadute di inquinanti emessi in atmosfera dalla nuova centrale, così come definite nelle mappe di ricaduta prodotte dallo studio specifico (cfr. § 5.1); in particolare, sulla base di tali mappe di ricaduta sono stati individuati per ogni specifica tipologia di recettore (recettori sensibili – bambini; recettori residenziali; recettori industriali – lavoratori) quelli posizionati nei punti di massima ricaduta (ovvero i recettori per i quali è atteso il massimo impatto sanitario).

Complessivamente sono stati considerati 15 recettori discreti le cui coordinate metriche UTM 32T sono riportate in Tabella 19. I recettori discreti da R7 a R12 sono stati posizionati in corrispondenza alle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria più prossime all'impianto (cfr. § 4.4.4 e Figura 29 di pagina 48); i recettori rappresentativi dei punti di massima ricaduta (R13, R14 e R15) sono evidenziati con campitura di colore giallo in tabella, ed evidenziati in un cerchio sempre di colore giallo nella fotografia aerea riportata nella Figura 20 della pagina seguente.

Recettore	Coordinate UTM 32T		Descrizione
	Est (m)	Nord (m)	
R1	599693	5048807	Municipio di Nave
R2	600653	5048395	Chiesa di San Cesareo
R3	600678	5048954	Abitazione
R4	601147	5049087	Nucleo abitativo nord
R5	601244	5048488	Cascina ovest
R6	601745	5049179	Nucleo abitativo nordest
R7	608299	5055217	Odolo (Centralina QA)
R8	604390	5041036	Rezzato (Centralina QA)
R9	595245	5040916	Villaggio Sereno (Centralina QA)
R10	596192	5043552	Turati (Centralina QA)
R11	595491	5043600	Broletto (Centralina QA)
R12	593712	5056363	Sarezzo Minelli (Centralina QA)
R13	602414	5047321	<u>Recettore A: popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)
R14	600400	5048855	<u>Recettore B: bambini</u> Scuola primaria Don Milani
R15	599991	5049172	<u>Recettore C: lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)

Tabella 19: Coordinate Gauss Boaga dei recettori discreti considerati



Figura 20 - Individuazione dei punti rappresentativi delle diverse tipologie di recettori

4.4. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La valutazione dello stato qualitativo dell'aria ambiente di un dato territorio viene effettuata sulla base degli esiti delle misure realizzate da specifiche reti di monitoraggio della qualità dell'aria generalmente gestite dagli enti territoriali competenti.

Nello specifico, la qualità dell'aria della Provincia di Brescia viene valutata sulla base della rete di monitoraggio di competenza della Regione Lombardia gestita da ARPA, la quale annualmente produce i report sintetici inerenti gli esiti di tali monitoraggi. Ai fini del presente studio si riporta nel seguito una breve sintesi delle informazioni riportate nell'ultimo studio disponibile *"Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria nella Provincia di Brescia – Anno 2017"* prodotto a cura di ARPA Lombardia.

In particolare, sono riportati i trend ed i valori di concentrazione dei vari inquinanti per l'anno 2017 e confrontati con i limiti di legge; per ognuno dei contaminanti considerati viene inoltre riportato un prospetto riepilogativo del trend dei valori di concentrazione misurati negli ultimi anni.

Nelle tabelle riepilogative, le statistiche come la concentrazione media annuale e il numero di superamenti dei valori limiti annuali sono riportate in grassetto se non hanno rispettato il limite normativo, tra parentesi se il rendimento dello strumento di misura non è stato tale da rendere rappresentativa, secondo i parametri dettati dal D. Lgs. 155/10, la valutazione su scala annuale.

Nei paragrafi seguenti si riporta la disamina dello stato della qualità dell'aria con specifico riferimento ai parametri di interesse, ovvero gli inquinanti emessi dalla nuova centrale peaker: NO₂ e CO; l'impianto emette anche NH₃, che però non viene monitorata dalle centraline.

In via cautelativa, nella presente disamina si riportano anche le informazioni relative al particolato atmosferico aerodisperso (PM₁₀ e PM_{2.5}), dal momento che tali inquinanti potrebbero essere prodotti secondariamente a partire dalle emissioni della centrale.

4.4.1. OSSIDI DI AZOTO

L'andamento annuale delle concentrazioni di biossido di azoto mostra una marcata dipendenza stagionale, con valori più alti nel periodo invernale, a causa sia della peggiore capacità dispersiva dell'atmosfera nei mesi più freddi sia della presenza di sorgenti aggiuntive come il riscaldamento domestico. I valori misurati nella Provincia di Brescia si attestano poco sopra la mediana dei valori rilevati sul territorio Lombardo, in particolare durante il periodo estivo nell'intorno delle strade a più alta densità

di traffico. Sulla base dei valori rilevati non si evidenzia nessuna specifica criticità legata a questo inquinante.

Stazione	Rendimento (%)	Protezione della salute umana		Protezione degli ecosistemi
		N° superamenti del limite orario NO ₂ (200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte/anno)	Media annuale NO ₂ (limite: 40 µg/m ³)	Media annuale NO _x (limite: 30 µg/m ³)
<i>stazioni del Programma di Valutazione</i>				
BS Broletto	97	2	40	n.a
BS Turati	99	0	62	n.a
BS Villaggio Sereno	86	0	34	n.a
Darfo	93	0	33	n.a
Gambara	98	0	29	46
Lonato	98	0	23	n.a
Odolo	98	0	25	n.a
Rezzato	99	0	26	n.a
Sarezzo	94	0	29	n.a
<i>altre stazioni di interesse locale</i>				
BS Ziziola	99	0	35	n.a
Breno	97	0	28	n.a
Ospitaletto	99	0	41	n.a

*Limite non applicabile in quanto la stazione non è idonea alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato III, paragrafo 3, punto 2, del D. Lgs. 155/2010.

Tabella 20: Concentrazioni di NO₂ e di NO_x - media annuale 2017

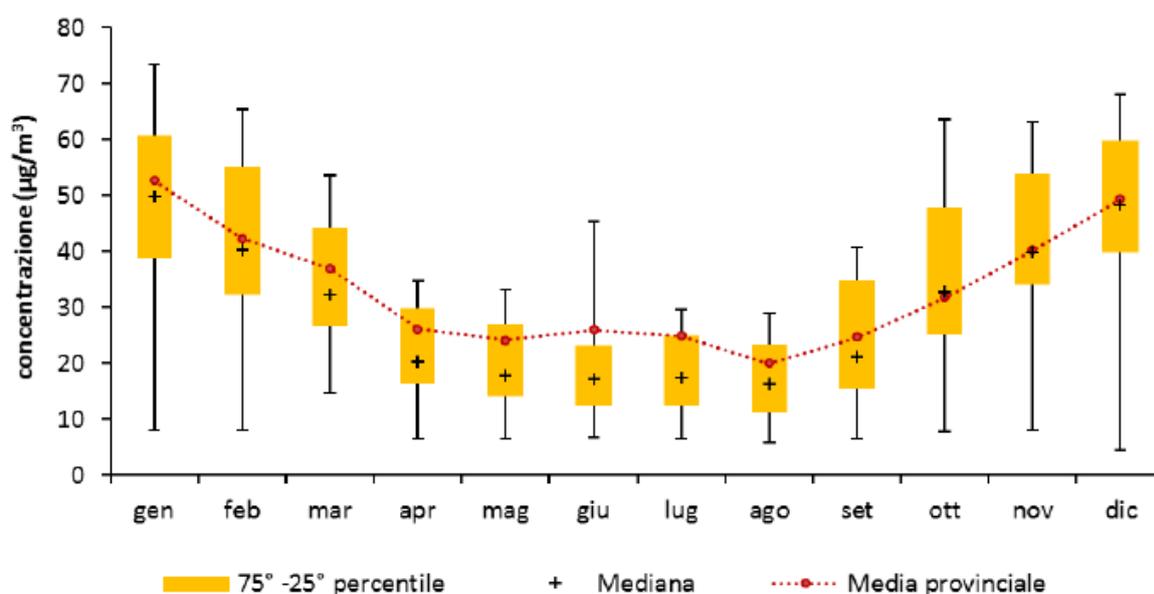


Figura 21: Andamento delle concentrazioni medie mensili di NO₂ nella Regione Lombardia e nelle stazioni della provincia di Brescia - anno 2017

Stazione	Concentrazione media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)																													
	stazioni del Programma di Valutazione																													
BS Broletto	47			71	73	64	72	67	66	44	60		51	44	41	41	51	57	48	48	44	43	42	38	39	37	40			
BS Turati											74				81	94	97		68	65	67	70	71	67	67	67	59	62		
BS Vill. Sereno																								38	35	38	34	34		
Darfo																								38	39	33	29	33		
Gambara	23	30	30	31	36	43	44	45	37			35	32	29	28	26	26	29	20	31	25	23	25	29	21	26	24	29		
Lonato	35	39	41	43	52	47	46		36		40	37	37	37	30	25	22	30	20	21	23	21	22	23	20	21	21	23		
Odolo			54	41	44	44	33	35	37	37	33	25													16	19	21	20	25	
Rezzato					47	50	47	57	51	50	49	46	40	43	39	39	42	43	36	34	31	29	31	32	23	30	26	26		
Sarezzo	39	43	41	48	41	39	36	47	44	41	54	46	33	40		33	39	45	37	33	37	33	42	29	26	30	26	29		
	altre stazioni																													
BS Zioia										56	53	59	57	38	43	43	43	47	52	54	62	53	47	45	39	36	28	36	34	35
Breno				33	38	48	43	48	41	47	37	50	38	38	34	46	55	36	33	32	26	30	26	24	20	27	25	28		
Ospitaletto	37	40	52	46	56	51	52	62	60	60	54	58	48	61	46	58	45	47	26	36	43	39	41	38	33	40	36	41		
Anno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		

Tabella 21: Concentrazioni di NO_2 negli anni - media annuale

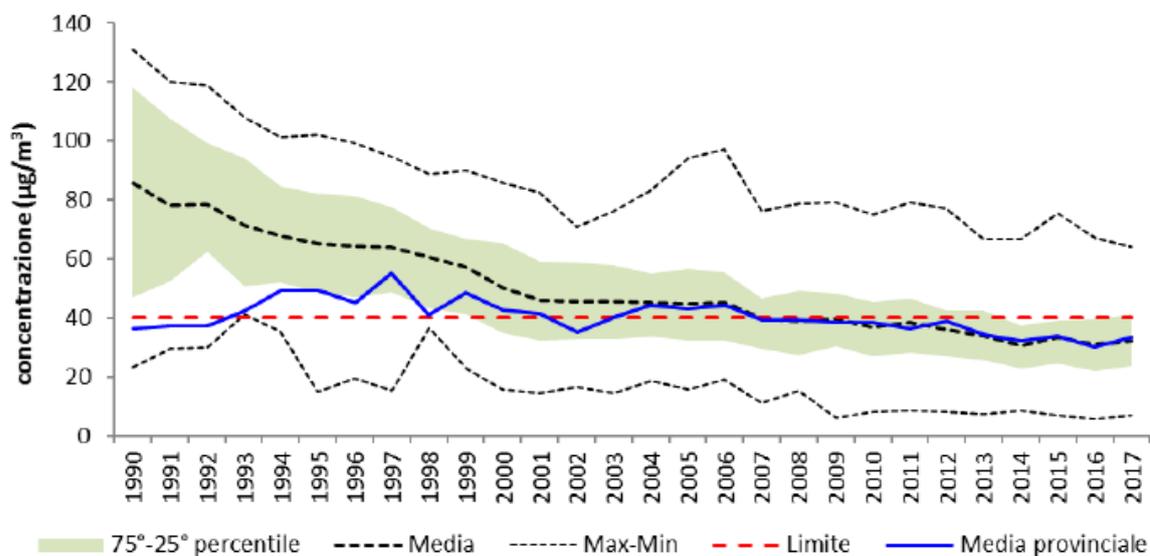


Figura 22: Andamento delle concentrazioni medie annuali di NO_2 nella Regione Lombardia confrontato con il trend della provincia di Brescia

4.4.2. MONOSSIDO DI CARBONIO

Nella seguente Tabella 22 si riporta le concentrazioni medie annue di monossido di carbonio misurate nel corso del 2017 in corrispondenza delle centraline del programma di valutazione site in provincia di Brescia; nella successiva Figura 23 si riporta invece l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il CO ottenuti per la rete di monitoraggio della regione Lombardia confrontati con i valori medi mensili registrati dalle stazioni della Provincia di Brescia.

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (mg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (10 mg/m ³ come massimo della media mobile su 8 ore)	Massima media su 8 ore (mg/m ³)
<i>stazioni del Programma di Valutazione</i>				
BS Broletto	95	0.4	0	1.8
BS Turati	98	0.8	0	2.2
Rezzato	99	0.5	0	1.8
Sarezzo	96	0.4	0	2.0
<i>altre stazioni</i>				
BS Ziziola	95	0.5	0	3.2
Ospitaletto	87	0.4	0	1.8

Tabella 22: Concentrazioni di CO - media annuale 2017

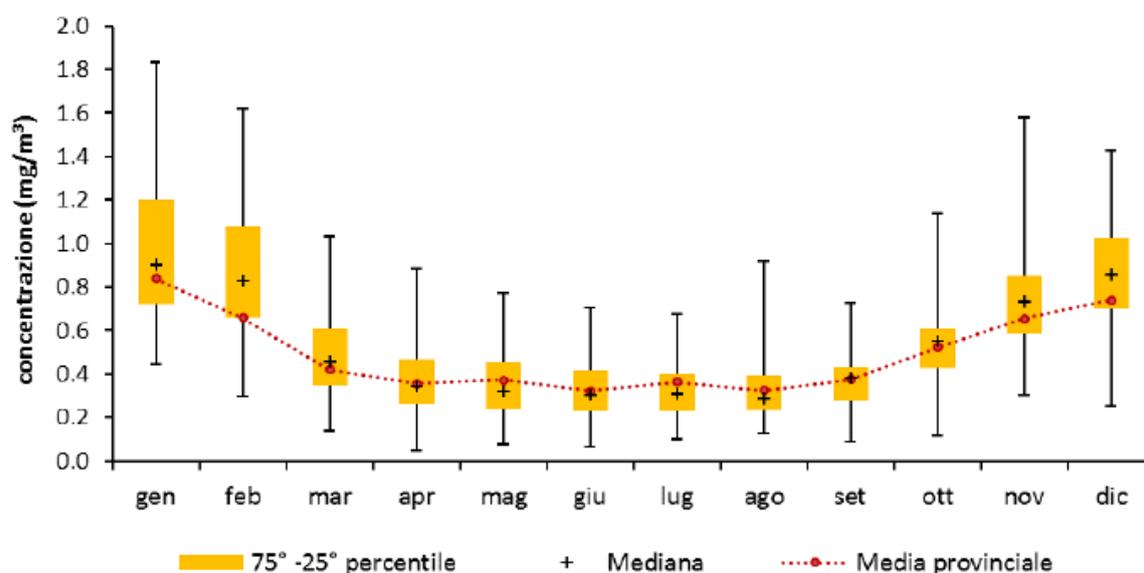


Figura 23: Andamento delle concentrazioni medie mensili di CO nella Regione Lombardia e nelle stazioni della provincia di Brescia - anno 2017

Al pari dell'anidride solforosa, grazie all'innovazione tecnologica, i valori ambientali di monossido di

carbonio sono andati diminuendo negli anni, fino a raggiungere livelli prossimi al fondo naturale e al limite di rilevabilità degli analizzatori. In conclusione, le concentrazioni sono ormai ovunque ben al di sotto dei limiti di legge non costituendo più un rilevante problema di inquinamento atmosferico.

Stazione	Concentrazione media annuale (mg/m ³)																					
	stazioni del Programma di Valutazione																					
BS Broletto	1.5	1.5	1.3	1.0	1.1	0.7	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4		
BS Turati				3.9	3.1	2.3	2.8	2.1	1.9	1.5	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	
Rezzato					0.9	0.6	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	
Sarezzo	1.0	0.9		0.8	0.9	0.8	1.0	0.7	0.9	0.8	1.0	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	
	altre stazioni																					
BS Ziziola		1.6	1	1.1	0.9	0.8	0.8	0.9	0.5	0.4	0.5	0.7	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	
Ospitaletto												0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	
Anno	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017

Tabella 23: Concentrazioni di CO negli anni - media annuale

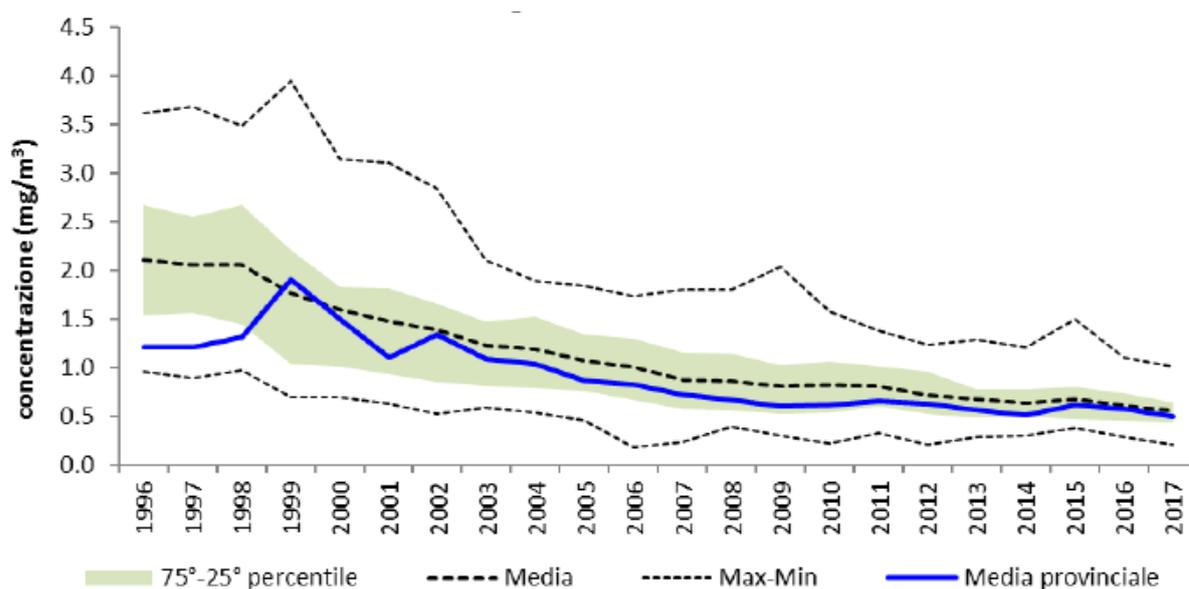


Figura 24: Andamento delle concentrazioni medie annuali di CO nella Regione Lombardia confrontato con il trend della provincia di Brescia

4.4.3. PARTICOLATO ATMOSFERICO AERODISPERSO: PM10 E PM2,5

Nella successiva Tabella 24 si riporta il confronto tra i livelli di PM10 misurati nel corso dell'anno 2017 dalle centraline della Provincia di Brescia con i valori di riferimento definiti dal D. Lgs. 155/2010.

In tabella compaiono anche i dati rilevati mediante campionamento manuale nel quartiere S. Polo.

Nella Figura 25 della pagina successiva si riporta l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il PM10, ottenuti per la rete di monitoraggio della regione Lombardia e confrontati con i valori medi mensili registrati dalle stazioni della provincia di Brescia.

Stazioni	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 40 µg/m ³)	N° superamenti del limite giornaliero (50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte/anno)
<i>stazioni del Programma di Valutazione</i>			
BS Broletto (**)	97	37	69
BS Vill.Sereno (**)	90	39	86
Darfo (**)	90	34	63
Odolo (**)	94	35	69
Rezzato (**)	96	42	100
Sarezzo (**)	94	32	53
<i>campionamenti indicativi presso altre stazioni</i>			
BS S.Polo (*)	93	39	85
BS Sabbioneta (*)	86	33	56

(*) campionatore gravimetrico manuale

(**) analizzatore automatico a raggi beta

Tabella 24: Concentrazioni di PM10 – media annuale 2017

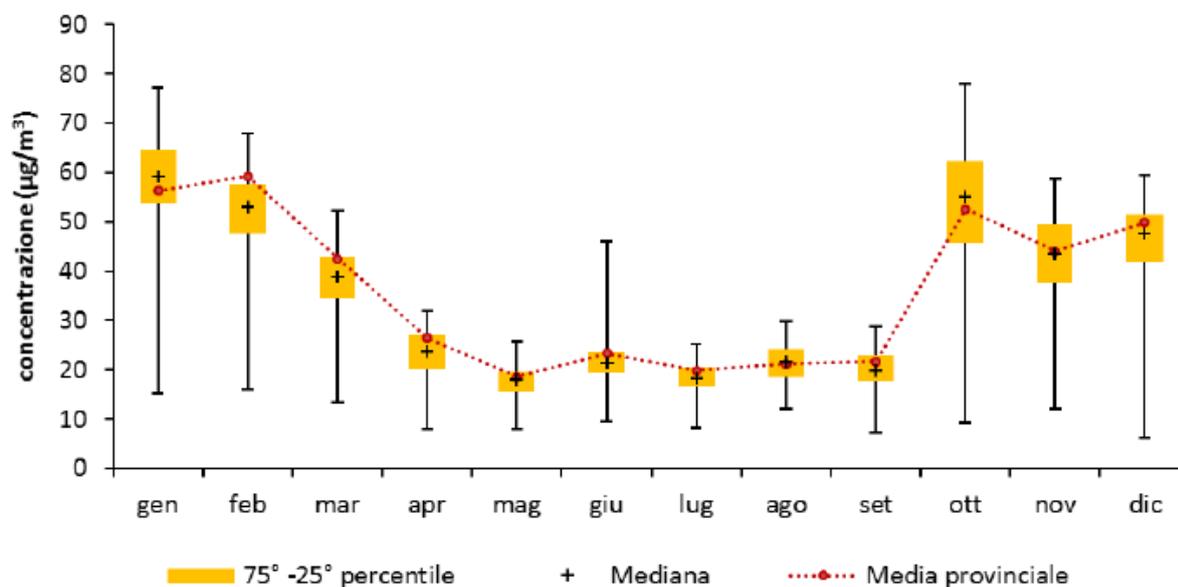


Figura 25: Andamento delle concentrazioni medie mensili di PM10 nella Regione Lombardia e nelle stazioni della provincia di Brescia - anno 2017

L'andamento annuale delle concentrazioni di PM10, al pari degli altri inquinanti, mostra una marcata dipendenza stagionale, con valori più alti nel periodo invernale, a causa sia della peggiore capacità dispersiva dell'atmosfera nei mesi più freddi sia della presenza di sorgenti aggiuntive come, ad esempio, il riscaldamento domestico. La generale omogeneità delle concentrazioni rilevate a livello di bacino e la dipendenza delle concentrazioni dalle condizioni meteorologiche è confermata dalla ridotta distanza interquartile osservabile all'interno di ciascun mese considerato. I valori misurati nella Provincia di Brescia, espressi come media a livello provinciale ricalcano l'andamento osservabile a livello regionale. Questo anche se, in particolare in periodo invernale, le concentrazioni rilevate presso il sito di Rezzato risultano elevate anche in rapporto alle altre postazioni prese a riferimento. Con l'eccezione della postazione di Rezzato, le altre postazioni della provincia di Brescia hanno rispettato, nel 2017, il previsto limite di legge sulla media annuale mentre presso tutte le postazioni si sono registrati un numero di superamenti del limite per la media giornaliera superiore a quello consentito dalla norma. Pur se presenti, gli sforamenti del limite per la media giornaliera non rappresentano una criticità univoca della provincia di Brescia, ma più in generale di tutta la Pianura Padana.

Nella Tabella 25 della pagina seguente si riportano i livelli di PM2,5 misurati nel corso dell'anno 2017 nelle centraline della Provincia di Brescia.

Stazione	Rendimento (%)	Media annuale (limite: 25 µg/m ³)
<i>stazioni del Programma di Valutazione</i>		
BS Broletto	95	24
BS Vill.Sereno	92	29
Darfo	84	27

Tabella 25: Concentrazioni di PM_{2,5} - media annuale 2017

Nella successiva Figura 26 si riporta l'andamento dei valori minimi e massimi e del 25°, 50° (mediana) e 75° percentile, relativi alle medie mensili per il PM_{2,5}, ottenuti per la rete di monitoraggio della regione Lombardia, e confrontati con i valori medi mensili registrati dalle stazioni della provincia di Brescia.

L'andamento dei percentili fornisce indicazioni sull'effettiva distribuzione dei valori delle concentrazioni nell'arco di ogni mese. Per il parametro PM_{2,5} è stato rilevato il superamento del limite previsto per la media annuale presso la postazione di Brescia Villaggio Sereno e presso la postazione di Darfo mentre lo stesso limite risulta rispettato presso la postazione di Brescia Broletto.

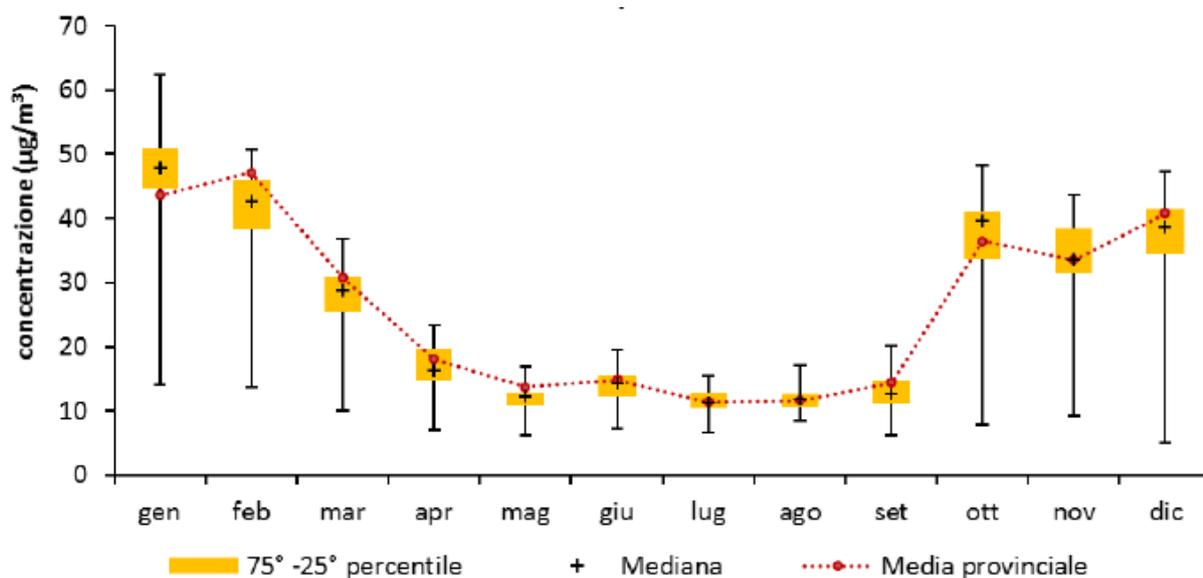


Figura 26: Andamento delle concentrazioni medie mensili di PM_{2,5} nella Regione Lombardia e nelle stazioni della provincia di Brescia - anno 2017

Nella seguente Tabella 26 e nelle successive Figura 27 e Figura 28 sono infine riportati i trend annuali delle concentrazioni di PM10 e PM2,5 relativi alla provincia di Brescia.

Inquinante	Stazione	Concentrazione media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)																
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>																		
PM10	BS Broletto	51	51	50	49	50	42	38	40	39	42	41	35	30	36	33	37	
	BS Vill.Sereno						53	49	43	42	40	42	40	39	33	37	35	39
	Darfo									39	39	40	37	35	31	35	31	34
	Odolo				38	41	38	31	34	30	36	34	28	27	31	30	35	
	Rezzato		56	50	53	57	58	51	48	44	54	46	42	37	43	39	42	
	Sarezzo	47	49		49	42	40	38	38	34	39	34	31	30	32	28	32	
<i>Stazioni del Programma di Valutazione</i>																		
PM2.5	BS Broletto												25	20	24	23	24	
	BS Vill.Sereno						36	31	32	31	32	30	31	25	29	28	29	
	Darfo								33	32	32	29	27	22	27	24	27	
Anno		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	

Tabella 26: Concentrazioni di PM10 e PM2,5 negli anni - media annuale

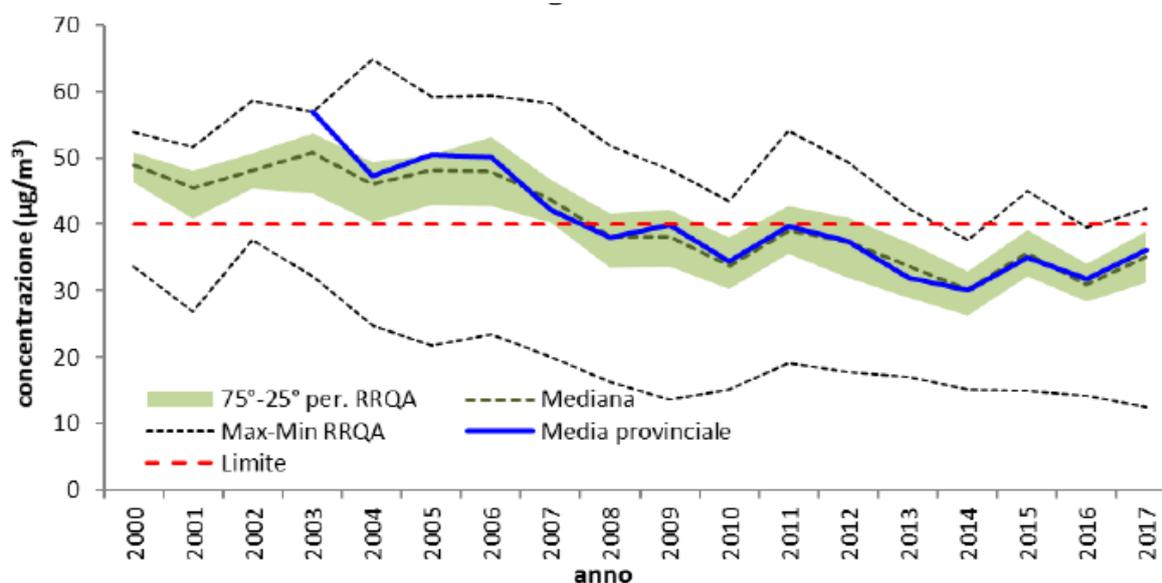


Figura 27: Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM10 nella Regione Lombardia confrontato con il trend della provincia di Brescia

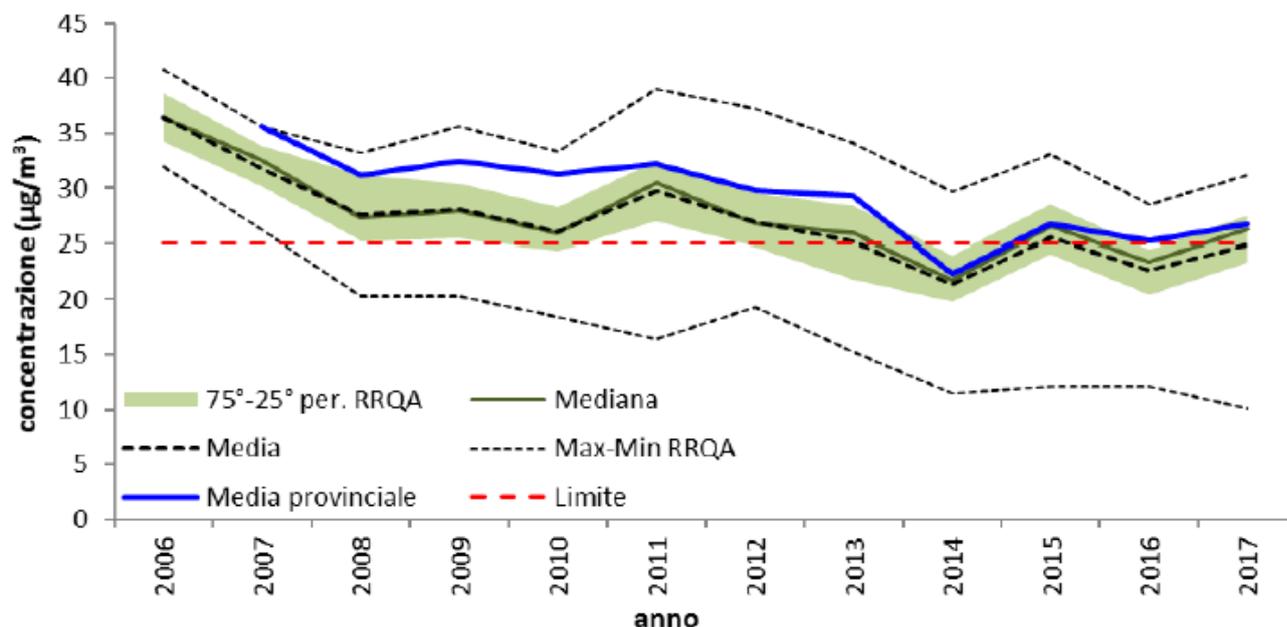


Figura 28: Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM_{2,5} nella Regione Lombardia confrontato con il trend della provincia di Brescia

4.4.4. QUALITÀ DELL'ARIA NELLE CENTRALINE POSTE NELL'INTORNO DEL SITO

Fermo quanto riportato nei paragrafi precedenti in merito allo stato della qualità dell'aria complessivamente rilevato sul territorio della Provincia di Brescia, nel seguito si riportano valutazioni di maggior dettaglio in merito ai valori riscontrati in corrispondenza delle centraline più prossime all'area in esame.

In merito a questo merita fin da subito richiamare il fatto che né nel comune di Nave, né nelle immediate vicinanze, sono presenti stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Le stazioni di monitoraggio più prossime all'impianto sono mostrate nella Figura 29 di pagina 48; la loro distanza varia da circa 7,5 km (Brescia via Turati) a circa 11 km (Sarezzo).

Tutte le stazioni indicate in Figura 29, con l'eccezione di Odolo, sono ubicate in comuni che con Nave condividono la classificazione in termini di qualità dell'aria (agglomerato di Brescia). Per la caratterizzazione della qualità dell'aria in termini di livelli di NO_x, NO₂ e CO (inquinanti emessi dall'impianto ^[1]) verranno quindi considerate le stazioni indicate in Figura 29, tranne Odolo.

^[1] Come già richiamato in precedenza, l'impianto emette anche NH₃, che però non viene monitorata dalle centraline.

Merita comunque sottolineare che le centraline sopra individuate, pur essendo le più prossime al sito, sono comunque posizionate a distanze elevate ben oltre l'area interessata dalle ricadute degli inquinanti prodotti dalla centrale in progetto; inoltre, si tratta per la maggior parte dei casi di stazioni funzionali alla misura di valori di fondo o di sorgenti tipicamente da traffico veicolare (cfr. Tabella 27), salvo la stazione di Rezzato che è destinata a sorgenti di tipo industriale ma è collocata ad oltre 8 km dal sito di Nave. Tali stazioni di monitoraggio risultano pertanto di per se poco rappresentative delle aree in cui la qualità dell'aria è potenzialmente influenzata dalle emissioni della centrale in progetto, e vengono esaminate a titolo meramente indicativo.

Le caratteristiche delle stazioni di qualità dell'aria sono riepilogate nella seguente Tabella 27.

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione
BS – Broletto	Urbana	Traffico
BS – Turati	Urbana	Traffico
BS – Villaggio Sereno	Urbana	Fondo
Rezzato	Suburbana	Industriale
Sarezzo	Urbana	Fondo

Tabella 27: Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio considerate

Con riferimento alla tabella precedente, si ritiene utile richiamare che le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria vengono classificate in funzione del principale tipo di sorgente da cui sono maggiormente influenzate le loro misure, e del tipo di zona in cui sono ubicate. Il tipo di stazione è definito come segue:

- **Traffico:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico media alta.
- **Industriale:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.
- **Fondo:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

Il tipo di zona in cui è ubicata la stazione di monitoraggio è da intendersi come segue:

- Urbana: area edificata in continuo o almeno in modo predominante
- Suburbana: area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate
- Rurale: tutte le aree diverse da quelle urbane e suburbane. Il sito fisso si definisce rurale remoto se è localizzato ad una distanza maggiore di 50 km dalle fonti di emissione

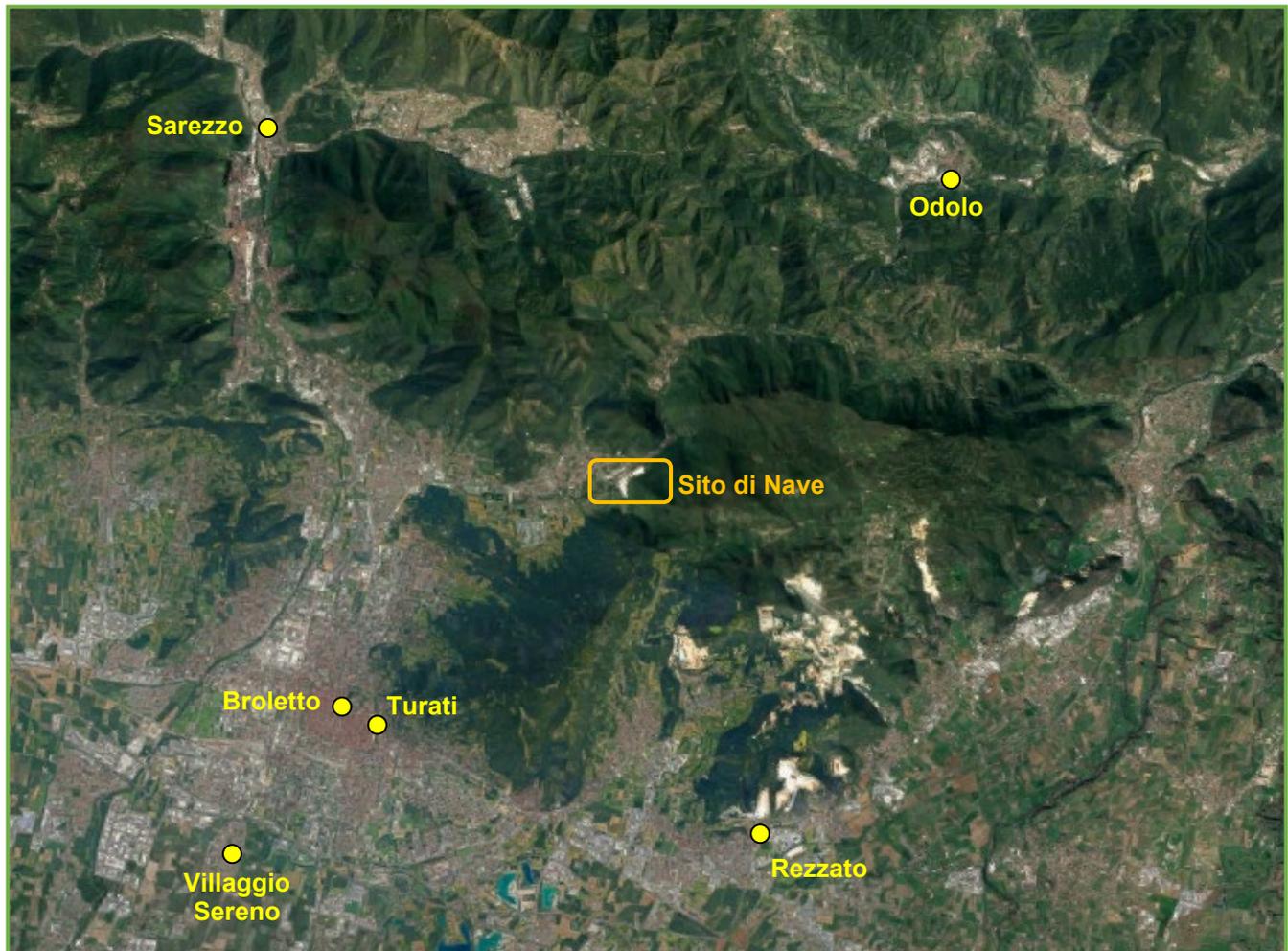


Figura 29: Posizioni delle stazioni di monitoraggio rispetto al sito in esame

4.4.4.1. BIOSSIDO DI AZOTO

Le concentrazioni medie orarie di NO₂ registrate dalle stazioni di monitoraggio sono mostrate nelle successive Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33 e Figura 34.

Si osserva che il valore limite di 200 µg/m³ nel 2017 è stato superato solo nella stazione Brescia Broletto per due volte (il D. Lgs. 155/2010 stabilisce un massimo di 18 superamenti per anno). Le statistiche relative alle misure di NO₂ durante l'anno 2017 sono riportate nella seguente Tabella 28.

	BS Broletto	BS Turati	BS Villaggio Sereno	Rezzato	Sarezzo
Media (µg/m ³)	39,9	61,7	34,1	26,2	28,9
N. Sup. 200 µg/m ³	2	0	0	0	0
Percentile 99,79 (µg/m ³)	164,1	151,7	129,4	80,1	88,6
Massimo (µg/m ³)	223,1	192,8	180,2	91	107
N. dati validi	8485	8652	7566	8688	8227
% Dati validi	96,9	98,8	86,4	99,2	93,9

Tabella 28: Statistiche relative alle misure di NO₂ durante l'anno 2017

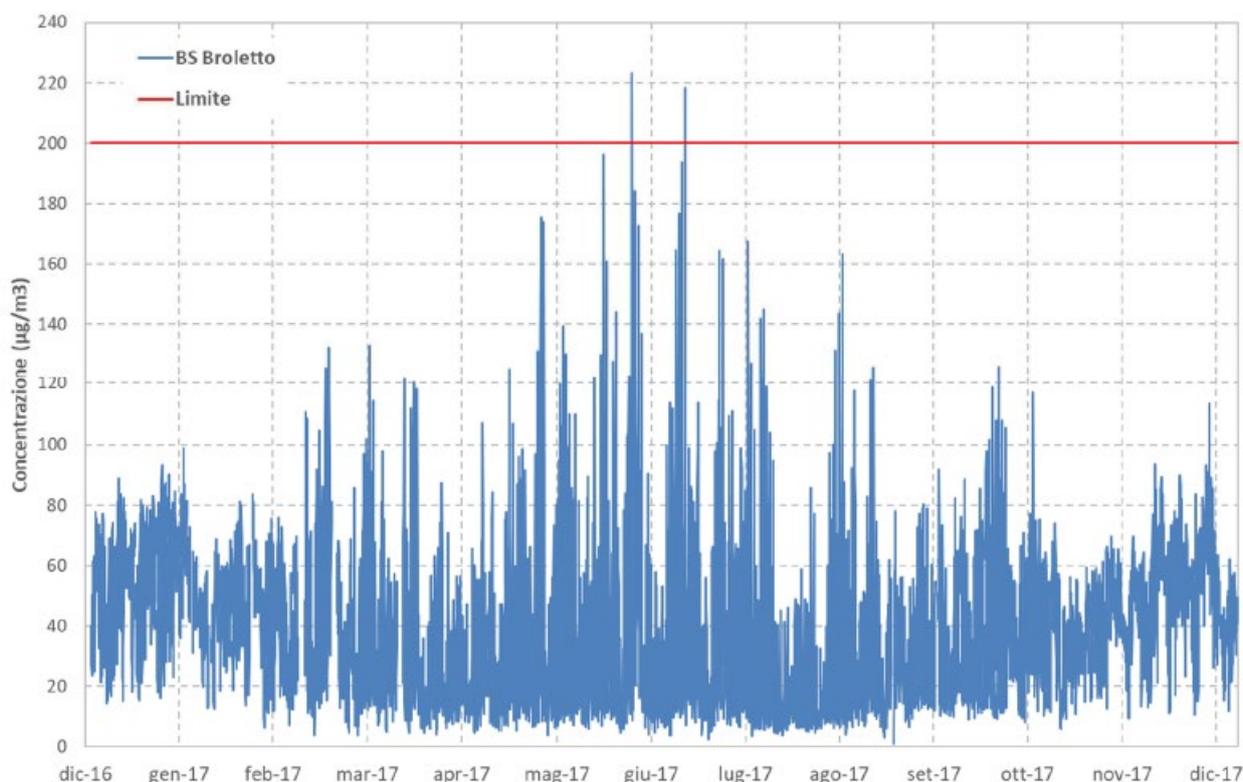


Figura 30: Andamento temporale della concentrazione media oraria di NO₂ presso la stazione di monitoraggio Broletto.

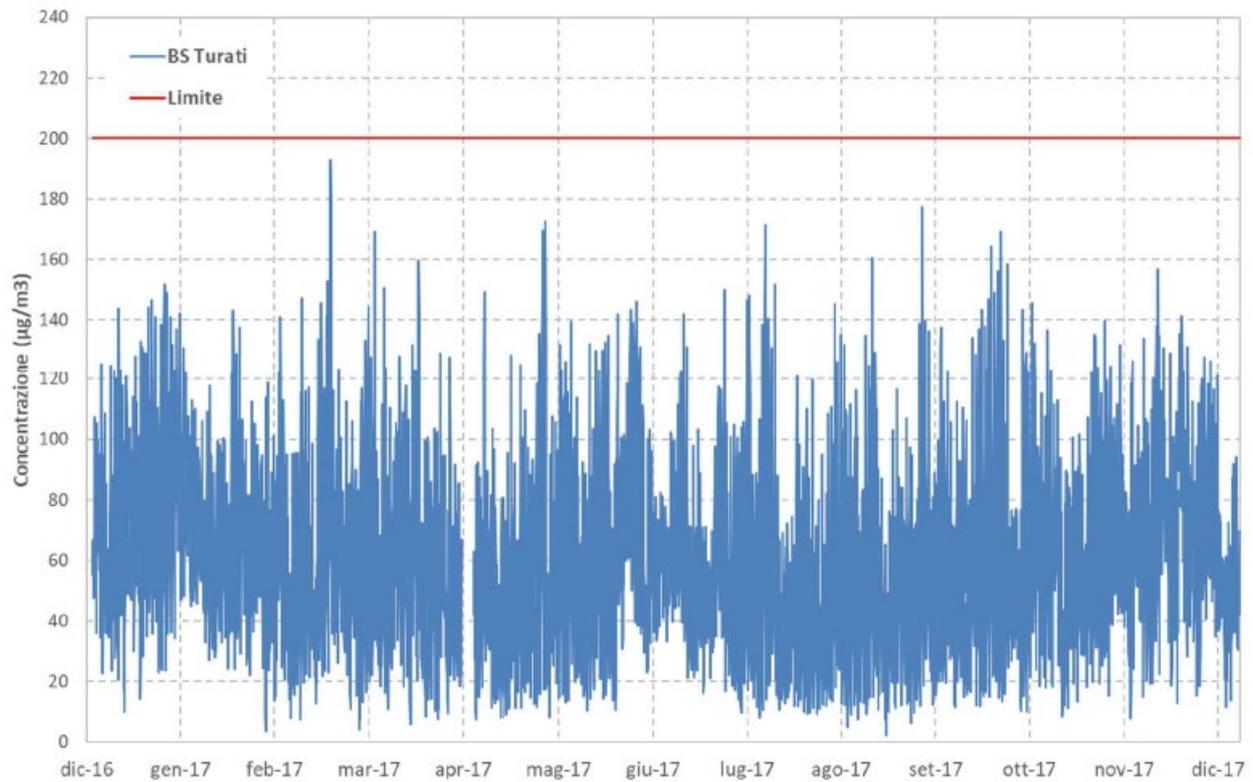


Figura 31: Andamento temporale della concentrazione media oraria di NO₂ presso la stazione di monitoraggio Turati.

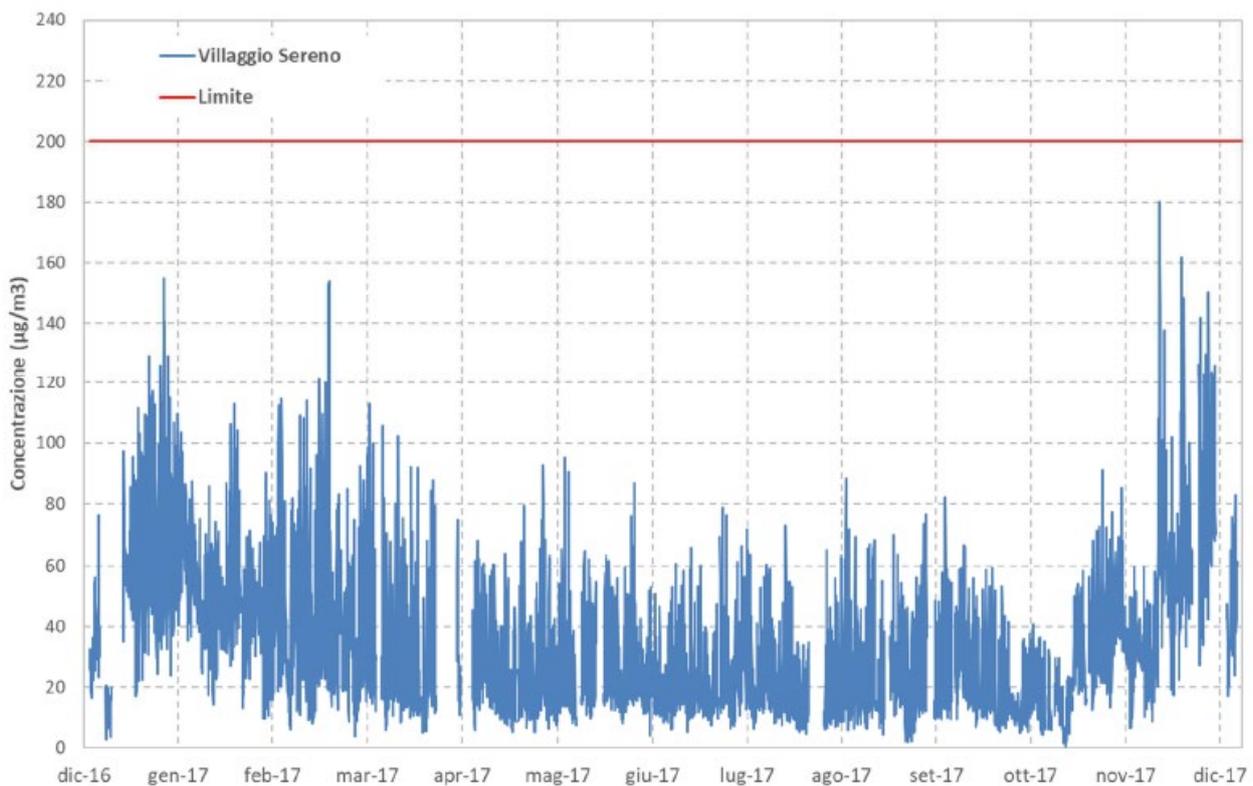


Figura 32: Andamento temporale della concentrazione media oraria di NO₂ presso la stazione di monitoraggio Villaggio Sereno

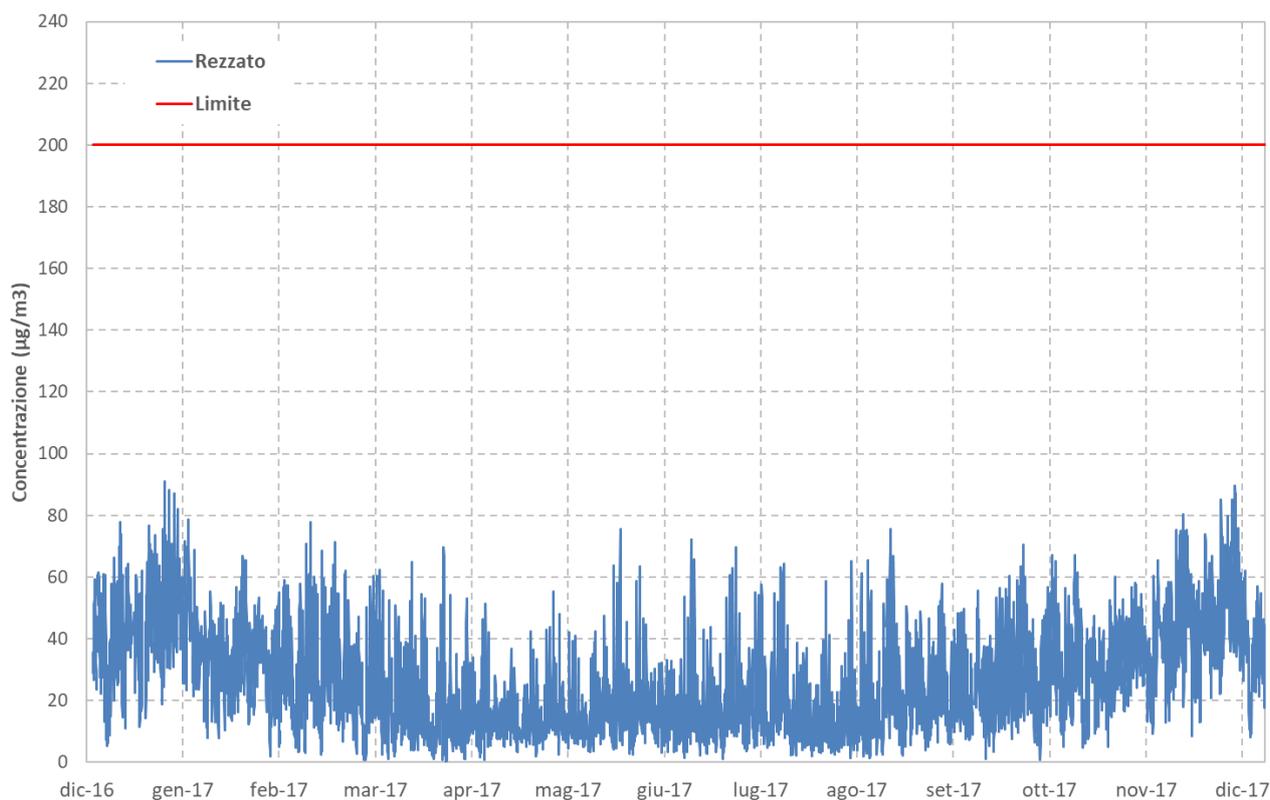


Figura 33: Andamento temporale della concentrazione media oraria di NO₂ presso la stazione di monitoraggio Rezzato

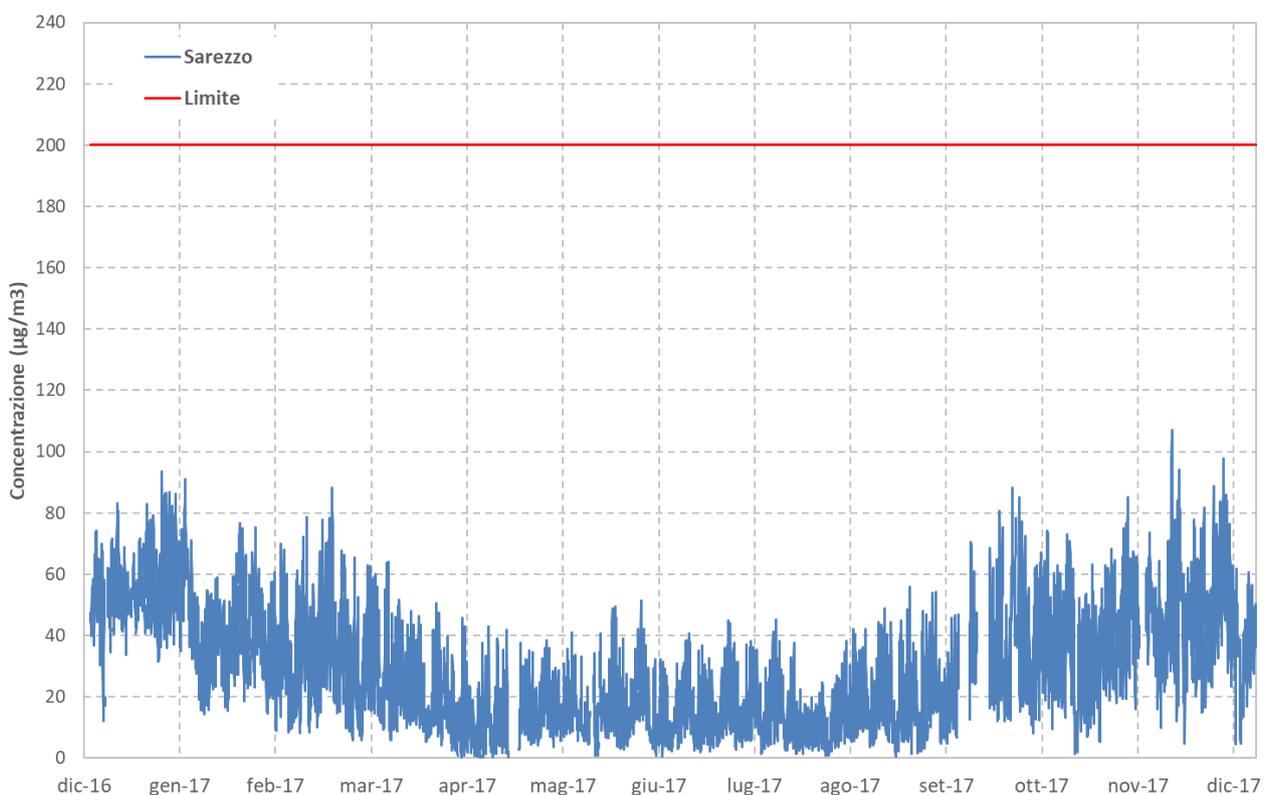


Figura 34: Andamento temporale della concentrazione media oraria di NO₂ presso la stazione di monitoraggio Sarezzo

La seguente Tabella 29 mostra le statistiche ottenute dai rapporti tra le concentrazioni di NO₂ e quelle di NO_x misurate durante l'anno 2017 nelle stazioni considerate. Si osserva che in quattro delle cinque stazioni il valore massimo del rapporto è maggiore di uno, probabilmente a causa di errori di misura.

I valori minimi in tutte le stazioni sono all'incirca pari a 0,1 (cioè il 10% di NO_x è costituito da NO₂), mentre i valori medi sono all'incirca pari a 0,7. I valori medi sarebbero minori correggendo le situazioni anomale in cui risulta un rapporto NO₂/NO_x maggiore di uno.

	BS Broletto	BS Turati	BS Villaggio Sereno	Rezzato	Sarezzo
Min	0.12	0.07	0.01	0.08	0.02
Media	0.78	0.43	0.72	0.72	0.68
Mediana	0.87	0.42	0.80	0.80	0.70
Max	2.04	0.95	1.92	1.47	3.94
N. dati validi	8485	8648	7566	8686	8225
% dati validi	96.9	98.7	86.4	99.2	93.9

Tabella 29: Statistiche relative ai rapporti tra le misure di NO₂ e quelle di NO_x durante l'anno 2017

4.4.4.2. MONOSSIDO DI CARBONIO

Le concentrazioni medie orarie di CO registrate dalle stazioni di monitoraggio sono mostrate nelle pagine seguenti in Figura 35, Figura 36, Figura 37 e Figura 38.

Si osserva che il valore limite di 10 mg/m³ per la media mobile di 8 ore nel 2017 non è stato superato in nessuna stazione (poiché nemmeno le medie orarie superano tale valore).

Le statistiche relative alle misure di CO durante l'anno 2017 sono riportate nella seguente Tabella 30 .

	BS Broletto	BS Turati	Rezzato	Sarezzo
Media (mg/m³)	0.4	0.8	0.5	0.4
Massimo (mg/m³)	2.8	2.9	2.3	2.3
N. dati validi	8370	8584	8686	8441
% dati validi	95.5	98.0	99.2	96.4

Tabella 30: Statistiche relative alle misure di CO durante l'anno 2017

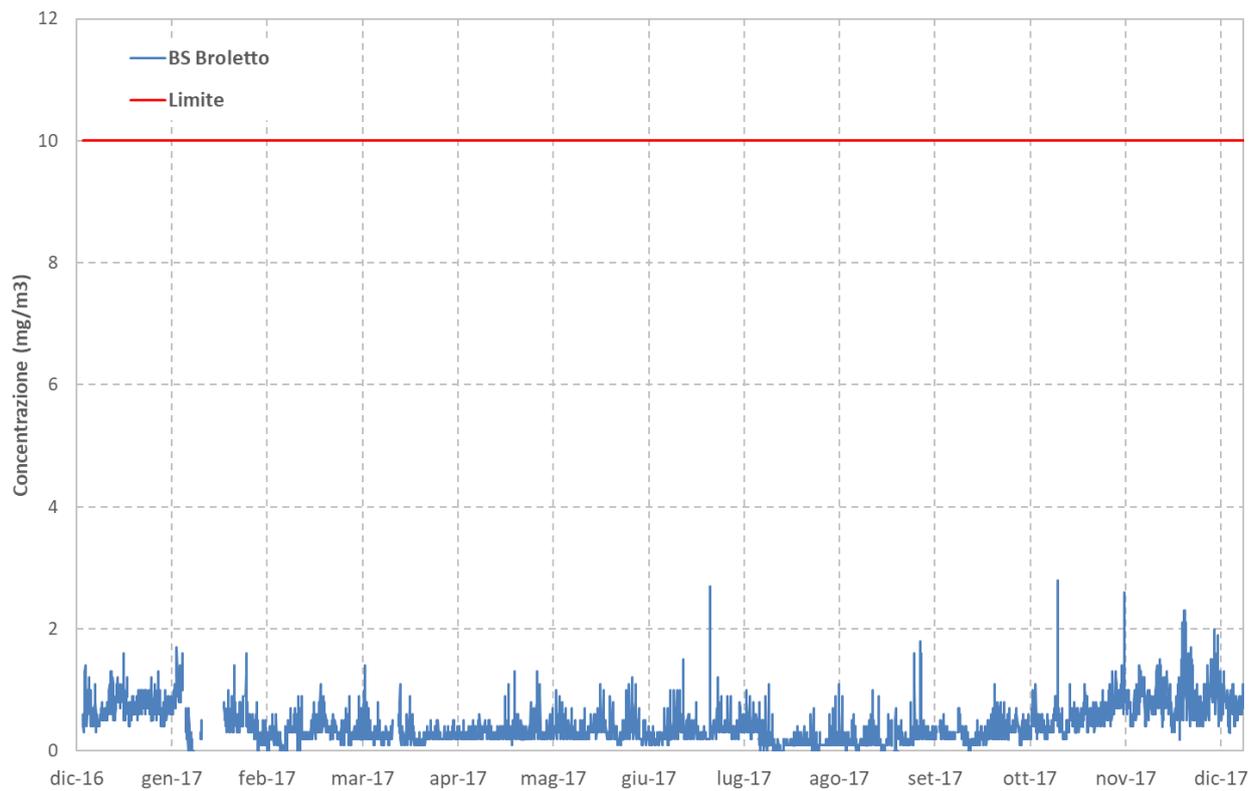


Figura 35: Andamento temporale della concentrazione media oraria di CO presso la stazione di monitoraggio Broletto

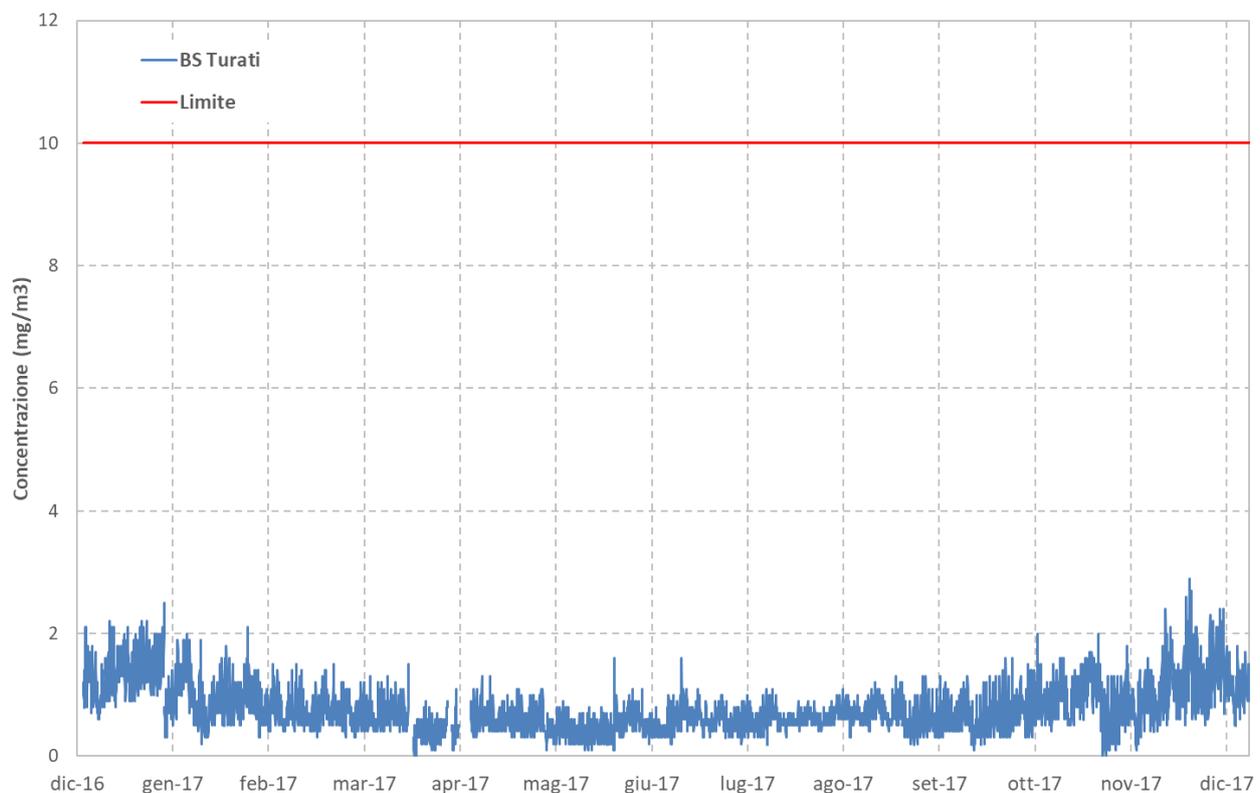


Figura 36: Andamento temporale della concentrazione media oraria di CO presso la stazione di monitoraggio Turati

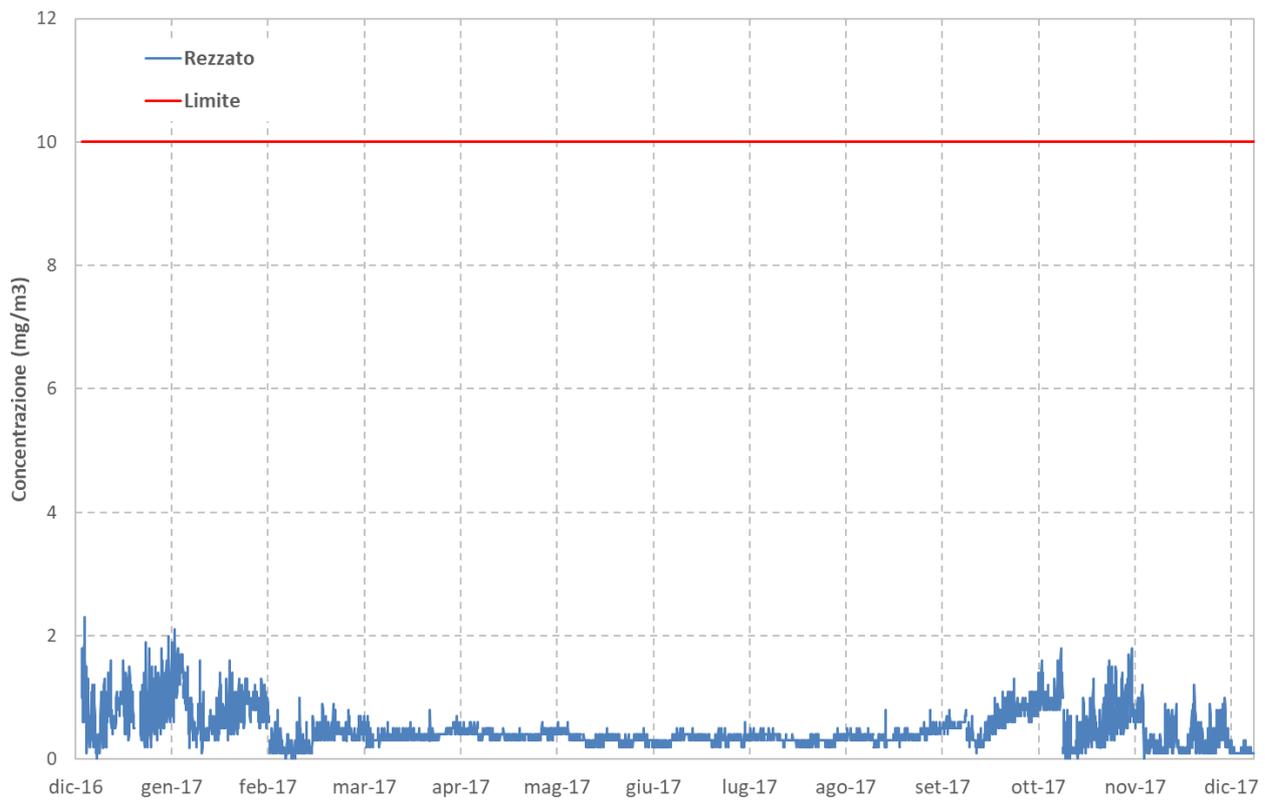


Figura 37: Andamento temporale della concentrazione media oraria di CO presso la stazione di monitoraggio Rezzato

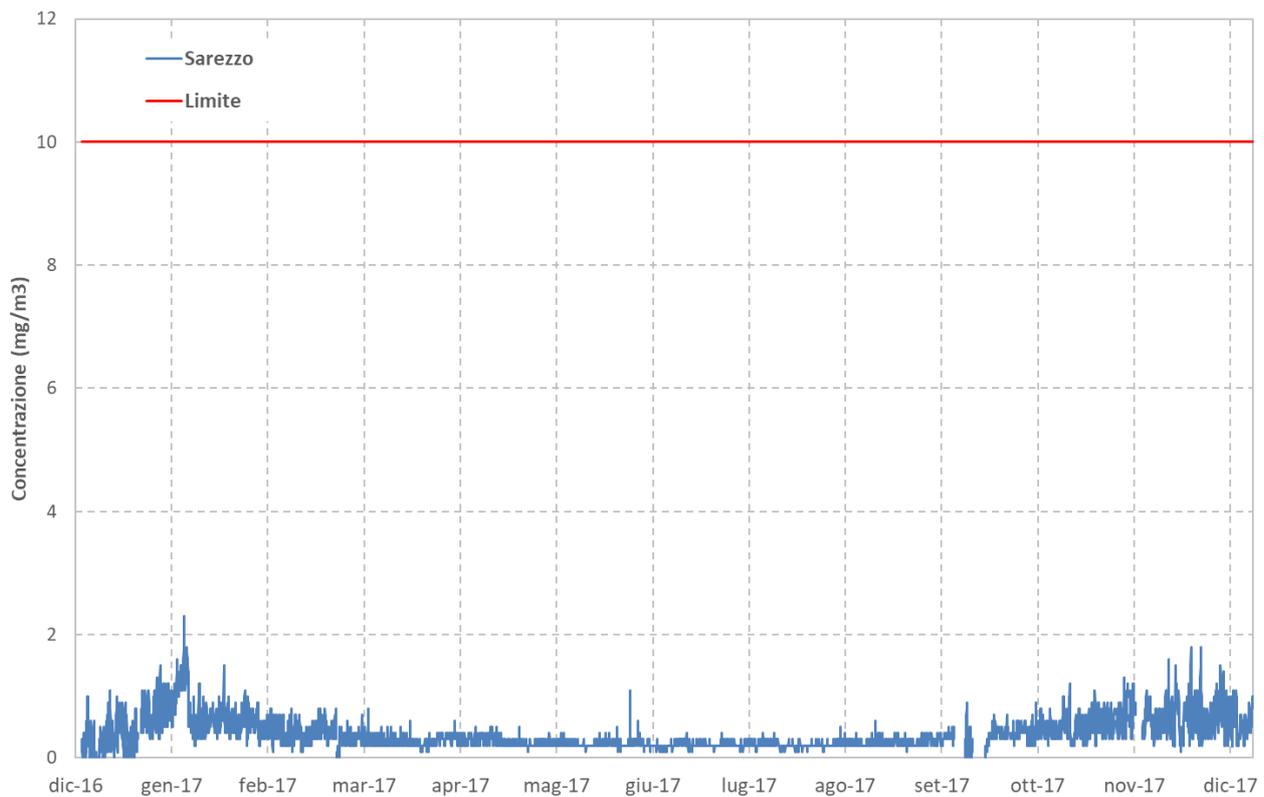


Figura 38: Andamento temporale della concentrazione media oraria di NO₂ presso la stazione di monitoraggio Sarezzo

4.4.4.3. POLVERI (PM10 E PM2.5)

Le concentrazioni medie giornaliere di PM10 registrate dalle stazioni di monitoraggio sono mostrate in Figura 39 e Figura 40, mentre quelle di PM2.5 sono mostrate in Figura 41 e Figura 42. Il valore limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito per la media di 24 ore di PM10 nel 2017 è stato superato per 69 volte nella stazione Broletto e per 86 volte nella stazione Villaggio Sereno (il D. Lgs. 155/2010 stabilisce un massimo di 35 superamenti per anno).

Le statistiche relative alle misure di PM10 durante l'anno 2017 sono riportate in Tabella 31, mentre quelle relative alle misure di PM2.5 sono riportate in Tabella 32.

	Broletto	Villaggio Sereno
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36,5	39,1
N. Sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	69	86
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	192	173
N. dati validi	354	329
% Dati validi	90,1	97,0

Tabella 31: Statistiche relative alle misure di PM10 durante l'anno 2017

	Broletto	Villaggio Sereno
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24,2	29,5
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	111	131
N. dati validi	347	334
% Dati validi	91,5	95,1

Tabella 32: Statistiche relative alle misure di PM2.5 durante l'anno 2017

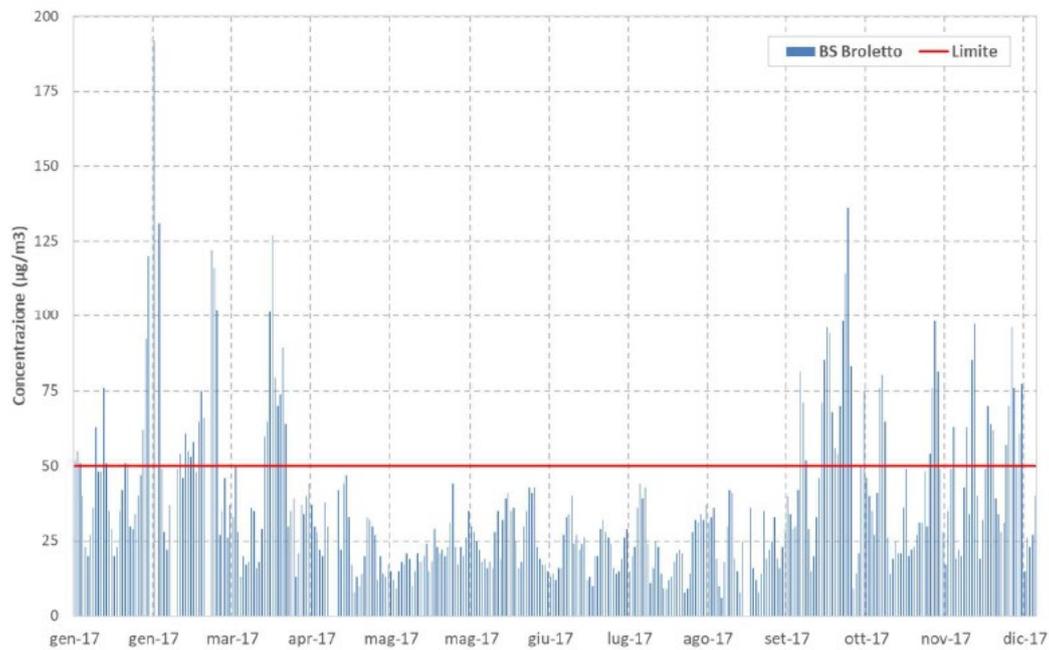


Figura 39: Andamento temporale della concentrazione media giornaliera di PM10 presso la stazione di monitoraggio Broletto.

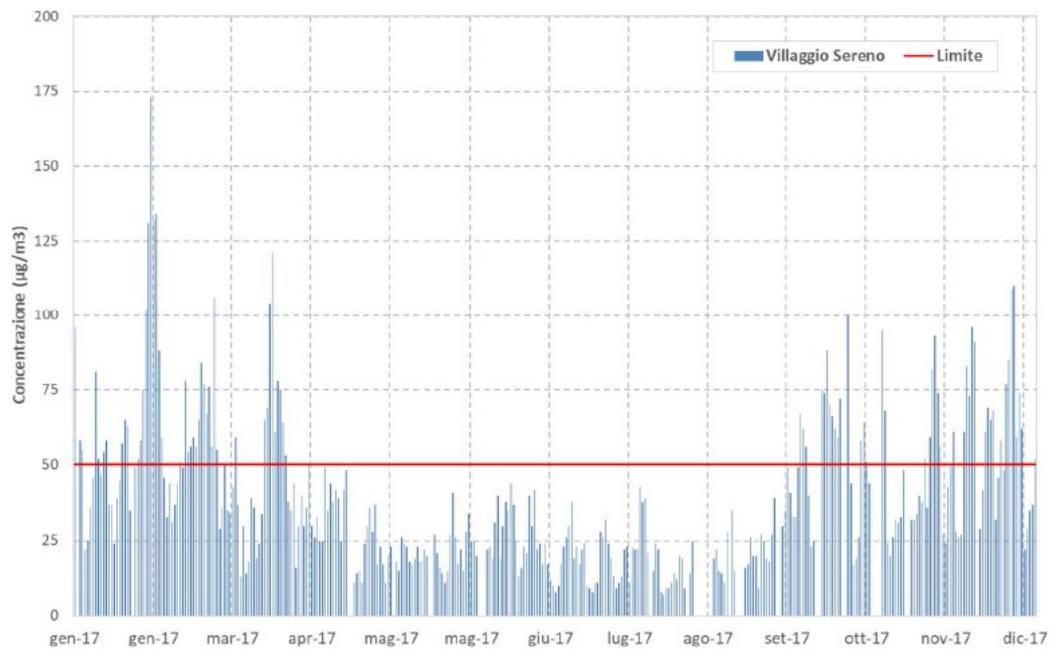


Figura 40: Andamento temporale della concentrazione media giornaliera di PM10 presso la stazione di monitoraggio Villaggio Sereno.

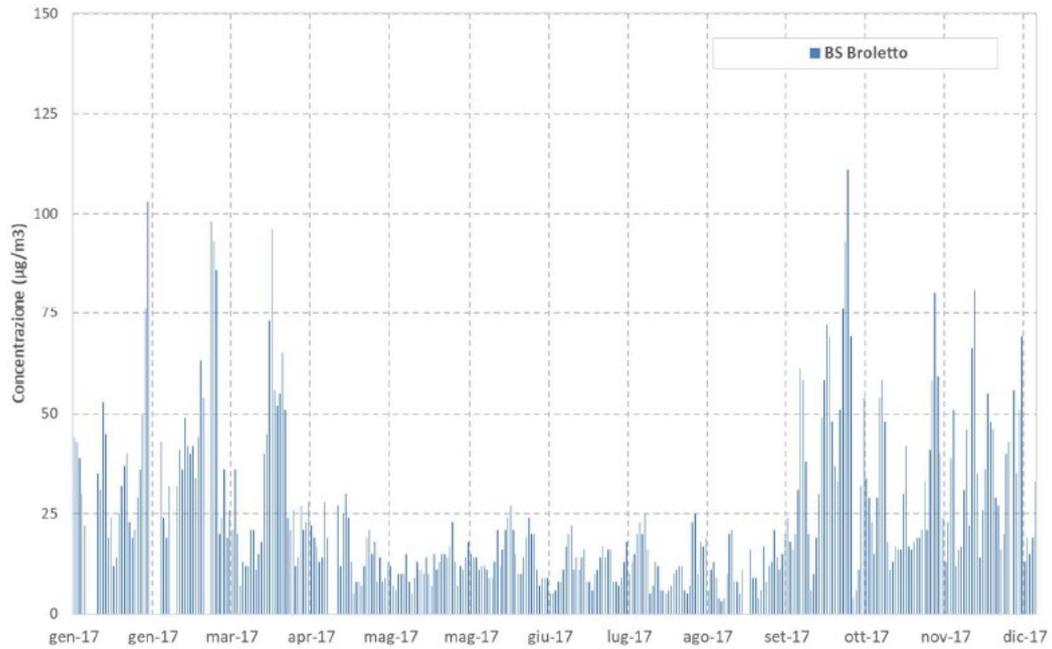


Figura 41: Andamento temporale della concentrazione media giornaliera di PM2.5 presso la stazione di monitoraggio Broletto

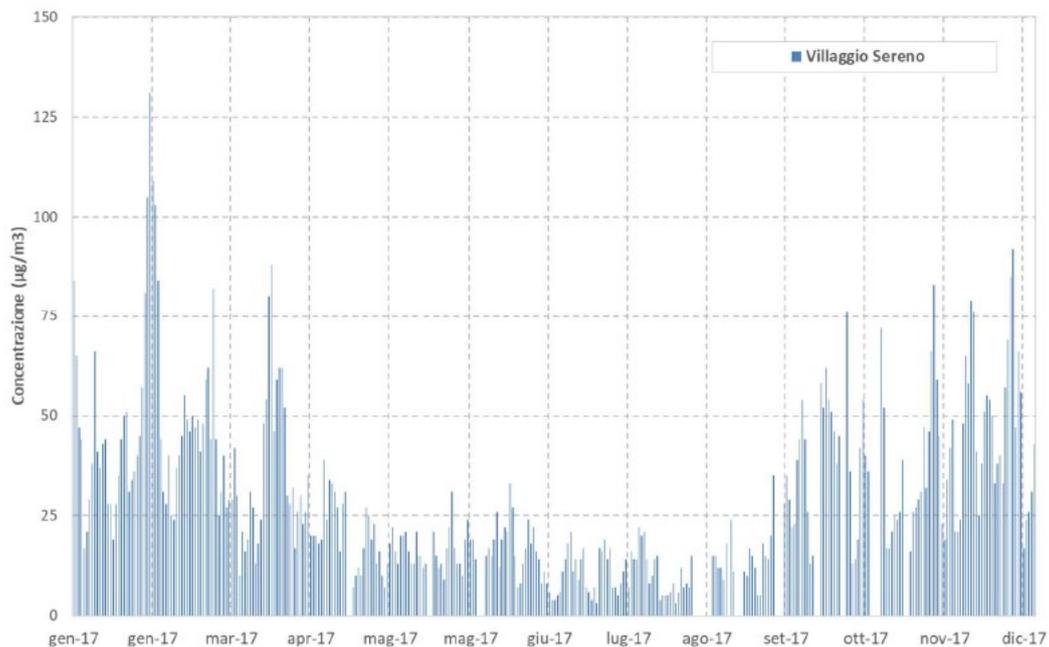


Figura 42: Andamento temporale della concentrazione media giornaliera di PM2.5 presso la stazione di monitoraggio Villaggio Sereno

5. DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

Gli impatti ambientali che saranno generati dall'esercizio della nuova centrale che possono determinare anche potenziali effetti sulla salute pubblica sono essenzialmente riconducibili alle sole emissioni atmosferiche.

Gli aspetti relativi al rumore risultano infatti non determinare rischi significativi per la salute della popolazione in quanto le emissioni sonore della centrale in progetto rispettano i limiti di emissione per la classe acustica di appartenenza prevista dal Piano Comunale di Classificazione Acustica.

5.1. STUDIO DELLE RICADUTE

Nel presente paragrafo sono illustrati i risultati dello Studio delle ricadute degli inquinanti emessi dall'esercizio della centrale in progetto (cui si rimanda per maggiori dettagli); il contributo in termini di ricadute è calcolato come variazione tra lo scenario emissivo autorizzato attuale dello stabilimento esistente e lo scenario emissivo futuro in cui sono riportate anche le emissioni in atmosfera della nuova centrale.

Nel futuro impianto peaker di Duferco Sviluppo Spa saranno presenti due nuovi turbogeneratori alimentati a gas naturale, che entreranno in funzione solo poche centinaia di ore all'anno a seguito di una effettiva richiesta di picco di energia elettrica: si sottolinea fin d'ora che in via assolutamente cautelativa nelle simulazioni effettuate è stato ipotizzato un esercizio continuativo della centrale per tutte le ore dell'anno.

Al fine di valutare l'impatto complessivo futuro sono state prese in considerazione tutte le sorgenti presenti nell'impianto.

Le caratteristiche geometriche delle sorgenti sono riportate nella pagina successiva in Tabella 33 ed in Tabella 34, rispettivamente per i punti emissivi esistenti e per i punti emissivi futuri della centrale in progetto (camini Turbogas). Le caratteristiche emissive delle sorgenti esistenti e future sono invece riepilogate rispettivamente nelle successive Tabella 35 e Tabella 36.

La posizione delle sorgenti è mostrata nella fotografia aerea riportata nella successiva Figura 43 di pagina 60.

Emissione	Descrizione	E UTM32 (m)	N UTM32 (m)	H (m)	Area (m ²)	D (m)
E1	Forno di riscaldamento per treno profilati	601297	5048727	18	1.77	1.501
E3	Impianto di laminazione a freddo	601623	5048915	12	0.02	0.160
E4	Impianto reti	601535	5048862	12	0.02	0.160
E5	Molatrice	601424	5048759	10	0.09	0.339
E6	Pantografo ossitaglio	601418	5048743	10	0.19	0.492
E7	Rettifica	601412	5048727	1.5	0.01	0.113
E8	Filtro su silos cemento	601279	5048872	nd	nd	nd

Tabella 33: Caratteristiche geometriche delle sorgenti esistenti

Emissione	Descrizione	E UTM32 (m)	N UTM32 (m)	H (m)	Area (m ²)	D (m)
E9	Turbogas	601387	5048713	25	10.7	3.690
E10	Turbogas	601362	5048757	25	10.7	3.690

Tabella 34: Caratteristiche geometriche delle sorgenti future

Emissione	T (°C)	Q (Nm ³ /h)	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	NH ₃ (mg/Nm ³)
E1	196	37000	293	-	-
E3	20	3500	-	-	-
E4	20	3500	-	-	-
E5	13	500	-	-	-
E6	Amb	500	-	-	-
E7	27	5600	-	-	-
E8	Amb	-	-	-	-

Tabella 35: Caratteristiche emissive delle sorgenti attuali

Emissione	T (°C)	Q (Nm ³ /h)	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	NH ₃ (mg/Nm ³)
E9	429	507350	15	5	3
E10	429	507350	15	5	3

Tabella 36: Caratteristiche emissive delle sorgenti future



Figura 43: Posizione delle sorgenti presenti nell'impianto (in cerchio di colore rosso le sorgenti future)

Gli inquinanti di interesse presi a riferimento nello studio di ricaduta sono gli ossidi di azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO) e l'ammoniaca (NH_3), tutti emessi dalle future sorgenti E9 ed E10; è stata inoltre valutata la formazione di particolato secondario.

Come già richiamato in precedenza, in via cautelativa nello studio è stato assunto che tali sorgenti siano attive per tutte le ore dell'anno, anche se il loro funzionamento riguarderà in realtà poche centinaia di ore.

La metodologia adottata per lo studio delle ricadute è basata sul “Sistema di Modelli CALPUFF”, composto dai moduli CALMET, CALPUFF, CALPOST:

- CALMET: il campo cinetico di vento tridimensionale e le variabili di turbolenza sono ricostruiti attraverso il modello CALMET, considerando un dominio di calcolo di dimensione 40 x 32 km con passo di cella pari a 250 m.

L’orografia media e l’utilizzo prevalente del suolo sono stati determinati per ogni cella del dominio di calcolo descritto a partire da dati originali SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e CORINE land cover. L’orografia media sulle celle di lato pari a 250 m varia da circa 60 m nella pianura a sud ovest del dominio, a circa 1350 m nella zona nord orientale del dominio; in direzione verticale sono state utilizzate 12 griglie di calcolo per un’altezza totale di 3000 m.

Il periodo temporale di simulazione è l’intero anno 2017.

- CALPUFF: le emissioni dello stabilimento sono utilizzate, unitamente al campo di vento 3d, come input per l’applicazione del modello di dispersione CALPUFF. Quest’ultimo permette di effettuare un’analisi di tipo “long term” sull’intero anno di riferimento restituendo come output i valori di concentrazione per tutti gli inquinanti simulati ora per ora per tutti i punti del dominio di calcolo. Le simulazioni di dispersione sono state effettuate su un dominio computazionale di 18 x 18 km, mentre il dominio di campionamento ha invece un’area di 12x12 km con passo di griglia pari a 125 m.

Oltre ai punti di calcolo su griglia regolare sono stati considerati anche quindici recettori discreti come definiti nel § 4.3 (cfr. Tabella 19 di pag. 35).

- CALPOST: i valori orari di concentrazione predetti in ogni punto di calcolo dal modello CALPUFF, sono elaborati mediante l’applicazione del modello CALPOST per ottenere le statistiche di interesse. Poiché l’impianto peaker funzionerà solo per poche centinaia di ore all’anno, si farà riferimento alle sole medie di breve termine (fatta eccezione per il PM2.5 secondario, poiché il PM2.5 è normato sulla media annuale).

Per maggiori dettagli in merito al modello utilizzato si rimanda allo studio specifico.

5.1.1. OSSIDI DI AZOTO

I massimi valori orari di NO_x predetti in ogni punto di calcolo dal modello CALPUFF per l'intero anno 2017 sono stati elaborati per ottenere la differenza tra lo scenario futuro e lo scenario attuale. Si ricorda che, in via cautelativa, è stata ipotizzata la completa ed istantanea coincidenza in emissione tra NO_x e NO₂, mentre in realtà il biossido di azoto, in fase di emissione, è una frazione relativamente piccola della totalità degli ossidi di azoto.

La rappresentazione cartografica degli isolivelli della variazione della massima concentrazione media di 1 ora di NO_x tra lo scenario futuro e l'attuale è mostrata nella seguente Figura 44.

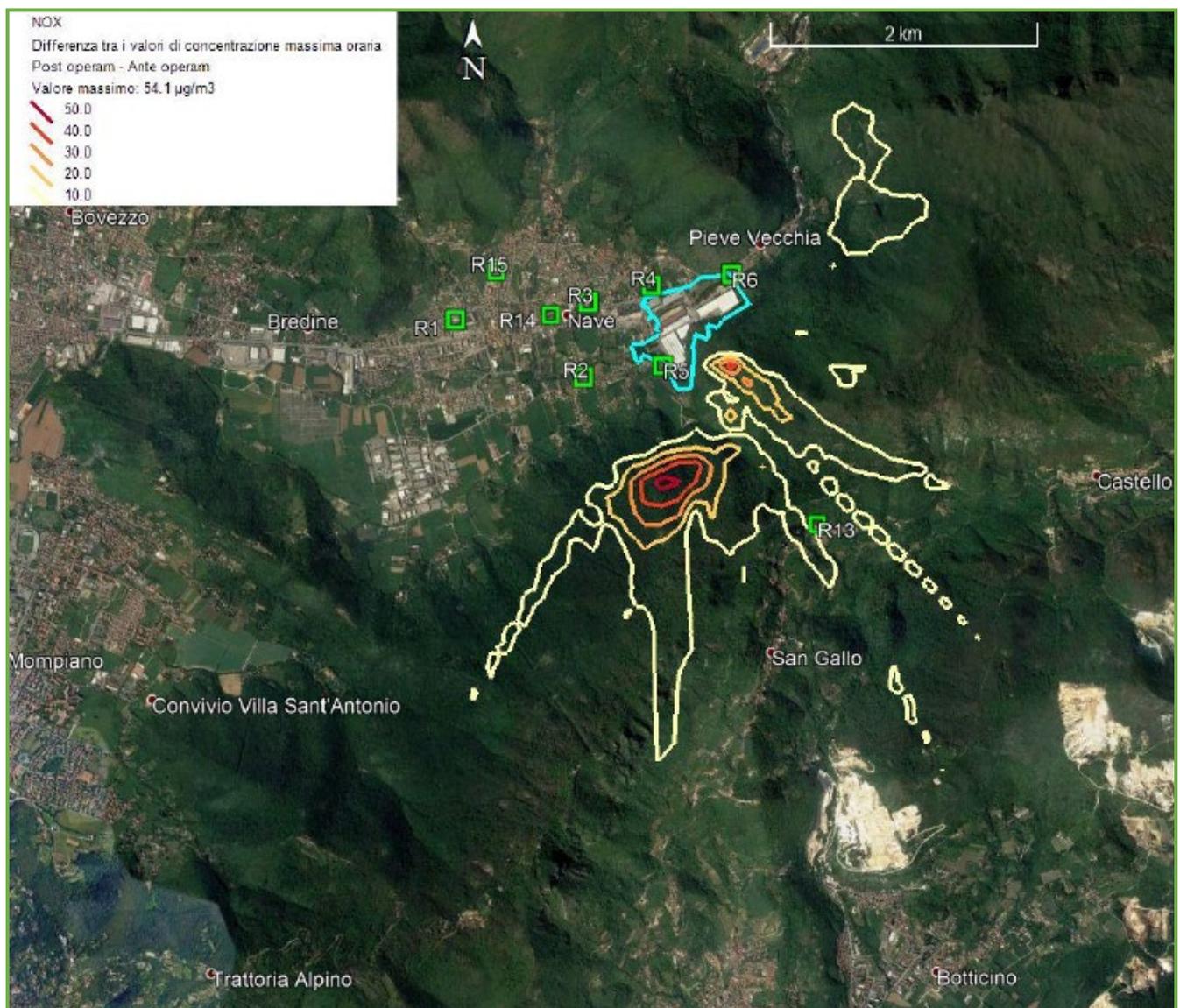


Figura 44: Variazione della massima concentrazione media di 1 ora degli ossidi di azoto tra lo scenario futuro e l'attuale

Il valore massimo della differenza della concentrazione media oraria di NO_x vale 54,1 µg/m³ ed è predetto a circa 870 m in direzione S rispetto al recettore R5, sul versante della collina.

La variazione della massima concentrazione media di 1 ora presso i recettori discreti è mostrata nella seguente Tabella 37. Il massimo incremento, pari a 2,7 µg/m³ si ha presso il recettore R15 (rappresentativo del massimo valore di ricaduta per il bersaglio lavoratori).

ID recettore	Descrizione	NO _x – Variazione Max 1h (µg/m ³)
R1	Municipio di Nave	0.9
R2	Chiesa di San Cesareo	0.1
R3	Abitazione	0.1
R4	Nucleo abitativo nord	0.0
R5	Cascina ovest	0.0
R6	Nucleo abitativo nordest	0.0
R7	Odolo (Centralina QA)	0.0
R8	Rezzato (Centralina QA)	0.3
R9	Villaggio Sereno (Centralina QA)	0.0
R10	Turati (Centralina QA)	0.4
R11	Broletto (Centralina QA)	1.0
R12	Sarezzo Minelli (Centralina QA)	0.0
R13	<u>Recettore A: popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)	0.0
R14	<u>Recettore B: bambini</u> Scuola primaria Don Milani	0.0
R15	<u>Recettore C: lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)	2.7

Tabella 37: Variazione (µg/m³) della massima concentrazione media oraria di NO_x ai recettori discreti

5.1.2. MONOSSIDO DI CARBONIO

Poiché nello scenario attuale nessuna sorgente emette monossido di carbonio, il delta di concentrazione coincide con l'impatto dello scenario nello stato futuro.

I valori orari di CO predetti in ogni punto di calcolo dal modello CALPUFF per l'intero anno 2017 sono stati elaborati per ottenere le massime medie mobili giornaliere di 8 ore, in accordo con il D. Lgs. 155/2010.

La rappresentazione cartografica degli isolivelli di massima concentrazione della media mobile di 8 ore di CO è mostrata nella Figura 45 della pagina successiva.

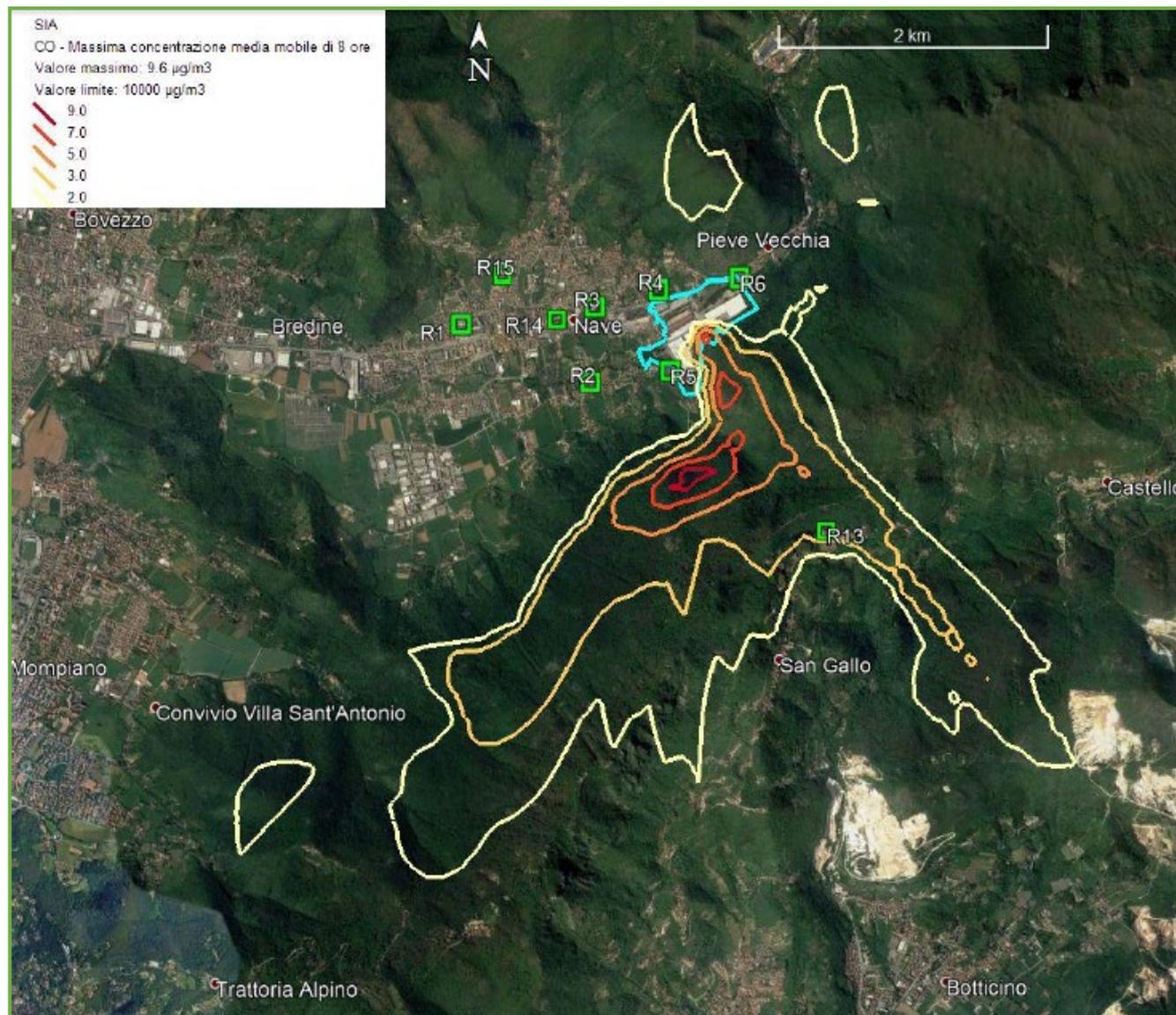


Figura 45: Isolivelli delle massime concentrazioni medie mobili di 8 ore di CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Il valore massimo della media mobile di 8 ore all'esterno del perimetro di impianto vale $9,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ed inferiore di oltre tre ordini di grandezza rispetto al valore limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010 (pari a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ o $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Come mostrato dagli isolivelli di Figura 45 tale valore è predetto sul versante della collina a sud dell'impianto.

La Tabella 38 della pagina successiva riporta i valori massimi predetti in corrispondenza dei recettori discreti. Il valore più elevato della media mobile di 8 ore, pari a $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, viene predetto in corrispondenza al recettore R13 (rappresentativo del massimo valore di ricaduta per il bersaglio popolazione residente). Tale valore è di oltre tre ordini di grandezza inferiore rispetto al limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010.

ID recettore	Descrizione	CO - Max 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	Municipio di Nave	0.2
R2	Chiesa di San Cesareo	0.4
R3	Abitazione	0.3
R4	Nucleo abitativo nord	0.5
R5	Cascina ovest	0.6
R6	Nucleo abitativo nordest	0.4
R7	Odolo (Centralina QA)	0.05
R8	Rezzato (Centralina QA)	0.1
R9	Villaggio Sereno (Centralina QA)	0.06
R10	Turati (Centralina QA)	0.1
R11	Broletto (Centralina QA)	0.1
R12	Sarezzo Minelli (Centralina QA)	0.07
R13	<u>Recettore A: popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)	3.5
R14	<u>Recettore B: bambini</u> Scuola primaria Don Milani	0.3
R15	<u>Recettore C: lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)	0.3

Tabella 38: Valori massimi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) predetti per la media mobile di 8 ore di CO in corrispondenza ai recettori discreti.

5.1.3. AMMONIACA

Poiché nello scenario attuale nessuna sorgente emette ammoniaca, il delta di concentrazione coincide con l'impatto dello scenario nello stato futuro.

Dal momento che il parametro NH_3 non è normato dal D. Lgs. 155/2010 e pertanto non esistono valori limite di legge applicabili in Italia, sono stati valutati dei valori di riferimento disponibili nella letteratura scientifica internazionale: il dato più comunemente utilizzato è quello definito dall'EPA statunitense quale *RfC* (Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure), che è una stima di un valore di esposizione continuo per inalazione della popolazione umana (compresi i sottogruppi sensibili) che non crea un apprezzabile rischio di effetti negativi nel corso di una vita, pari a $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annua; nel caso specifico, con riferimenti a scenari espositivi *short term*, si prenderà in considerazione il valore di riferimento stabilito dagli AAQC del Ministero dell'Ambiente dell'Ontario (MOE), pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la massima media di 24 ore.

La rappresentazione cartografica degli isolivelli di massima concentrazione della media giornaliera di NH_3 è mostrata nella Figura 46 della pagina successiva.

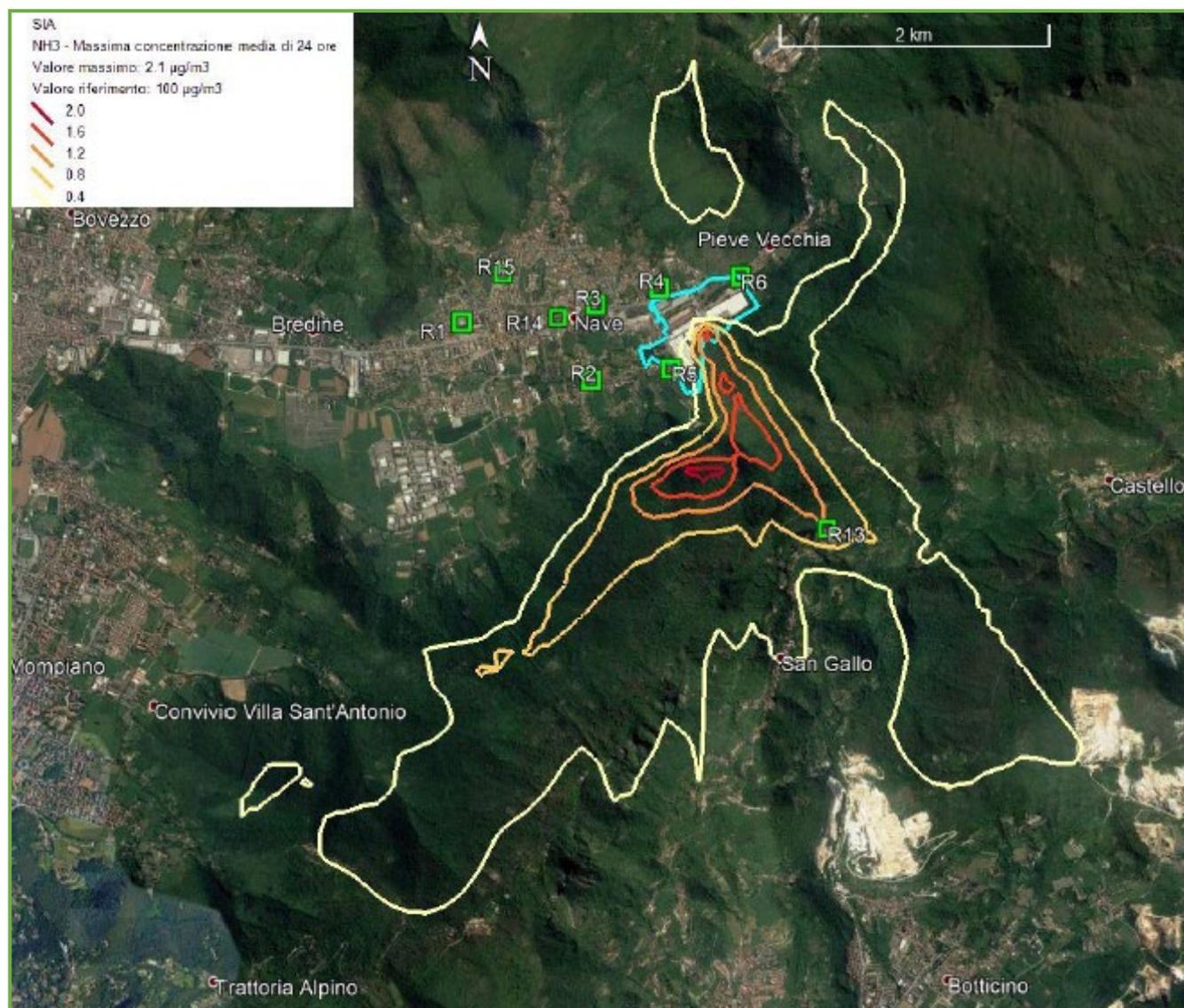


Figura 46: Isolivelli delle massime concentrazioni medie di 24 ore di NH₃ (µg/m³)

Il valore massimo delle massime medie di 24 ore di NH₃ predetto dal modello di dispersione sull'intero dominio di simulazione all'esterno dello stabilimento è pari a 2,1 µg/m³. Come mostrato dagli isolivelli di Figura 29 tale valore è predetto sul versante della collina a sud dell'impianto.

La Tabella 39 della pagina successiva riporta i valori massimi predetti in corrispondenza ai recettori discreti. Il valore più elevato della media di 24 ore, pari a 1,19 µg/m³, viene predetto in corrispondenza al recettore R13 (rappresentativo del massimo valore di ricaduta per il bersaglio popolazione residente). Tale valore è in ogni caso di due ordini di grandezza inferiore rispetto al riferimento indicato dagli AAQC del Ministero dell'Ambiente dell'Ontario.

ID recettore	Descrizione	NH ₃ - Max 24h (µg/m ³)
R1	Municipio di Nave	0.05
R2	Chiesa di San Cesareo	0.10
R3	Abitazione	0.08
R4	Nucleo abitativo nord	0.12
R5	Cascina ovest	0.15
R6	Nucleo abitativo nordest	0.12
R7	Odolo (Centralina QA)	0.01
R8	Rezzato (Centralina QA)	0.03
R9	Villaggio Sereno (Centralina QA)	0.02
R10	Turati (Centralina QA)	0.03
R11	Broletto (Centralina QA)	0.02
R12	Sarezzo Minelli (Centralina QA)	0.02
R13	<u>Recettore A: popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)	1.19
R14	<u>Recettore B: bambini</u> Scuola primaria Don Milani	0.07
R15	<u>Recettore C: lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)	0.06

Tabella 39: Valori massimi (µg/m³) predetti per la media di 24 ore di NH₃ in corrispondenza ai recettori discreti.

5.1.4. PARTICOLATO SECONDARIO

Il modello CALPUFF include alcuni algoritmi chimici per stimare la formazione di solfati e nitrati di origine secondaria dovuti all'ossidazione di inquinanti primari come SO₂ e NO_x. Tra i meccanismi chimici disponibili è stato considerato il default di CALPUFF, denominato MESOPUFF II, basato sull'utilizzo di cinque specie inquinanti: SO₂, SO₄₌, NO_x, HNO₃ e NO₃₋. L'ossidazione di SO₂ e NO_x durante le ore diurne dipende dalla concentrazione oraria di ozono (O₃), dalla radiazione solare, dalla stabilità atmosferica e dalla concentrazione di NO_x nella piuma inquinante. I dati orari di ozono sono stati ottenuti da tre stazioni di ARPA Lombardia: Brescia Ziziola, Villaggio Sereno e Sarezzo; tali stazioni sono ubicate a distanze dall'impianto che variano da circa 10 km a circa 12 km.

Le concentrazioni di nitrati e solfati predette da CALPUFF vengono sommate per ottenere la concentrazione di PM_{2.5} secondario. Nel caso specifico, poiché le emissioni di SO₂ dalle tre sorgenti in esame sono nulle, anche la produzione di solfati è nulla, quindi solo i nitrati contribuiranno alla formazione di particolato secondario.

I valori orari di PM_{2.5} secondario predetti in ogni punto di calcolo dal modello CALPUFF per l'intero anno 2017 sono stati elaborati per ottenere la media annuale, in accordo con il D. Lgs. 155/2010 (anche se, come già richiamato in precedenza, l'impianto di progetto è un peaker, che funzionerà per alcune

centinaia di ore all'anno, e pertanto gli scenari emissivi long term sono scarsamente rappresentativi dell'impatto reale in termini di ricadute).

La rappresentazione cartografica degli isolivelli della concentrazione media annuale di PM_{2.5} è mostrata nella seguente Figura 47:

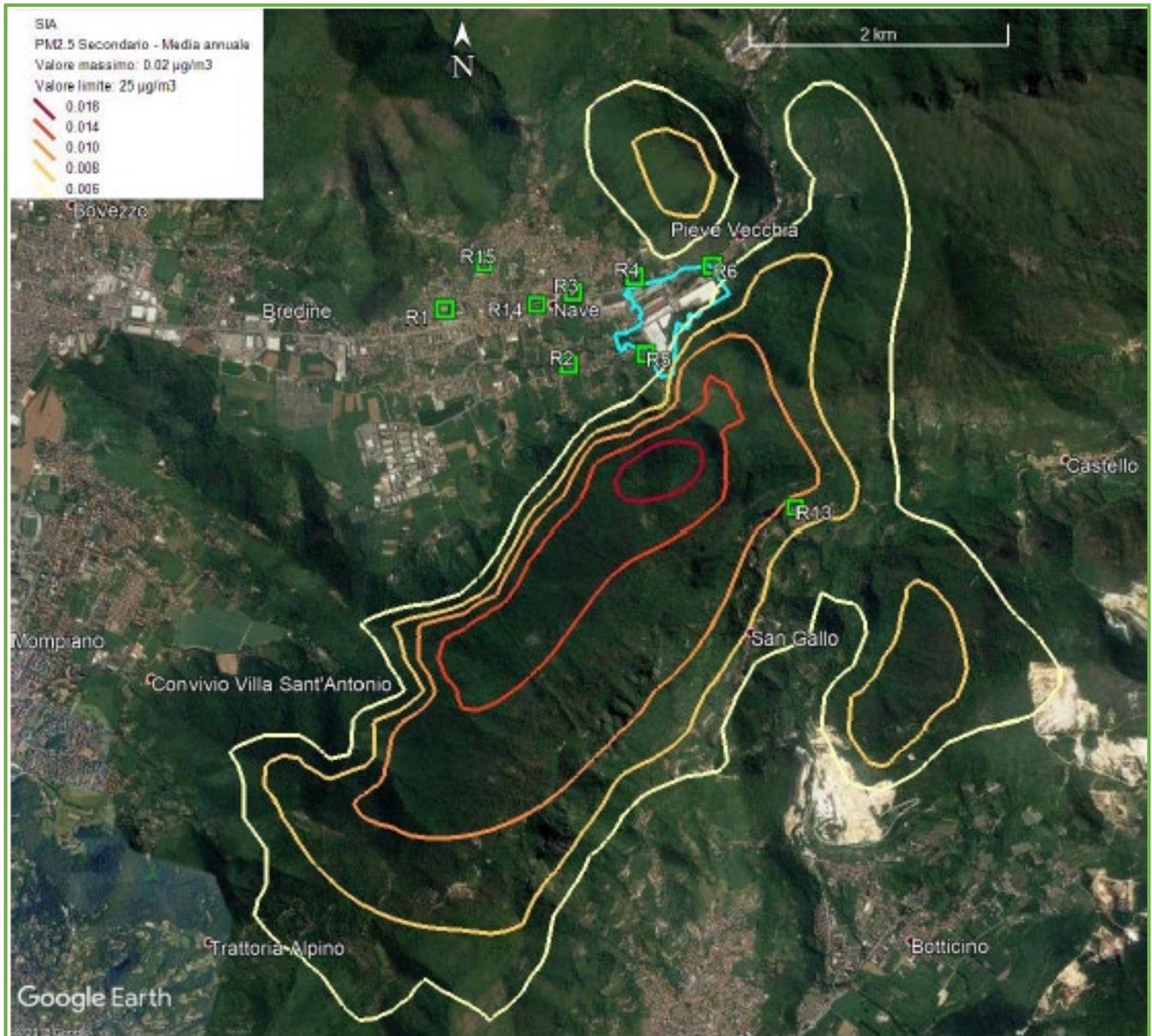


Figura 47: Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di PM_{2.5} secondario (µg/m³)

Il valore massimo della media annuale all'esterno del perimetro di impianto vale 0,02 µg/m³, ed è di oltre tre ordini di grandezza inferiore al valore limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010 (25 µg/m³). Come mostrato dagli isolivelli di Figura 47 tale valore è predetto sul versante della collina a sud dell'impianto. Si osserva che per il PM_{2.5} secondario non si riporta la variazione tra situazione futura ed attuale poiché già i valori ottenuti con tutte le sorgenti in funzione (caso futuro) sono molto bassi.

La seguente Tabella 40 riporta i valori massimi predetti in corrispondenza ai recettori discreti. Il valore più elevato della media annuale, pari a $0.006 \mu\text{g}/\text{m}^3$, viene predetto in corrispondenza al recettore R13 (rappresentativo del massimo valore di ricaduta per il bersaglio popolazione residente). Tale valore è di quasi quattro ordini di grandezza inferiore rispetto al limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010.

Si osserva che valori così bassi per la media annuale del particolato secondario non sono anomali, come mostrato per esempio in alcuni articoli scientifici (ad esempio: *Mangia et al.*, 2015; *Oleniacz et al.*, 2016). Il valore massimo predetto sul dominio di simulazione per la media di 1 ora, anche se non di interesse legislativo, vale $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

ID recettore	Descrizione	PM2.5- Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R1	Municipio di Nave	0.001
R2	Chiesa di San Cesareo	0.002
R3	Abitazione	0.001
R4	Nucleo abitativo nord	0.002
R5	Cascina ovest	0.002
R6	Nucleo abitativo nordest	0.002
R7	Odolo (Centralina QA)	0.000
R8	Rezzato (Centralina QA)	0.001
R9	Villaggio Sereno (Centralina QA)	0.000
R10	Turati (Centralina QA)	0.001
R11	Broletto (Centralina QA)	0.001
R12	Sarezzo Minelli (Centralina QA)	0.000
R13	<u>Recettore A: popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)	0.006
R14	<u>Recettore B: bambini</u> Scuola primaria Don Milani	0.001
R15	<u>Recettore C: lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)	0.001

Tabella 40: Variazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) della media annuale predetta per PM2.5 secondario in corrispondenza ai recettori discreti.

5.2. STIMA DELLE ALTERAZIONI PREVISTE NELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA DEGLI INQUINANTI

Alle luce degli esiti dello studio di ricaduta degli inquinanti emessi dai punti di emissione convogliata in atmosfera che saranno realizzati per la nuova centrale in progetto, nel presente paragrafo viene effettuata per ognuno di detti inquinanti la stima delle alterazioni previste sullo stato della qualità dell'aria in essere (*ante operam*) associato all'esercizio della centrale di progetto.

Ai fini di tale valutazione è necessario stimare lo stato della qualità dell'aria atteso nello scenario futuro (*post operam*) determinato come somma dei valori di concentrazione attuali misurate dalle centraline di monitoraggio con i valori della stima del contributo in termini di ricaduta associati alle emissioni future.

Come già richiamato in precedenza (cfr. § 4.4.4), nell'area in esame non sono presenti centraline di monitoraggio, e pertanto nella disamina dello stato attuale della qualità dell'aria sono stati presi a riferimento i dati delle stazioni di monitoraggio più prossime all'impianto, che rientrano nello stesso territorio di riferimento (agglomerato di Brescia) ma sono comunque posizionate a distanze elevate (da un minimo di 7,5 km fino a 11 km) ben oltre l'area interessata dalle ricadute degli inquinanti prodotti dalla centrale in progetto; inoltre, si tratta per la maggior parte dei casi di stazioni funzionali alla misura di valori di fondo o di sorgenti tipicamente da traffico veicolare.

Tali stazioni di monitoraggio risultano pertanto di per se poco rappresentative delle aree in cui la qualità dell'aria è potenzialmente influenzata dalle emissioni della centrale in progetto; ad ogni modo, in via fortemente cautelativa, ai fini della valutazione delle alterazioni previste sullo stato della qualità dell'aria si ipotizzerà che il valore di concentrazione "di fondo" di ogni inquinante di interesse sia pari al valore massimo tra quelli registrati dalle diverse centraline esaminate.

La valutazione delle alterazioni della qualità dell'aria nello scenario futuro viene effettuata in corrispondenza dei principali recettori sensibili collocati all'interno delle aree potenzialmente interessate dalle ricadute di inquinanti (cfr. § 4.3); in particolare, sulla base delle mappe di ricaduta riportate nei paragrafi precedenti sono stati individuati per ogni specifica tipologia di recettore (recettori sensibili – bambini; recettori residenziali; recettori industriali – lavoratori) quelli posizionati nei punti di massima ricaduta (ovvero i recettori per i quali è atteso il massimo impatto sanitario).

5.2.1. OSSIDI DI AZOTO

Per quanto attiene gli ossidi di azoto, il valore “di fondo” preso a riferimento in via cautelativa come rappresentativo dello stato attuale della qualità dell’aria nell’area in esame è il valore massimo del 99,79° percentile delle medie orarie registrate in corrispondenza delle varie centraline di misura prese a riferimento (cfr. Tabella 28 di pagina 49), che risulta pari a 164,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di monitoraggio di Brescia – Broletto.

Nella seguente Tabella 41 si riporta per ognuno dei recettori sensibili individuati il valore di ricaduta atteso di NO_x e la stima dello stato della qualità dell’aria nello scenario futuro, con confronto con il limite previsto dal D. Lgs. 155/2010 per il biossido di azoto: si richiama nuovamente che, in via cautelativa, si è ipotizzato che le ricadute definite dal modello, che sono espresse in termini di NO_x , siano integralmente attribuibili a NO_2 .

ID recettore	Descrizione	Comune	Valore <u>massimo</u> orario atteso di ricaduta NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione 99,79° percentile delle medie orarie di NO_x ipotizzata nello scenario futuro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Conformità ai limiti per NO_2 stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 [200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R13	<u>Recettore A: popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)	Botticino	0,0	164,1	SI
R14	<u>Recettore B: bambini</u> Scuola primaria Don Milani	Nave	0,0	164,1	SI
R15	<u>Recettore C: lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)	Nave	2,7	166,8	SI

Tabella 41 – Valore di ricaduta degli NO_x nello scenario futuro nelle diverse aree con presenza di potenziali bersagli.

Alla luce di quanto emerge dagli esiti delle valutazioni sintetizzate nella tabella precedente, risulta che - pur con una serie di assunzioni fortemente cautelative - il 99,79° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_2 in corrispondenza dei recettori sensibili attesa a valle della realizzazione del progetto risulta sempre ampiamente inferiore al limite per la qualità dell’aria stabilito dal D. Lgs. 155/2010 pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In merito a quanto sopra, si ritiene utile richiamare i criteri per la “*identificazione degli effetti non significativi delle emissioni in aria*” definiti nelle specifiche Linee Guida^[2] a suo tempo predisposte dall’Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici (APAT); nello specifico, tali criteri stabiliscono che, confrontando i contributi *long term* e *short term* di un determinato processo per le sostanze rilasciate in aria con gli appropriati requisiti di qualità ambientali (nel caso in esame i limiti di

[2] Linee Guida “*Gli effetti sull’ambiente dovuti all’esercizio di un’attività industriale: identificazione, quantificazione ed analisi nell’ambito dei procedimenti di autorizzazione integrata ambientale*”, APAT: pag. 77 di 87”

legge per la qualità dell'aria ambiente stabiliti dal D. Lgs. 155/2010), si può sostenere che gli effetti siano sicuramente non significativi quando:

- PCair long term < **1%** del requisito di qualità ambientale long term
- PCair short term < **10%** del requisito di qualità ambientale short term

Tale criterio è basato sulla scelta del livello al quale è improbabile che una emissione generi un contributo rilevante rispetto all'impatto già esistente, anche se il requisito di qualità ambientale è stato già superato dallo stato effettivo di qualità dell'aria.

Nel caso in esame, in corrispondenza di tutti i recettori sensibili individuati il contributo dell'impianto in progetto in termini di concentrazione di NO₂ sullo scenario *short term* (99,79° percentile delle medie orarie) risulta sempre inferiore al 10%, e di fatto di per se non significativo sulla base dei criteri sopra richiamati.

5.2.2. MONOSSIDO DI CARBONIO

Per quanto attiene il monossido di carbonio, il valore "di fondo" preso a riferimento in via cautelativa come rappresentativo dello stato attuale della qualità dell'aria nell'area in esame è il valore massimo delle medie orarie registrate in corrispondenza delle varie centraline di misura prese a riferimento (cfr. Tabella 30 di pagina 52), che risulta pari a 2,9 mg/m³ nella stazione di monitoraggio di Brescia – Turati.

Nella seguente Tabella 42 si riporta per ognuno dei recettori sensibili individuati il valore di ricaduta atteso di CO e la stima dello stato della qualità dell'aria nello scenario futuro espresso in termini di valore massimo della media mobile su 8h, con confronto con il limite previsto dal D. Lgs. 155/2010.

ID recettore	Descrizione	Comune	Valore <u>massimo</u> media mobile 8h atteso di ricaduta CO (mg/m ³)	Concentrazione massima delle medie mobili su 8h di CO ipotizzata nello scenario futuro (mg/m ³)	Conformità ai limiti per CO stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 [10 mg/m ³]
R13	Recettore A: <u>popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)	Botticino	0,0035	2,9035	SI
R14	Recettore B: <u>bambini</u> Scuola primaria Don Milani	Nave	0,0003	2,9003	SI
R15	Recettore C: <u>lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)	Nave	0,0003	2,9003	SI

Tabella 42 – Valore di ricaduta degli CO nello scenario futuro nelle diverse aree con presenza di potenziali bersagli.

Alla luce di quanto emerge dagli esiti delle valutazioni sintetizzate nella tabella precedente, risulta che il valore massimo della media mobile su 8h delle concentrazioni di CO in corrispondenza dei recettori sensibili attesa a valle della realizzazione del progetto risulta sempre ampiamente inferiore al limite per la qualità dell'aria stabilito dal D. Lgs. 155/2010 pari a 10 mg/m³.

Si sottolinea peraltro che nel caso in esame, in corrispondenza di tutti i recettori sensibili individuati il contributo dell'impianto in progetto in termini di concentrazione di CO sullo scenario *short term* (valore massimo della media mobile su 8 h) risulta sempre di oltre tre ordini di grandezza inferiore al limite di legge, e di fatto di per se non significativo sulla base dei criteri APAT richiamati in precedenza.

5.2.3. AMMONIACA

Il parametro ammoniaca non è normato dal D. Lgs. 155/2010 in termini di qualità dell'aria; conseguentemente, nessuna delle centraline della rete di monitoraggio include tale inquinante tra quelli monitorati, e non è perciò possibile stabilire un valore "di fondo" rappresentativo dello stato della qualità dell'aria *ante operam*.

Ai fini della valutazione della significatività del contributo delle emissioni della centrale in progetto si può fare quindi riferimento al criterio generale definito da APAT nelle specifiche Linee Guida già richiamate in precedenza, prendendo come termine di confronto quale requisito di qualità ambientale nello scenario *short term* i valori di riferimento disponibili nella letteratura scientifica internazionale, ed in particolare quello stabilito dagli AAQC del Ministero dell'Ambiente dell'Ontario (MOE), pari a 100 µg/m³ per la massima media di 24 ore.

Il valore massimo della massima media giornaliera di NH₃ si riscontra in corrispondenza del recettore rappresentativo della popolazione residente (recettore R13) e risulta pari a 1,19 µg/m³ (cfr. Tabella 39 di pag. 67), ovvero due ordini di grandezza inferiore rispetto alla concentrazione di riferimento sopra definita per lo scenario *short term*: il contributo dell'impianto in progetto in termini di emissioni di NH₃ risulta pertanto di per se non significativo sulla base dei criteri APAT richiamati in precedenza.

5.2.4. PARTICOLATO SECONDARIO

Per quanto attiene il particolato atmosferico che si può formare per ossidazione secondaria degli ossidi di azoto, espresso in termini di PM2.5, sulla base degli stessi criteri adottati in precedenza il valore “di fondo” preso a riferimento in via cautelativa come rappresentativo dello stato attuale della qualità dell’aria nell’area in esame è il valore massimo delle medie annuali registrate in corrispondenza delle varie centraline di misura prese a riferimento (cfr. Tabella 28 di pagina 49), che risulta pari a 29,5 µg/m³ nella stazione di monitoraggio di Brescia – Villaggio Sereno.

Merita sottolineare che tale valore risulta di per se già superiore al valore limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010 per la concentrazione media annuale di PM2.5, pari a 25 µg/m³; in merito a quanto sopra, si richiamano nuovamente tutte le cautele che devono essere adottate nell’esaminare le valutazioni riportate in questo paragrafo, dal momento che i dati presi a riferimento sono rappresentativi di una centralina per il monitoraggio collocata in ambiente urbano (che pertanto risente fortemente delle sorgenti connesse al traffico veicolare e alle emissioni da abitazioni civili per il riscaldamento, ecc.), posta a distanza molto significativa dal sito in esame, e che pertanto il valore “di fondo” che si assume come riferimento in mancanza di centraline nell’area di interesse è verosimilmente sovrastimato rispetto a quanto effettivamente presente nell’area stessa, caratterizzata da una minore densità abitativa e da un impatto in termini di traffico veicolare certamente inferiore a quello dell’area urbana della città di Brescia.

Ad ogni modo, con tutte le cautele del caso sopra richiamate, nella seguente Tabella 43 si riporta per ognuno dei recettori sensibili individuati il valore di ricaduta atteso di PM2.5 secondario e la stima dello stato della qualità dell’aria nello scenario futuro espresso in termini di valore della media annuale, con confronto con il limite previsto dal D. Lgs. 155/2010.

ID recettore	Descrizione	Comune	Valore media annua atteso di ricaduta PM2.5 secondario (µg/m ³)	Concentrazione delle medie annue di PM2.5 ipotizzata nello scenario futuro (µg/m ³)	Conformità ai limiti per PM2.5 stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 [10 µg/m ³]
R13	Recettore A: <u>popolazione residente</u> (Abitazione località San Gallo)	Botticino	0,006	29,506	NO
R14	Recettore B: <u>bambini</u> Scuola primaria Don Milani	Nave	0,001	29,501	NO
R15	Recettore C: <u>lavoratori</u> Sito industriale (ILPA srl)	Nave	0,001	29,501	NO

Tabella 43 – Valore di ricaduta di PM2.5 secondario nello scenario futuro nelle aree con presenza di potenziali bersagli.

Dai dati riportati nella tabella precedente appare in modo del tutto evidente come il contributo del nuovo impianto in progetto in termini di ricadute di particolato PM2.5 di formazione secondaria sia del tutto irrilevante rispetto ai valori presi a riferimento per lo stato attuale della qualità dell'aria (pur sovrastimati e scarsamente rappresentativi della situazione reale dell'area in esame), risultando di oltre tre ordini di grandezza inferiori.

Il valore massimo della massima media annua di PM2.5 secondario si riscontra in corrispondenza del recettore rappresentativo della popolazione residente (recettore R13) e risulta pari a $0,006 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ovvero tre ordini di grandezza inferiore rispetto alla concentrazione limite definita dal D. Lgs. 155/2010 per lo scenario *long term* (media annuale), pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$: il contributo dell'impianto in progetto in termini di ricadute di PM2.5 di formazione secondaria risulta pertanto di per se non significativo sulla base dei criteri APAT richiamati in precedenza, indipendentemente dal fatto che il requisito di qualità ambientale sia stato già superato dallo stato effettivo di qualità dell'aria.

6. INDIVIDUAZIONE DEGLI INDICATORI SANITARI

Al fine della definizione degli indicatori sanitari da prendere a riferimento nella Valutazione di Impatto Sanitario, le Linee Guida ISS stabiliscono che debbano essere identificate le cause d'interesse a priori per le quali produrre gli indicatori epidemiologici, da selezionare in base a due criteri:

- 1) sulla base delle evidenze epidemiologiche relative agli impianti oggetto d'indagine, con specifico riferimento alla pubblicazione *“Valutazione della evidenza epidemiologica”* ^[3] prodotta nell'ambito del progetto *SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento)*;
- 2) sulla base delle evidenze tossicologiche relative agli inquinanti identificati come d'interesse, ad esempio consultando le valutazioni effettuate da agenzie internazionali come EFSA, ECHA, WHO, USEPA e prendendo in considerazione la classificazione di pericolo armonizzata e assegnata secondo il regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP).

Con riferimento all'approccio epidemiologico di cui al punto 1), seguendo le indicazioni riportate nello studio SENTIERI, vengono indicate due aree di indicatori sanitari, l'una riferita al fenomeno della mortalità e l'altra riferita al fenomeno della ospedalizzazione (ricoveri), eventualmente integrate dalla incidenza dei tumori per quei territori in cui fosse attivo un registro di tali patologie.

Con riferimento al caso specifico in esame, sono stati individuati due diversi gruppi di patologie da prendere a riferimento, il primo di interesse generale (a prescindere dagli eventuali effetti associabili alla specifica opera in valutazione) ed il secondo con diretto riferimento all'opera in progetto: tra le opere valutate nello studio SENTIERI, quella che in senso generale risulta più vicina all'opera oggetto del presente studio è quella costituita dalle *“centrali elettriche”*, pur con le debite considerazioni in merito alla specificità del caso in esame, relativo ad una centrale peaker alimentata esclusivamente a gas naturale (la terminologia generale dello studio SENTIERI include le grandi centrali a carbone, ad olio combustibile, ecc.)

La Tabella 44 della pagina successiva riporta il dettaglio delle patologie suggerite, con l'indicazione dei due gruppi di appartenenza (generale, centrale elettrica); nell'ultima colonna della tabella si riporta lo stato della *“evidenza”* di una associazione causale tra le esposizioni associate all'opera e la patologia indicata: nel caso specifico, per le tre classi di patologie associabili alle sorgenti *“centrale elettrica”*

^[3]Supplemento n. 3 alla Rivista dell'Associazione italiana di Epidemiologia, anno 34 (5-6) del settembre-dicembre 2010

l'evidenza è riportata come "limitata", ovvero dall'analisi della letteratura specifica emerge l'indicazione di una evidenza "limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale".

Lo studio SENTIERI alla voce "centrali elettriche" segnala anche altre patologie che sono state esaminate nello studio ma la cui evidenza di associazione è stata classificata come "inadeguata", e pertanto non sono state riportate nella seguente tabella; va infine segnalato che, stante la peculiarità dell'impianto in esame e la tipologia di inquinanti emessi, non sono state prese a riferimento le patologie di tipo tumorale.

Patologie	Mortalità (codici ICD-10)	Ricoveri (Codici ICD-9-CM)	Gruppo	Evidenza
Tutte le cause	A00-T98	001-629, 677-799	Generale	
Tutti i tumori	C00-D48	140-208	Generale	
Malattie sistema circolatorio	I00-I99	390-459	Generale	
Malattie apparato respiratorio	J00-J99	460-519	Generale – Specifico (Centrale elettrica)	Limitata
Malattie apparato digerente	K00-K92	520-579	Generale	
Malattie apparato urinario	N00-N39	580-599	Generale	
Malattie respiratorie acute	J00-J22	460-466, 480-487	Specifico (Centrale elettrica)	Limitata
Asma	J45-J46	493	Specifico (Centrale elettrica)	Limitata

Tabella 44 – Gruppi di cause di morte e ricoveri analizzati – Rif. tabella 5, pagine 22 e 23 della pubblicazione “Valutazione della evidenza epidemiologica” del progetto SENTIERI

Oltre alle indicazioni di carattere epidemiologico riportate nella richiamata pubblicazione del progetto SENTIERI, le Linee Guida ISS stabiliscono che gli indicatori sanitari devono essere definiti anche sulla base delle evidenze tossicologiche riferite agli inquinanti di interesse nella letteratura scientifica internazionale. Dal momento che i potenziali impatti sulla salute pubblica del progetto in esame sono riconducibili esclusivamente a patologie correlate alle emissioni in atmosfera, sono stati definiti gli indicatori sanitari che potrebbero essere connessi all'inalazione, da parte dell'essere umano, di aria contenente gli inquinanti presenti nelle emissioni in uscita dai camini della centrale in progetto, ossia NO_x, CO, NH₃.

Dalla consultazione delle varie fonti di letteratura (portale web US-EPA; Banca dati IRIS dell'US-EPA (*Integrated Risk Information System*); Banca dati ECHA (*European Chemicals Agency*)) emerge che tutti gli inquinanti considerati sono tossici, ma non cancerogeni.

Nello specifico:

- l'inalazione di aria con elevate concentrazioni di NO₂ può irritare le vie respiratorie del sistema respiratorio; se l'esposizione avviene per brevi periodi, è possibile un effetto di aggravio delle malattie respiratorie (in particolare l'asma) con conseguenti sintomi come tosse, respiro affannoso o difficoltà respiratorie, ricoveri ospedalieri e visite al pronto soccorso. Esposizioni a concentrazioni elevate di NO₂ per periodi più lunghi possono contribuire allo sviluppo di asma e potenzialmente aumentare la suscettibilità alle infezioni respiratorie.
- la tossicità del monossido di carbonio è dovuta alla capacità di legarsi con l'emoglobina del sangue in concorrenza con l'ossigeno, formando carbossiemoglobina (COHb), interferendo così sul trasporto di ossigeno ai tessuti. Il legame tra CO ed emoglobina è molto più forte di quello tra emoglobina ed ossigeno, pertanto la presenza di alte concentrazioni di monossido di carbonio nell'aria inibisce il naturale processo di ossigenazione del sangue.

La concentrazione di carbossiemoglobina nel sangue cresce molto rapidamente soprattutto nelle arterie coronarie e cerebrali, con conseguenze dannose sul sistema cardiovascolare, in particolare nelle persone affette da cardiopatie.

Per concentrazioni ambientali di CO inferiori a 5 mg/m³, corrispondenti a concentrazioni di COHb inferiori al 3%, non si hanno effetti apprezzabili sulla salute negli individui sani; a concentrazioni maggiori si verificano cefalea, confusione, disorientamento, capogiri, visione alterata e nausea. La severità delle manifestazioni cliniche da intossicazione da CO dipende dalla sua concentrazione nell'aria inspirata e dalla durata dell'esposizione.

Va comunque sottolineato che concentrazioni elevate di CO sono riscontrabili in particolari casi in ambienti confinati ma non in ambienti aperti.

- l'inalazione di aria con elevate concentrazioni di NH₃ può aumentare il rischio di irritazione respiratoria, tosse, respiro sibilante, oppressione al petto e compromissione della funzionalità polmonare nell'uomo.

Ad integrazione degli inquinanti specifici considerati sono stati valutati anche gli effetti del particolato sospeso (PM₁₀, PM_{2.5}), che come indicato in precedenza può formarsi per ossidazione secondaria degli NO_x, seppur in quantitativi di per se irrilevanti (cfr. § 5.2.4), per il quale le indicazioni di letteratura relative agli effetti sanitari in uno scenario *short term*, così come riprese nella relazione finale del progetto HRAPIE

“Health Risk of Air Pollution In Europe”^[4] redatta dall’Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), sono quelle riportate nella tabella successiva:

PM _{2.5} , short-term exposure							
Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m ³	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments
PM _{2.5} , daily mean	Mortality, all-cause, all ages	A	1.0123 (1.0045–1.0201)	All	MDB (WHO, 2013c)	APED meta-analysis of 12 single-city and one multicity studies	For information only: not proposed as an alternative to long-term PM _{2.5} exposure The premature deaths attributed to short-term changes of PM _{2.5} are already accounted for in estimating the effects of long-term exposure
PM _{2.5} , daily mean	Hospital admissions, cardiovascular diseases (CVDs) (includes stroke), all ages	A*	1.0091 (1.0017–1.0166)	All	European hospital morbidity database (WHO, 2013f), ICD, ninth revision (ICD-9) codes 390-459; ICD-10 codes I00–I99	APED meta-analysis of four single-city and one multicity studies	

PM _{2.5} , short-term exposure (continued)							
Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m ³	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments
PM _{2.5} , daily mean	Hospital admissions, respiratory diseases, all ages	A*	1.0190 (0.9982–1.0402)	All	European hospital morbidity database (WHO, 2013f), ICD-9 codes 460-519; ICD-10 codes J00–J99	APED meta-analysis of three single-city studies	
PM _{2.5} , two-week average, converted to PM _{2.5} , annual average	Restricted activity days (RADs), all ages	B**	1.047 (1.042–1.053)	All	19 RADs per person per year: baseline rate from the Ostro and Rothschild (1989) study	Study of 12 000 adults followed for six years in 49 metropolitan areas of the United States (Ostro, 1987)	One 1987 study from the United States; no data of background rate in Europe
PM _{2.5} , two-week average, converted to PM _{2.5} , annual average	Work days lost, working-age population (age 20–65 years)	B*	1.046 (1.039–1.053)	All	European Health for All database (WHO, 2013e)	Study of 12 000 adults followed for six years in 49 metropolitan areas of the United States (Ostro, 1987)	High variability of background rates based on reported sick absenteeism in Europe, reflecting intercountry differences in definition
PM ₁₀ , daily mean	Incidence of asthma symptoms in asthmatic children aged 5–19 years	B*	1.028 (1.006–1.051)	All	Prevalence of asthma in children based on “severe asthma” in the International Study on Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) (Lai et al., 2009) – western Europe: 4.9%; northern and eastern Europe: 3.5%. Daily incidence of symptoms in this group: 17% (interpolation from several panel studies)	Meta-analysis of 36 panel studies of asthmatic children conducted in 51 populations, including 36 from Europe, (Weinmayr et al., 2010)	Varying definition of the target population and of the daily occurrence of symptoms

** Only residual RADs to be added to total effect, after days in hospital, work days lost and days with symptoms are accounted for.

Figura 48: Tabella delle CRF (Concentration-Response Function) raccomandate dal progetto HRAPIE; estratta dalla relazione finale, pagine 6 e 7

Alla luce di quanto emerso dalla disamina di cui sopra, sono stati individuati i seguenti indicatori sanitari, presentati nel successivo capitolo 7:

- mortalità generale per popolazione maschile e femminile;
- mortalità e dimissioni ospedaliere a seguito di malattie sistema circolatorio per popolazione maschile e femminile;

^[4] “Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide”. WHO-Regional Office for Europe

[segue]

- mortalità e dimissioni ospedaliere a seguito di malattie ischemiche del cuore per popolazione maschile e femminile;
- mortalità e dimissioni ospedaliere a seguito di malattie apparato respiratorio per popolazione maschile e femminile;
- mortalità e dimissioni ospedaliere a seguito di malattie apparato digerente per popolazione maschile e femminile;
- mortalità e dimissioni ospedaliere a seguito di malattie apparato urinario per popolazione maschile e femminile.

Tali indicatori sono stati valutati su diversi livelli territoriali di riferimento, ovvero:

- nazionale
- regionale (Lombardia)
- provinciale (Brescia)
- comunale (Nave, Botticino, Serle)

Per gli indicatori a livello nazionale, regionale e provinciale i dati sono stati acquisiti dalle banche dati ISTAT, mentre per gli indicatori con dettaglio a livello comunale la fonte dei dati è l'Agenzia di Tutela della Salute (ATS) di Brescia.

7. DESCRIZIONE DELLO STATO DELLA SALUTE ANTE OPERAM DELLA POPOLAZIONE

7.1. DATI ISTAT – BANCA DATI HEALTH FOR ALL (HFA) ITALIA

La fonte utilizzata per i dati riportati di seguito è il database di indicatori sul sistema sanitario e sulla salute in Italia redatto a cura dell'ISTAT e strutturato sulla base del programma *Health for All* (HFA) sviluppato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Attualmente il database, aggiornato alla data di giugno 2019, contiene circa 4000 indicatori. Con gli aggiornamenti periodici vengono aggiornati gli indicatori all'ultimo anno disponibile, vengono ampliate le serie storiche andando a ritroso nel tempo, viene potenziata l'informazione a livello provinciale, vengono aggiunti nuovi indicatori.

Le tabelle ed i grafici riportati di seguito sono il risultato di una elaborazione effettuata a partire dai dati estratti dall'apposito software disponibile sul sito internet <https://www.istat.it/it/archivio/14562>.

Rispetto agli indicatori elencati al Capitolo precedente, del database HFA, sono stati selezionati i seguenti indicatori:

- Tasso standardizzato di mortalità di generale;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie sistema circolatorio;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie ischemiche del cuore;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie apparato respiratorio;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie apparato digerente;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie apparato urinario.

Per ciascun indicatore considerato si riporta, in forma tabellare ed in forma di grafico, l'andamento relativo agli ultimi cinque anni disponibili che, per la maggior parte degli indicatori scelti, corrispondono a quelli compresi tra il 2012 ed il 2016; per gli indicatori relativi al tasso di dimissioni per le varie patologie esaminate sono disponibili anche i dati relativi all'anno 2017.

Laddove il dato è disponibile come tasso standardizzato (std), la standardizzazione è effettuata utilizzando come popolazione tipo quella media residente in Italia nel 2001. Si è quindi proceduto effettuando il confronto per entrambi i sessi a livello provinciale, regionale e nazionale.

Nella seguente Tabella 45 è riportato il tasso standardizzato della mortalità generale suddiviso per sesso, anno ed ambito territoriale di riferimento, mentre nella successiva Figura 49 si riporta il grafico con l'andamento nel periodo 2012-2016 del tasso standardizzato di mortalità per tutte le cause.

.Indicatore	Ambito territoriale	2012		2013		2014		2015		2016	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Tasso std. Mortalità generale	Brescia	101,17	63,26	95,26	59,64	92,77	57,36	95,67	61,62	98,51	61,86
	Lombardia	100,57	64,34	94,74	60,81	91,52	59,47	94,86	63,12	98,68	64,7
	Italia	103,29	67,42	98,22	64,01	95,22	62,34	98,77	66,65	101,99	68,61

Tabella 45 – Tasso std della mortalità generale per sesso, anno ed ambito territoriale di riferimento; dati espressi come n. di decessi per 10.000 abitanti

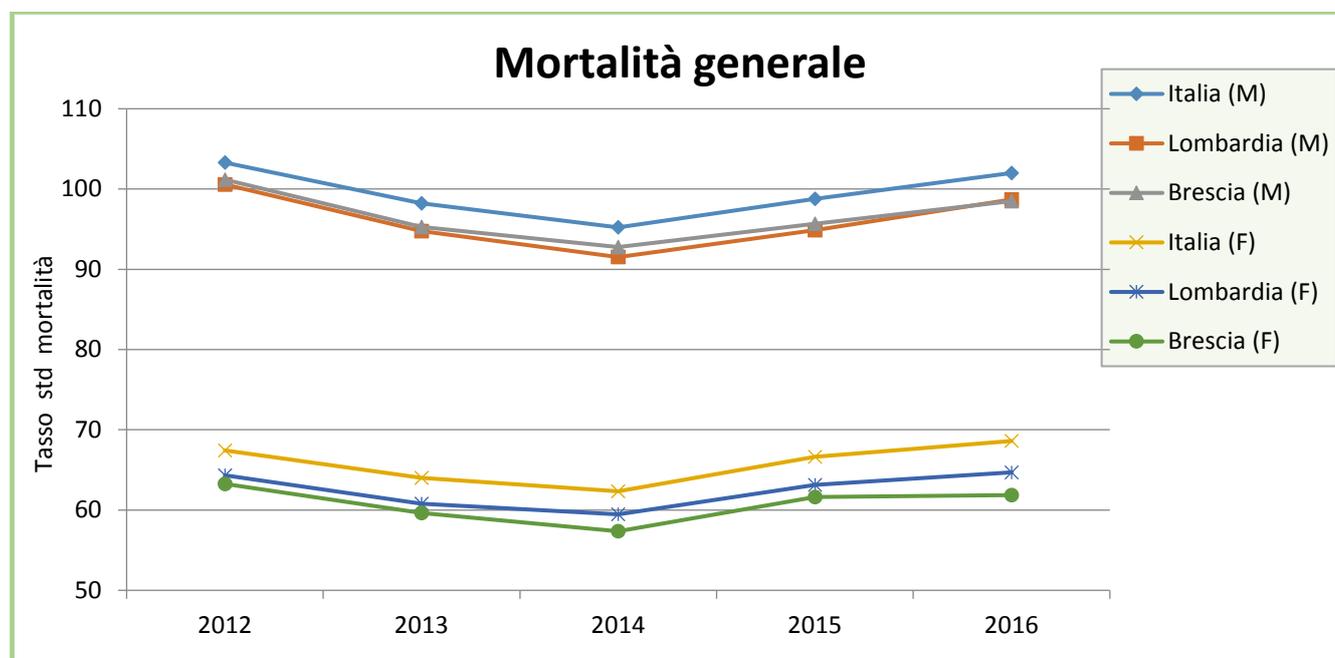


Figura 49: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di mortalità generale nel periodo 2012-2016

L'analisi del grafico riportato in Figura 49 mostra che l'andamento del tasso di mortalità generale a livello provinciale e regionale sono sostanzialmente allineati rispetto ai corrispettivi nazionali, sia per gli uomini che per le donne. Il tasso di mortalità generale assume valori inferiori per la popolazione femminile rispetto alla popolazione maschile, e nell'ambito territoriale della Regione Lombardia e Provincia di Brescia risulta sempre leggermente inferiore rispetto alla media nazionale.

Nella seguente Tabella 46 è riportato il tasso standardizzato della mortalità per malattie del sistema circolatorio, per malattie ischemiche del cuore, per malattie dell'apparato respiratorio, per malattie dell'apparato digerente e per malattie dell'apparato genito-urinario, suddiviso per sesso, anno ed ambito territoriale di riferimento, mentre nelle Figura 50, Figura 51, Figura 52, Figura 53 e Figura 54 delle pagine successive si riportano i grafici con l'andamento nel periodo 2012-2016 del tasso standardizzato di decessi rispettivamente per ognuno dei diversi tipi di patologie sotto elencati.

Indicatore	Ambito territoriale	2012		2013		2014		2015		2016	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Tasso mortalità malattie sistema circolatorio	Brescia	33,64	22,66	32,38	21,64	29,23	20,91	31,51	22,71	33,13	23,06
	Lombardia	31,96	22,56	29,57	21,00	28,38	19,93	29,42	21,46	29,86	21,36
	Italia	35,30	25,66	33,28	23,87	31,78	23,05	33,28	24,67	33,63	25,01
Tasso mortalità std malattie ischemiche cuore	Brescia	13,67	7,61	13,57	7,15	11,75	7,09	12,47	7,09	12,99	6,82
	Lombardia	12,57	6,82	11,65	6,05	11,06	5,60	11,25	5,79	11,16	5,68
	Italia	13,32	7,33	12,47	6,69	11,74	6,35	11,99	6,52	12,00	6,45
Tasso mortalità std malattie apparato respiratorio	Brescia	8,91	4,60	8,37	4,51	7,97	4,27	9,24	4,75	9,62	4,75
	Lombardia	8,48	4,13	7,66	3,80	7,31	3,70	8,22	4,32	8,79	4,25
	Italia	8,44	3,95	7,75	3,74	7,52	3,60	8,28	4,26	8,79	4,36
Tasso mortalità std malattie apparato digerente	Brescia	4,97	2,71	4,39	2,70	3,91	2,33	4,18	2,62	4,64	2,49
	Lombardia	3,64	2,41	3,35	2,17	3,41	2,19	3,31	2,14	3,65	2,25
	Italia	3,95	2,57	3,69	2,45	3,61	2,34	3,63	2,39	3,75	2,51
Tasso mortalità std malattie apparato genito-urinario	Brescia	1,72	1,11	1,27	0,86	1,54	0,81	1,26	0,83	1,57	0,75
	Lombardia	2,01	1,07	1,79	1,09	1,76	1,19	2,01	1,23	1,82	1,14
	Italia	2,01	1,28	1,88	1,23	1,88	1,21	2,06	1,35	1,78	1,19

Tabella 46 – Tassi std della mortalità per malattie del sistema circolatorio, per malattie ischemiche del cuore, per malattie dell'apparato respiratorio, per malattie dell'apparato digerente e per malattie dell'apparato genito-urinario, suddivisi per sesso, anno ed ambito territoriale di riferimento; dati espressi come n. di decessi per 10.000 abitanti

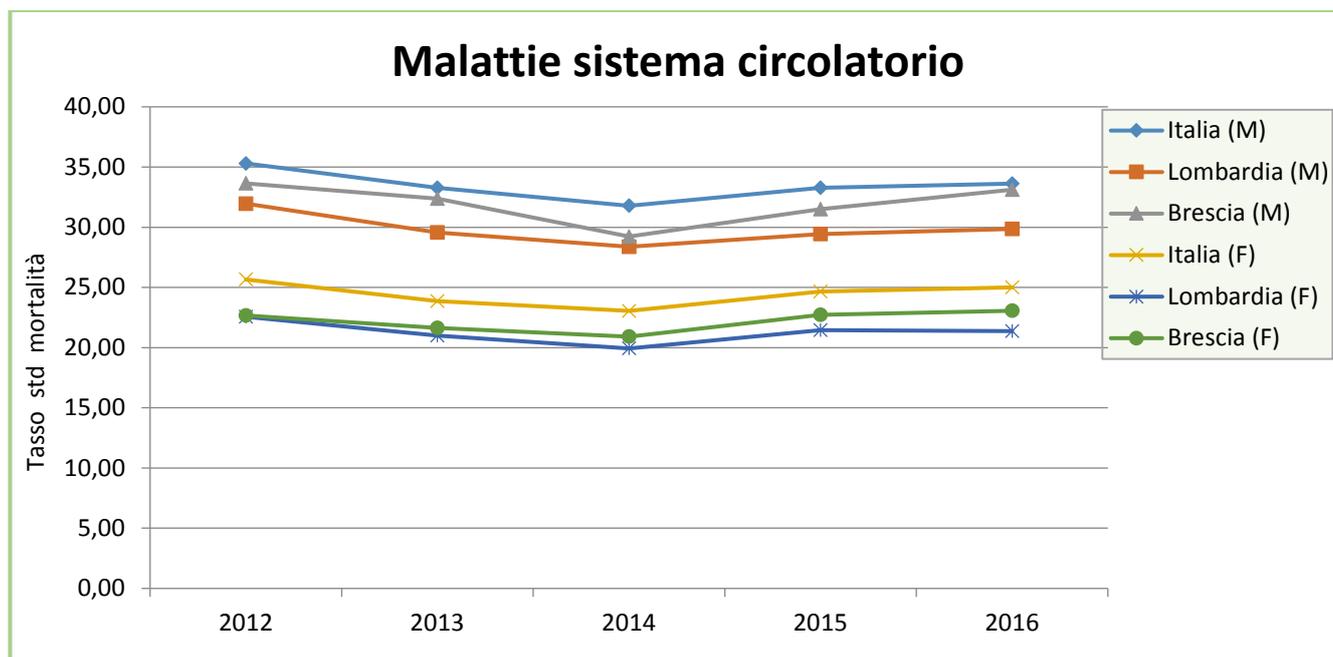


Figura 50: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di mortalità per malattie del sistema circolatorio nel periodo 2012-2016

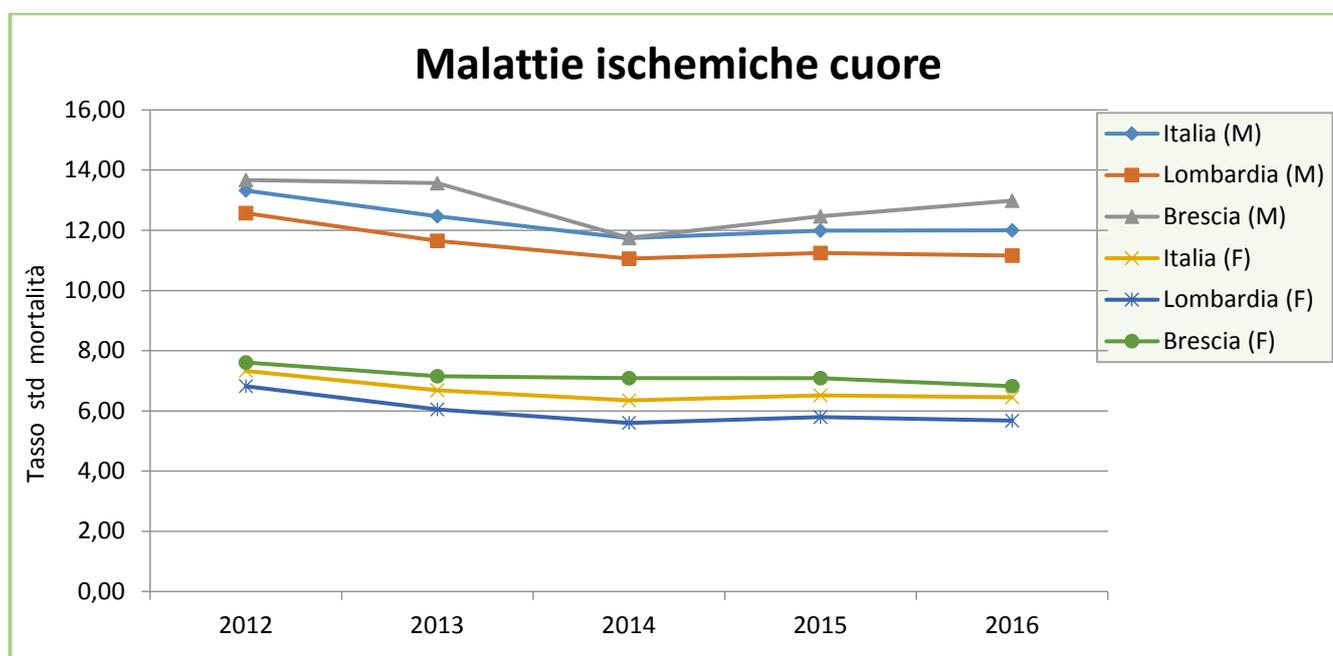


Figura 51: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di mortalità per malattie ischemiche del cuore nel periodo 2012-2016

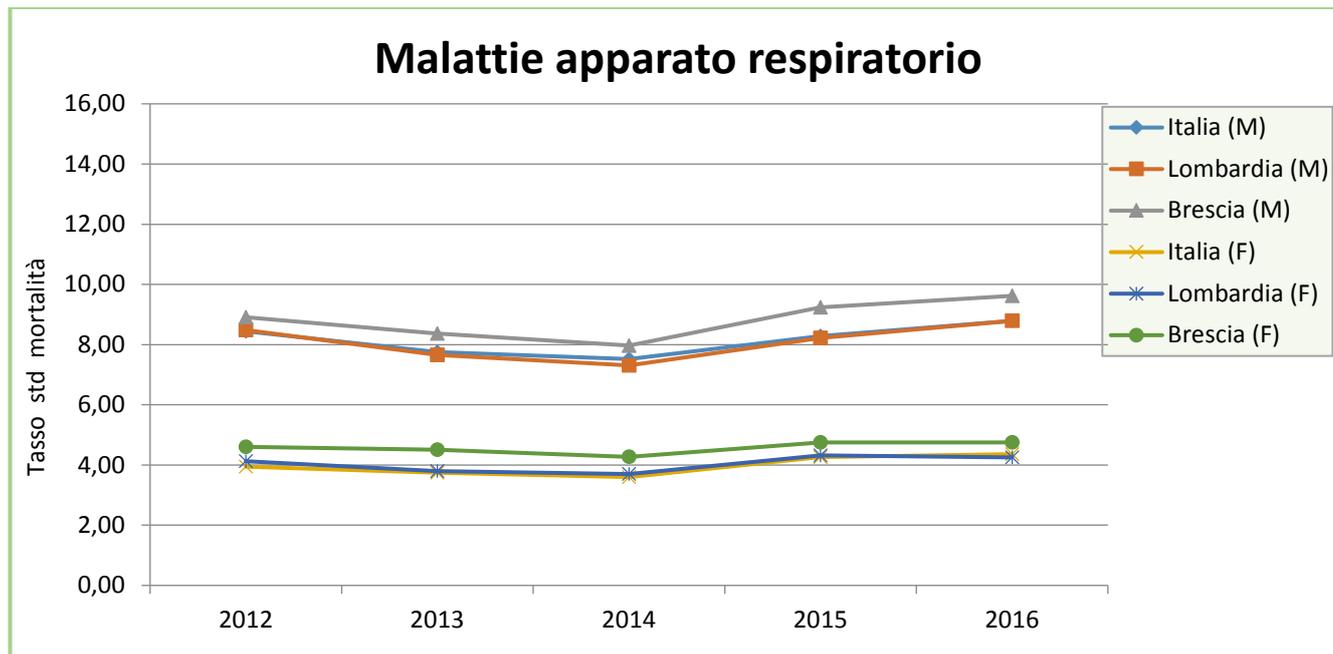


Figura 52: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio nel periodo 2012-2016

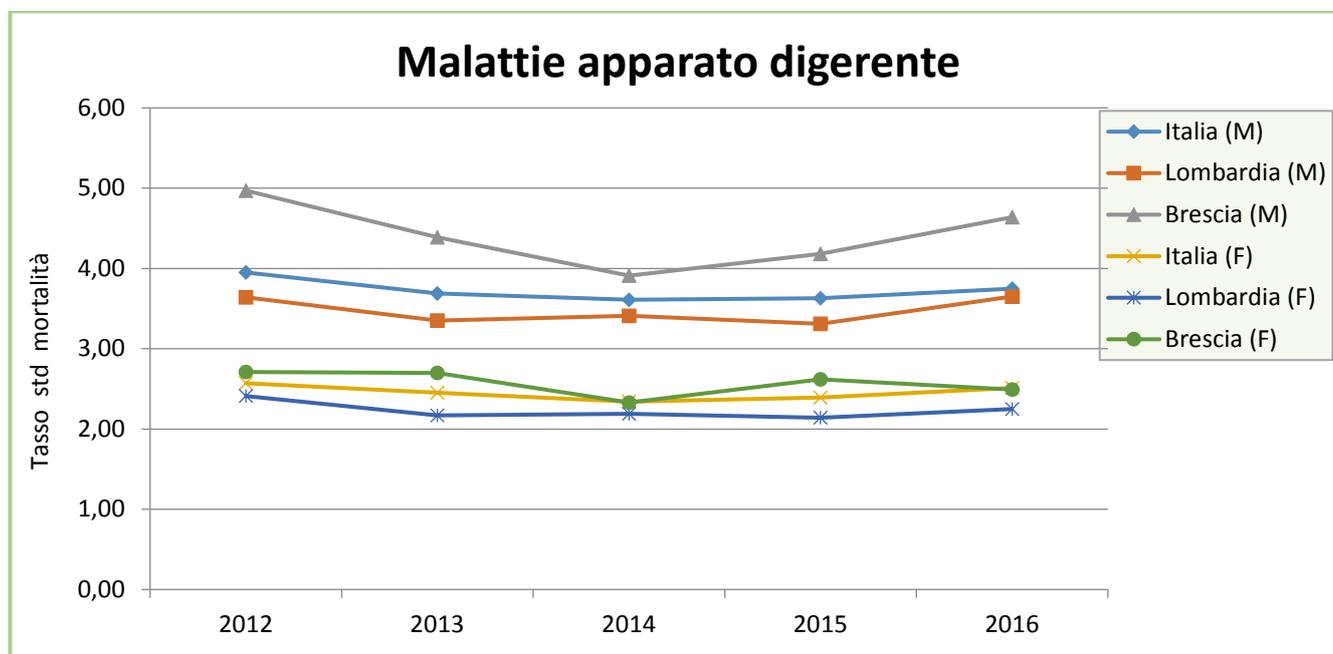


Figura 53: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di mortalità per malattie dell'apparato digerente nel periodo 2012-2016

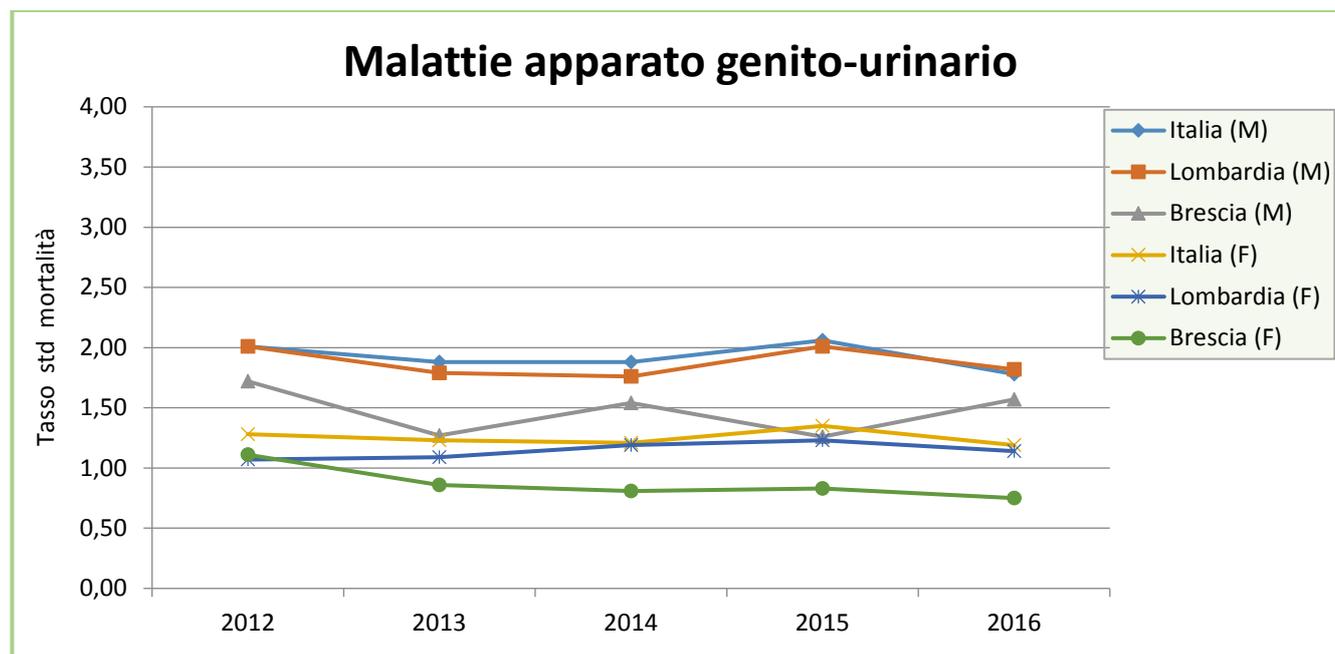


Figura 54: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario nel periodo 2012-2016

Nella seguente Tabella 47 è riportato il tasso standardizzato delle dimissioni ospedaliere per malattie del sistema circolatorio, per malattie ischemiche del cuore, per malattie dell'apparato respiratorio, per malattie dell'apparato digerente e per malattie dell'apparato genito-urinario, suddiviso per sesso, anno ed ambito territoriale di riferimento, mentre nelle Figura 55, Figura 56, Figura 57, Figura 58 e Figura 59 delle pagine successive si riportano i grafici con l'andamento nel periodo 2012-2017 del tasso standardizzato di dimissioni ospedaliere rispettivamente per ognuno dei diversi tipi di patologie sotto elencati.

Indicatore	Ambito territoriale	2012		2013		2014		2015		2016		2017	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	F	M
Tasso std dimissioni malattie sistema circolatorio	Brescia	222,25	132,32	216,62	129,07	203,45	120,54	188,46	112,64	194,31	117,74	208,32	120,94
	Lombardia	232,42	114,70	222,75	109,47	213,00	105,48	210,23	102,65	206,10	98,79	211,21	103,41
	Italia	254,26	143,96	240,27	134,35	228,91	127,40	222,11	121,38	216,05	116,86	217,56	117,95
Tasso std dimissioni malattie ischemiche cuore	Brescia	54,09	19,82	51,84	19,40	47,80	17,70	44,59	15,93	44,54	17,25	49,10	17,41
	Lombardia	65,24	20,60	61,70	19,41	59,21	18,65	58,67	18,20	56,44	16,99	58,88	18,26
	Italia	67,31	22,50	63,45	21,15	60,59	20,25	59,44	19,55	58,60	19,10	58,99	19,24
Tasso std dimissioni malattie apparato respiratorio	Brescia	121,42	76,22	117,64	74,07	109,53	70,88	110,27	69,01	114,44	74,73	127,98	83,35
	Lombardia	123,49	75,91	121,16	75,01	118,10	75,60	119,23	76,15	107,67	69,45	122,30	78,28
	Italia	127,36	79,80	122,89	77,80	118,78	76,90	118,36	76,84	113,30	73,82	119,06	78,58

Indicatore	Ambito territoriale	2012		2013		2014		2015		2016		2017	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	F	M
Tasso std dimissioni malattie apparato digerente	Brescia	164,58	105,78	159,75	102,05	153,59	98,75	147,94	92,48	148,86	95,76	149,29	95,49
	Lombardia	164,05	103,05	158,20	100,23	155,26	96,56	148,73	89,87	136,65	82,84	145,96	86,40
	Italia	171,53	118,56	164,41	113,11	157,36	107,64	150,92	101,57	146,07	98,34	144,51	96,32
Tasso std dimissioni malattie apparato genito-urinario	Brescia	90,53	143,43	87,56	133,36	85,20	126,44	84,21	115,36	88,36	101,54	85,91	95,17
	Lombardia	100,62	133,03	96,51	131,00	91,94	129,86	92,96	130,16	84,54	143,29	91,85	123,57
	Italia	108,05	136,79	102,44	130,92	96,69	126,17	94,75	122,48	92,43	118,10	93,68	112,99

Tabella 47 – Tassi std di dimissioni ospedaliere per malattie del sistema circolatorio, per malattie ischemiche del cuore, per malattie dell'apparato respiratorio, per malattie dell'apparato digerente e per malattie dell'apparato genito-urinario, suddivisi per sesso, anno ed ambito territoriale di riferimento; dati espressi come n. di dimissioni per 10.000 abitanti

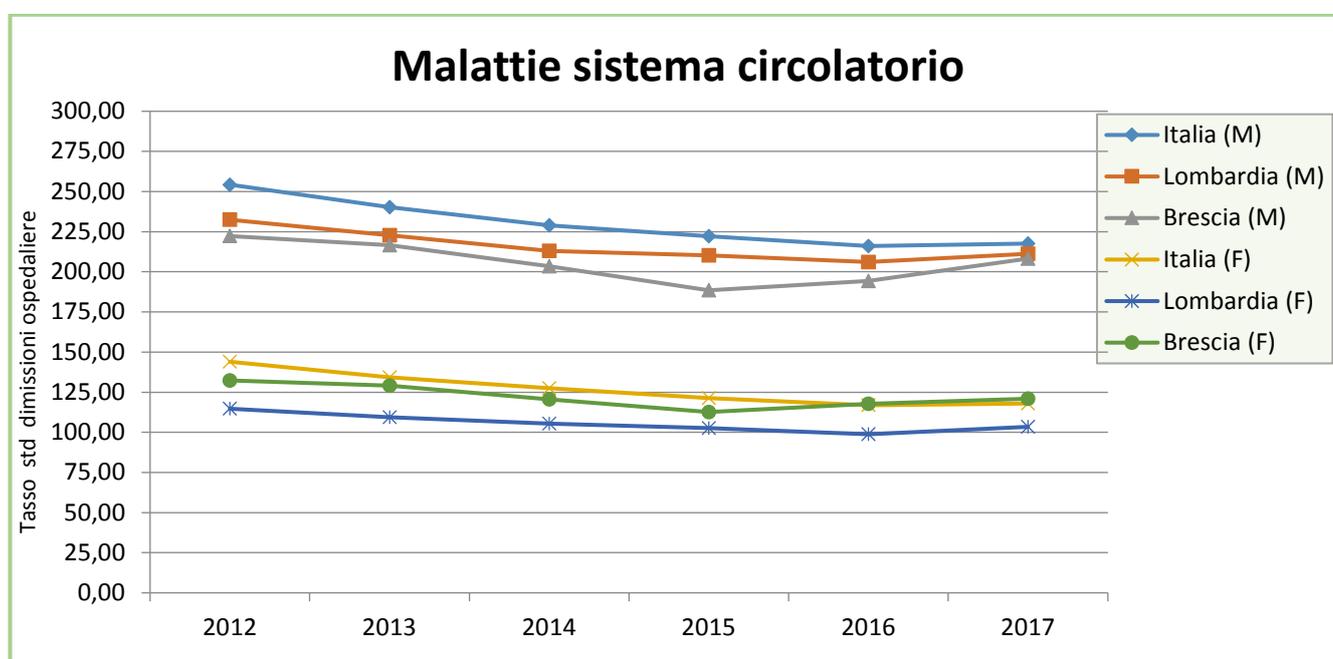


Figura 55: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di dimissioni ospedaliere per malattie del sistema circolatorio nel periodo 2012-2017

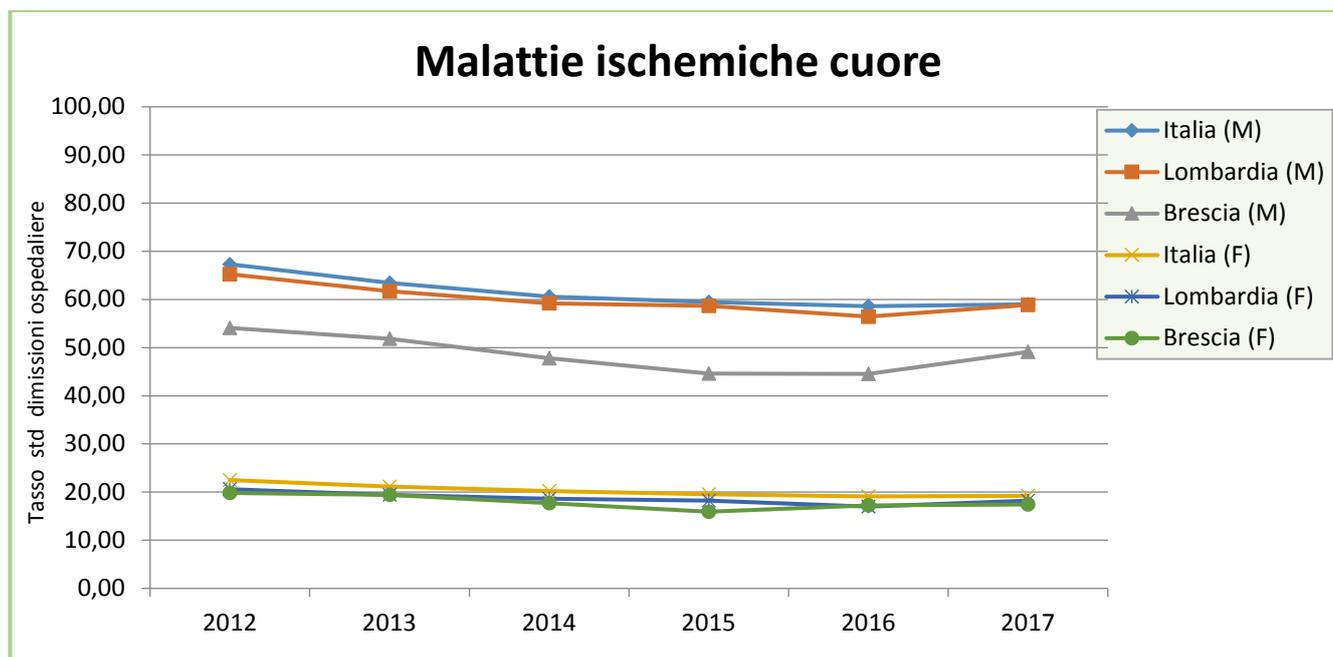


Figura 56: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di dimissioni ospedaliere per malattie ischemiche del cuore nel periodo 2012-2017

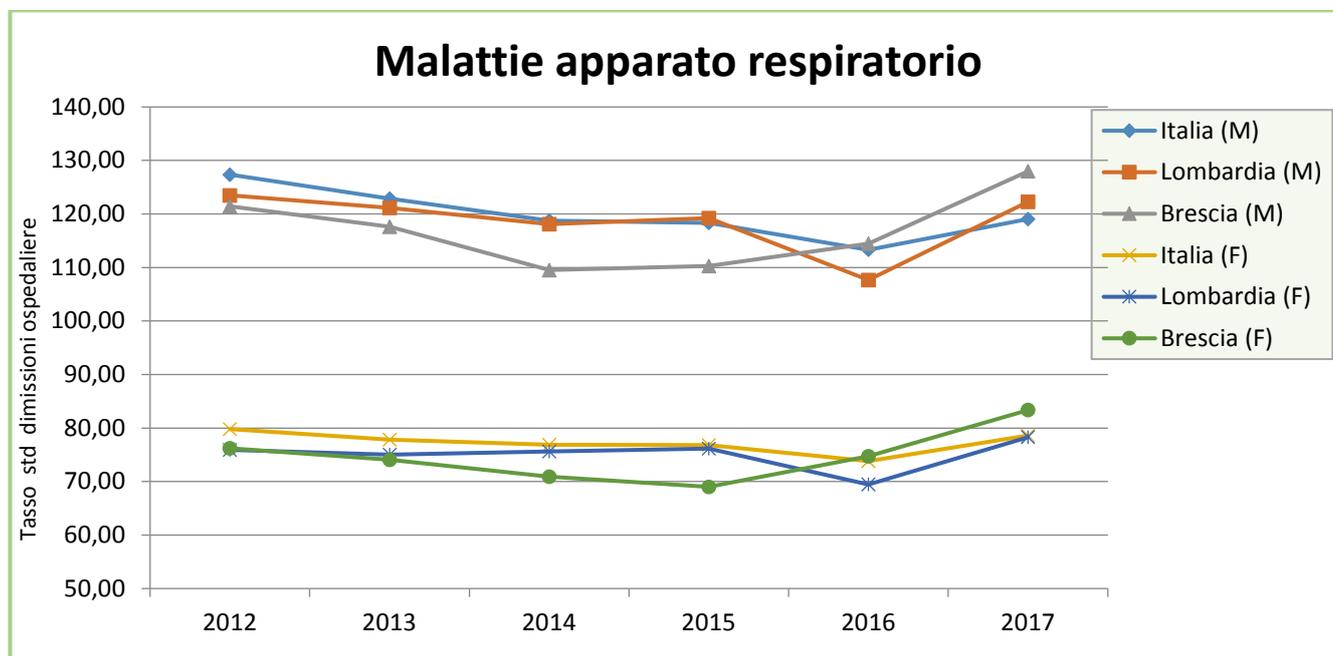


Figura 57: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di dimissioni ospedaliere per malattie dell'apparato respiratorio nel periodo 2012-2017

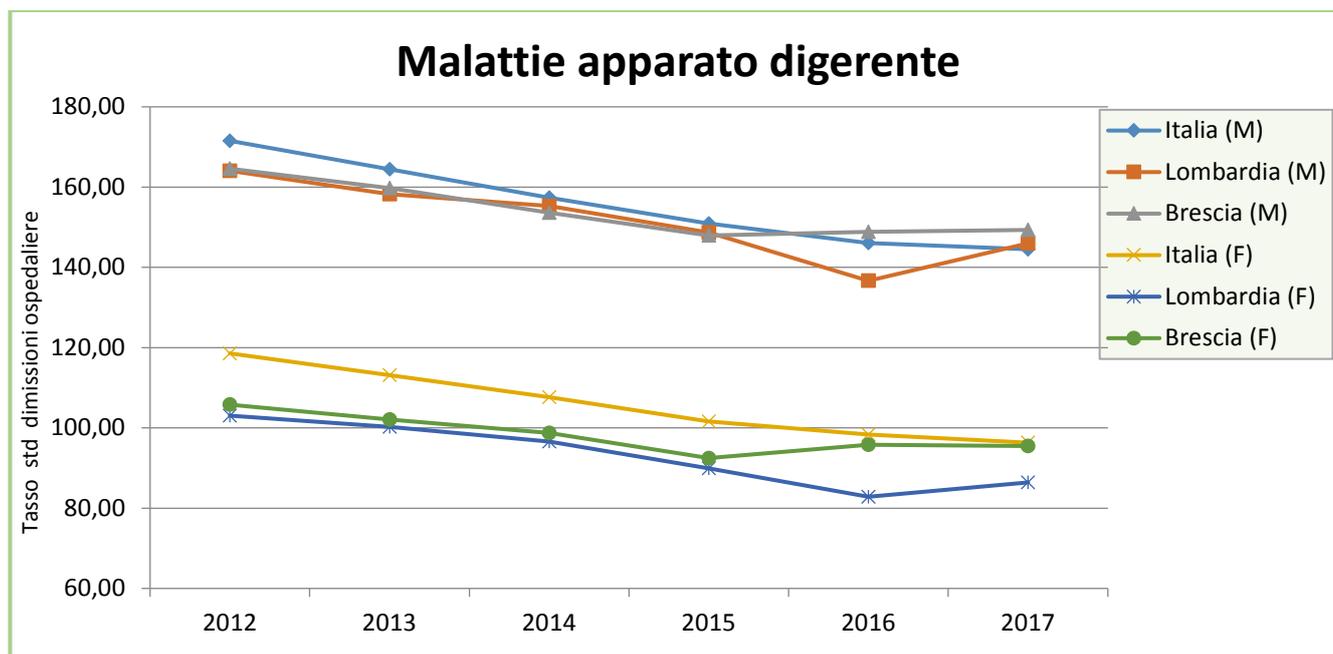


Figura 58: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di dimissioni ospedaliere per malattie dell'apparato digerente nel periodo 2012-2017

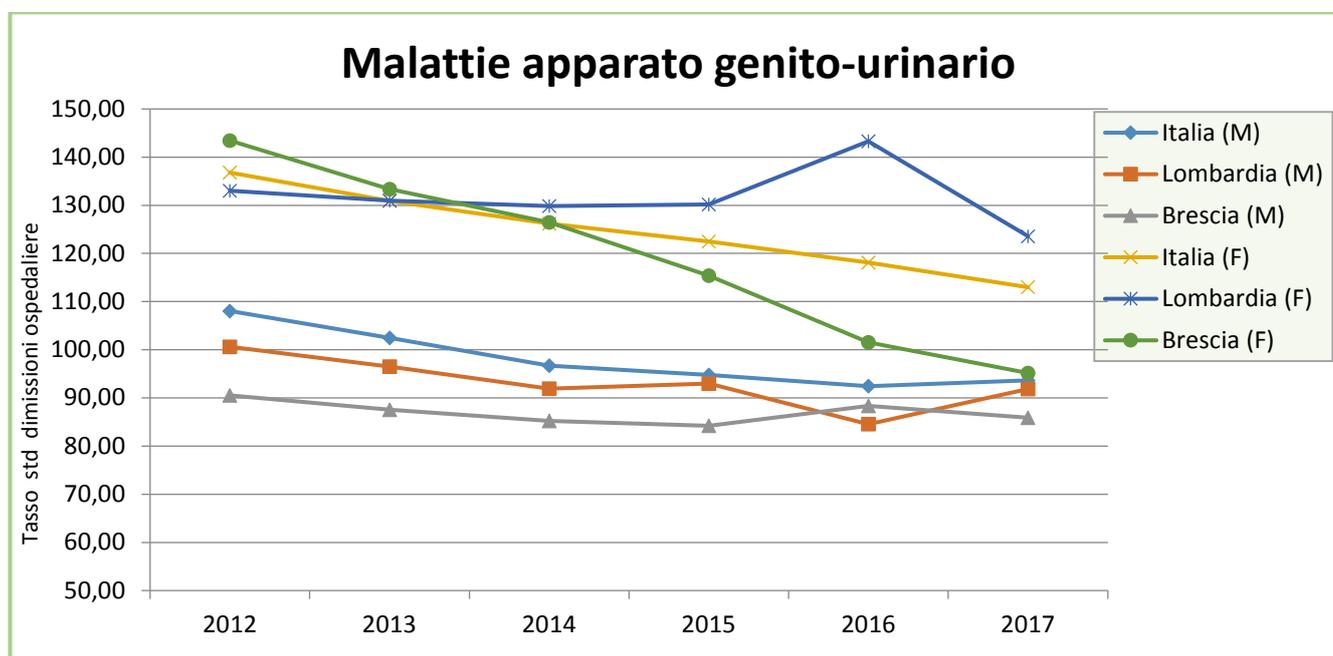


Figura 59: Confronto per sesso ed ambito territoriale del tasso std di dimissioni ospedaliere per malattie dell'apparato genito-urinario nel periodo 2012-2017

7.2.DATI ATS BRESCIA

Gli indicatori sanitari calcolati con dettaglio a livello di comunità locali direttamente interessate dagli impatti potenziali associati alle ricadute delle emissioni in atmosfera della centrale in progetto, ovvero i territori dei comuni di Nave, Botticino e Serle, sono stati acquisiti direttamente dall'Unità Operativa Epidemiologia dell'Agenzia per la Tutela della Salute di Brescia.

Nello specifico, gli indicatori sanitari acquisiti includono:

- Tasso standardizzato di mortalità di generale;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie sistema circolatorio;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie ischemiche del cuore;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie apparato respiratorio;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie respiratorie croniche.
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie apparato digerente;
- Tasso standardizzato di mortalità e di dimissioni ospedaliere per malattie apparato urinario.

Tutti gli indicatori sopra elencati sono suddivisi per comune e per genere, e riguardano il periodo di riferimento 2012-2016.

L'elaborazione degli indicatori sanitari sopra descritti è riportata in **Allegato 01** alla presente relazione.

8. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SANITARIO

8.1. RISK ASSESSEMENT TOSSICOLOGICO

Gli esiti delle valutazioni riportate nei capitoli precedenti (cfr. § 5) hanno messo in evidenza che i potenziali impatti sull'ambiente che possono determinare anche effetti sulla salute della popolazione residente nell'area in esame sono riconducibili esclusivamente alle emissioni in atmosfera della centrale in progetto, relativi agli inquinanti NO_x (in via cautelativa ipotizzati come interamente costituiti da NO₂), CO ed NH₃. Come richiamato nel successivo § 6, gli effetti di tutti gli inquinanti considerati sull'uomo sono tossici, ma non cancerogeni.

La norma sulla qualità dell'aria ad oggi vigente in Italia (D. Lgs. 155/2010) fissa per l'NO₂ e per il CO i limiti di concentrazione in aria ambiente per la protezione della salute della popolazione; pertanto la valutazione dell'impatto sanitario connesso alle emissioni di NO_x (assimilato ad NO₂) e di CO dell'impianto in progetto può essere effettuata semplicemente confrontando le ricadute attese in corrispondenza dei recettori sensibili con i limiti di legge per la qualità dell'aria fissati dal citato D. Lgs. 155/2010. Analoga valutazione sarà effettuata anche per quanto riguarda il particolato atmosferico secondario, espresso in termini di PM_{2.5}, per il quale parimenti esiste uno specifico limite per la protezione della salute umana stabilito dalla norma vigente.

Per quanto riguarda invece l'ammoniaca, inquinante non normato dal D. Lgs. 155/2010, per valutare i potenziali effetti tossici delle sue ricadute si può fare riferimento a valori ritrovabili nella letteratura scientifica internazionale. Nello specifico, per quanto attiene a NH₃ si possono considerare:

- il valore di riferimento RfC stabilito dalla *Environmental Protection Agency* statunitense (EPA), che rappresenta una stima del valore di esposizione continuo per inalazione della popolazione umana (compresi i sottogruppi sensibili) che non crea un apprezzabile rischio di effetti deleteri nel corso di una vita, pari a 500 µg/m³.
- i valori di riferimento stabilito per scenari *short term* dagli *Ambient Air Quality Criteria* (AAQC) adottati dall'*Ontario Ministry of the Environment* (MOE), pari a 100 µg/m³ per la massima media di 24 ore.

Alla luce della natura delle modalità di esercizio dell'impianto di progetto, che essendo una centrale peaker sarà attiva indicativamente per alcune centinaia di ore all'anno, si è ritenuto maggiormente

verosimile utilizzare il limite stabilito dagli AAQC canadesi per scenari short term, che peraltro risulta anche maggiormente cautelativo rispetto alla RfC stabilita dall'EPA.

Pertanto, la valutazione dell'impatto sanitario connesso alle emissioni di NH₃ dell'impianto in progetto sarà effettuata confrontando le ricadute attese in corrispondenza dei recettori sensibili con il valore di riferimento sopra individuato.

Alla luce di quanto sopra, nella seguente Tabella 48 si riporta una sintesi, per ciascun inquinante emesso dalla centrale in progetto cui sono connessi effetti tossici, dei limiti di riferimento adottati per la stima degli impatti sanitari.

Inquinante	Parametro statistico	Valore limite di riferimento	Rif. legislativo / di letteratura
NO _x (come NO ₂)	Massima media oraria	200 µg/m ³	D. Lgs. 155/2010
CO	Massima media mobile su 8h	10 mg/m ³	D. Lgs. 155/2010
NH ₃	Massima media giornaliera	100 µg/m ³	AAQC - MOE
Particolato secondario (come PM2.5)	Media annua	25 µg/m ³	D. Lgs. 155/2010

Tabella 48 – Limiti di riferimento per gli inquinanti normati e non normati dal D. Lgs. 155/2010 adottati per la valutazione dell'impatto sanitario

8.1.1. INQUINANTI NORMATI DAL D. LGS. 155/2010

Per quanto riguarda gli inquinanti normati, in base al D. Lgs 155/2010 sono definiti i valori soglia al di sotto dei quali non sono attesi rischi per la popolazione in relazione ai seguenti inquinanti emessi dalla centrale in progetto: NO₂ e CO.

Come risulta dalla disamina dei risultati dello studio di ricaduta (cfr. § 5.1.1 e 5.1.2), le concentrazioni massime al suolo attese in corrispondenza dei recettori sensibili risultano per entrambi i contaminanti inferiori di almeno due ordini di grandezza rispetto ai valori limite di qualità dell'aria di cui al D. Lgs 155/2010; in particolare, l'**Hazard Index** (Indice di rischio definito come rapporto tra la concentrazione massima al punto di esposizione e il valore limite di riferimento) per i contaminanti non cancerogeni in questione risulta pari a:

- **NO₂** HI = 2,7 µg/m³ / 200 µg/m³ **HI = 1,35E-02** **ACCETTABILE**
- **CO** HI = 3,5 µg/m³ / 10000 µg/m³ **HI = 3,50E-04** **ACCETTABILE**

Valutazione analoga può essere fatta per il particolato atmosferico che si genera per ossidazione secondaria degli ossidi di azoto, espresso in termini di PM2.5, in merito al quale lo studio di ricaduta (cfr. § 5.1.4) mostra che le concentrazioni massime al suolo attese in corrispondenza dei recettori sensibili risultano inferiori di quasi quattro ordini di grandezza rispetto ai valori limite di qualità dell'aria di cui al D. Lgs 155/2010:

- **PM2.5** HI = 0,006 µg/m³ / 25 µg/m³ **HI = 2,40E-04** **ACCETTABILE**

L'indice di rischio HI per tutti gli inquinanti normati risulta dunque sempre nettamente inferiore alla soglia di accettabilità pari a 1,.

8.1.2. INQUINANTI NON NORMATI DAL D. LGS. 155/2010

Per quanto riguarda gli inquinanti che non sono normati dal D. Lgs. 155/2010, l'ammoniaca è considerata sostanza tossica non cancerogena, e pertanto deve essere valutata attraverso il calcolo dell'Hazard Index (HI) per effetti tossici non cancerogeni, che per il caso in questione è dato dal rapporto tra la concentrazione massima stimata in corrispondenza dei recettori sensibili e il valore limite di riferimento, che come detto in precedenza si assume pari a 100 µg/m³ (fonte: AAQC – MOE):

- **NH₃** HI = 1,19 µg/m³ / 100 µg/m³ **HI = 1,19E-02** **ACCETTABILE**

L'indice di rischio HI risulta dunque anche per gli inquinanti non normati nettamente inferiore alla soglia di accettabilità pari a 1.

8.1.3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO CUMULATO

Fermo quanto riportato nei paragrafi precedenti in merito alla valutazione del rischio associato alle singole sostanze considerate, al fine della valutazione complessiva degli effetti tossici non cancerogeni attesi sulla popolazione esposta, il rischio determinato dall'esposizione a più sostanze, per via inalatoria, è calcolato in termini di Hazard Index cumulato secondo la seguente formula:

$$HI = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{RfC_i}$$

In pratica, l'Hazard Index cumulato è dato dalla sommatoria degli HI calcolati per ognuna delle singole sostanze considerate; affinché il rischio sia ritenuto accettabile, questa sommatoria deve comunque risultare inferiore o uguale all'unità (in astratto, la sommatoria degli effetti tossici di sostanze che prese singolarmente comporterebbero un rischio accettabile, potrebbe risultare invece non accettabile).

Nel caso specifico, l'Hazard Index cumulato risulta pari a:

$$HI_{CUM} = 1,35E-02 (NO_2) + 3,50E-04 (CO) + 2,40E-04 (PM2.5) + 1,19E-02 (NH_3)$$

$HI_{CUM} = 2,60E-02$

ACCETTABILE

Alla luce di quanto sopra si può affermare che il rischio sanitario per la popolazione esposta ad inalazione delle sostanze emesse dalla centrale in progetto, valutato con approccio di tipo tossicologico, risulta sempre accettabile, e pertanto la realizzazione del progetto determinerà impatti non significativi sulla salute pubblica.

8.2. HEALTH IMPACT ASSESSMENT EPIDEMIOLOGICO

Ad integrazione della valutazione del rischio su base tossicologica riportata nei paragrafi precedenti, nel seguito si riportano gli esiti di un assessment epidemiologico finalizzato a definire quale numero di casi di specifiche patologie ci si attende di osservare in corrispondenza alla variazione nella esposizione agli inquinanti interessati prevista dall'intervento in valutazione.

Per effettuare tale stima le Linee Guida rappresentano la necessità di acquisire informazioni epidemiologiche sulla relazione tra diversi livelli di esposizione e rischio; sono pertanto necessari dati di tipo epidemiologico sulle funzioni di relazione esposizione-esiti di salute per gli inquinanti oggetto d'interesse. Per ciascun inquinante identificato come d'interesse e gli esiti di salute ad esso riconducibili e definiti in base ai profili tossicologici degli inquinanti, va valutata l'esistenza di funzioni di rischio derivanti da valutazioni metanalitiche di più studi epidemiologici.

Nel caso specifico sono stati presi a riferimento i risultati del progetto "Health Risk of Air Pollution In Europe" (HRAPIE) della Organizzazione Mondiale della Sanità, già richiamato in precedenza (cfr. § 6), relativamente all'esposizione su scenario *short term* di NO₂ e PM_{2.5}, come riassunti rispettivamente nella seguente Tabella 49 e nella Tabella 50 della pagina successiva:

NO ₂ , short-term exposure							
Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m ³	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments
NO ₂ , daily maximum 1-hour mean	Mortality, all (natural) causes, all ages	A*	1.0027 (1.0016–1.0038)	All	MDB (WHO, 2013c), rates for deaths from all natural causes (ICD-10 chapters I–XVIII, codes A–R) in each of the 53 countries of the WHO European Region, latest available data	Air Pollution and Health: a European Approach (APHEA)-2 project with data from 30 European cities; RR adjusted for PM ₁₀	
NO ₂ , daily maximum 1-hour mean	Hospital admissions, respiratory diseases, all ages	A	1.0015 (0.9992–1.0038)	All	European hospital morbidity database (WHO, 2013f), ICD-9 codes 460–519; ICD-10 codes J00–J99	APED meta-analysis of four studies published before 2006; coefficient from single-pollutant model WHO (2013a) noted that the estimates for this pollutant–outcome pair were robust to adjustment to co-pollutants	Alternative to the estimates based on 24-hour NO ₂ average (preferred due to availability of more studies)
NO ₂ , 24-hour mean	Hospital admissions, respiratory diseases, all ages	A*	1.0180 (1.0115–1.0245)	All	European hospital morbidity database (WHO, 2013f), ICD-9 codes 460–519; ICD-10 codes J00–J99	APED meta-analysis of 15 studies published before 2006; coefficient from single-pollutant model WHO (2013a) noted that the estimates for this pollutant–outcome pair were robust to adjustment to co-pollutants	

Tabella 49 – Funzioni di rischio epidemiologico per NO₂ su scenario short term (estratto dalla relazione finale HRAPIE, pagina 11)

PM, short-term exposure							
Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m ³	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments
PM _{2.5} , daily mean	Mortality, all-cause, all ages	A	1.0123 (1.0045–1.0201)	All	MDB (WHO, 2013c)	APED meta-analysis of 12 single-city and one multicity studies	For information only: not proposed as an alternative to long-term PM _{2.5} exposure The premature deaths attributed to short-term changes of PM _{2.5} are already accounted for in estimating the effects of long-term exposure
PM _{2.5} , daily mean	Hospital admissions, cardiovascular diseases (CVDs) (includes stroke), all ages	A*	1.0091 (1.0017–1.0166)	All	European hospital morbidity database (WHO, 2013f), ICD, ninth revision (ICD-9) codes 390-459; ICD-10 codes I00–I99	APED meta-analysis of four single-city and one multicity studies	
PM _{2.5} , daily mean	Hospital admissions, respiratory diseases, all ages	A*	1.0190 (0.9982–1.0402)	All	European hospital morbidity database (WHO, 2013f), ICD-9 codes 460-519; ICD-10 codes J00–J99	APED meta-analysis of three single-city studies	

Tabella 50 – Funzioni di rischio epidemiologico per PM_{2.5} su scenario short term (estratto dalla relazione finale HRAPIE, pagine 6 e 7)

Al fine del calcolo dei casi attesi (in genere identificati con il termine “Casi Attribuibili” - CA) è necessario identificare:

- la stima del rischio relativo (**RR**) per l’effetto sanitario considerato (mortalità/morbidità/incidenza) per la patologia d’interesse, derivato dalla funzione concentrazione-risposta descritta nella letteratura più aggiornata;
- la dimensione della popolazione target (**Pop-exp**), ossia la popolazione interessata dagli scenari di esposizione;
- la differenza tra l’esposizione ante operam e quella stimata dagli scenari post operam nella popolazione esposta (**ΔC**);
- l’occorrenza di base (baseline) dell’evento sanitario in studio, ossia la mortalità/la morbidità/l’incidenza nella popolazione target (**Tasso-pop**).

Con le informazioni indicate è possibile calcolare i CA attraverso la seguente formula:

$$CA = (RR-1) \times Tasso-pop \times \Delta C \times Pop-exp$$

Per il calcolo dell’intervallo di confidenza della stima relativa al numero di casi attribuibili è necessario ripetere i calcoli sopra descritti utilizzando sia il limite inferiore che superiore del RR riportato nella letteratura di riferimento.

Fermo quanto sopra, ai fini del calcolo dei Casi Attribuibili associati al progetto in esame, i parametri necessari alla valutazione nel caso specifico sono stati determinati sulla base dei criteri di seguito riportati:

- per la definizione del Rischio Relativo **RR** associato ai possibili eventi sanitari sono stati utilizzati i valori delle funzioni di rischio indicati nella **Tabella 49** (NO₂) e nella **Tabella 50** (PM2.5); sono stati utilizzati anche i valori dell'intervallo di confidenza come definiti nelle medesime tabelle, al fine di calcolare l'intervallo di confidenza della stima dei CA;
- per il dimensionamento della popolazione target **Pop-exp** sono stati presi a riferimento i dati dei residenti nei singoli comuni di interesse alla data del 01.01.2019, suddivisi per genere, determinati sulla base dei dati ISTAT (cfr. § 4.2.1). Al fine del calcolo della popolazione target è stata calcolata la sommatoria di tutti i residenti del Comune di Nave (ipotizzando così in via cautelativa che la totalità dei residenti di detto Comune sia esposta alla massima ricaduta definita nello specifico studio di dispersione in atmosfera), mentre per quanto attiene i Comuni di Botticino e Serle, nell'ambito dei quali le aree interessate dalla ricadute degli inquinanti sono limitate e includono soltanto due piccole frazioni (San Gallo nel Comune di Botticino e Castello nel Comune di Serle) senza interessare gli agglomerati urbani principali, in via cautelativa si è ipotizzato che la popolazione esposta sia pari al 50% dei residenti registrati all'anagrafe.

Complessivamente, dunque, la popolazione target risulta pari a 17.738 persone, di cui 8.711 maschi e 9.027 femmine.

- per la definizione della variazione della esposizione a seguito dell'opera **ΔC** per ogni parametro sono stati utilizzati i valori massimi di ricaduta definiti dal modello in corrispondenza dei recettori sensibili, ipotizzando in via cautelativa che tutta la popolazione target distribuita sul territorio sia esposta alla concentrazione massima rilevata: nello specifico, il dato di riferimento utilizzato per NO₂ è pari a 2,7 µg/m³ (registrato in corrispondenza del recettore R15), mentre per il PM2.5 il dato di riferimento è pari a 0,006 µg/m³ (registrato in corrispondenza del recettore R13).

Poiché le variazioni di esposizione sono riferite a unità di µg/m³ mentre i valori delle funzioni di rischio si riferiscono a variazioni di 10 µg/m³, i valori delle esposizioni devono essere divisi per 10.

- per la definizione dell'occorrenza di base **Tasso-pop** dei vari eventi sanitari considerati sono stati presi a riferimento i tassi standardizzati di mortalità e di ricovero (per 10.000 abitanti) relativi alla popolazione della Provincia di Brescia per l'anno più recente disponibile, suddivisi per genere.

- dal momento che le valutazioni prodotte dai modelli sono riferite ad un teorico periodo di esercizio continuativo al massimo carico nell'arco dell'intero anno solare (8760 h/anno), mentre nella realtà l'esercizio della centrale peaker per sua stessa natura avverrà soltanto in condizioni di fabbisogno di picco della rete per al massimo alcune centinaia di ore all'anno, al fine della determinazione dei CA si è ipotizzato cautelativamente un periodo di esercizio di 1000 h/anno a pieno carico: si è pertanto applicato nella formula generale un fattore di correzione pari a 1000/8760, ovvero a circa 11,4%.

Alla luce dei criteri sopra esposti, gli esiti del calcolo dei casi attribuibili (CA) per gli eventi sanitari potenzialmente connessi all'esposizione agli inquinanti emessi dalla centrale in progetto sono riportati nelle seguenti Tabella 51 (esposizione ad NO₂) e Tabella 52 (esposizione a PM2.5)

Evento sanitario	RR (95% CI)	Pop-exp	Tasso-pop	ΔC	f	CA
Mortalità generale (M)	1,0027	8711	0,009851	2,7	11,4%	7,14E-03
	1,0016	8711	0,009851	2,7	11,4%	4,23E-03
	1,0038	8711	0,009851	2,7	11,4%	1,01E-02
Mortalità generale (F)	1,0027	9027	0,006186	2,7	11,4%	4,65E-03
	1,0016	9027	0,006186	2,7	11,4%	2,75E-03
	1,0038	9027	0,006186	2,7	11,4%	6,54E-03
Mortalità generale (M+F), caso peggiore	-	-	-	-	-	1,66E-02
Ricoveri malattie app. respiratorio (M)	1,0015	8711	0,012798	2,7	11,4%	5,15E-03
	0,9992	8711	0,012798	2,7	11,4%	ND
	1,0038	8711	0,012798	2,7	11,4%	1,31E-02
Ricoveri malattie app. respiratorio (F)	1,0015	9027	0,008335	2,7	11,4%	3,48E-03
	0,9992	9027	0,008335	2,7	11,4%	ND
	1,0038	9027	0,008335	2,7	11,4%	8,81E-03
Ricoveri totali (M+F), caso peggiore	-	-	-	-	-	2,19E-02

Tabella 51 – Calcolo dei Casi Attribuibili (CA) per gli eventi sanitari connessi all'esposizione a NO₂

Evento sanitario	RR (95% CI)	Pop-exp	Tasso-pop	DC	f	CA
Mortalità generale (M)	1,0123	8711	0,009851	0,006	11,4%	7,23E-05
	1,0045	8711	0,009851	0,006	11,4%	2,64E-05
	1,0201	8711	0,009851	0,006	11,4%	1,18E-04
Mortalità generale (F)	1,0123	9027	0,006186	0,006	11,4%	4,70E-05
	1,0045	9027	0,006186	0,006	11,4%	1,72E-05
	1,0201	9027	0,006186	0,006	11,4%	7,69E-05
Mortalità generale (M+F), caso peggiore						1,95E-04

[segue]

Evento sanitario	RR (95% CI)	Pop-exp	Tasso-pop	DC	f	CA
Ricoveri malattie app. circolatorio (M)	1,0091	8711	0,020832	0,006	11,4%	1,13E-04
	1,0017	8711	0,020832	0,006	11,4%	2,11E-05
	1,0166	8711	0,020832	0,006	11,4%	2,06E-04
Ricoveri malattie app. circolatorio (F)	1,0091	9027	0,012094	0,006	11,4%	6,80E-05
	1,0017	9027	0,012094	0,006	11,4%	1,27E-05
	1,0166	9027	0,012094	0,006	11,4%	1,24E-04
Ricoveri malattie app. respiratorio (M)	1,0190	8711	0,012798	0,006	11,4%	1,45E-04
	0,9982	8711	0,012798	0,006	11,4%	ND
	1,0402	8711	0,012798	0,006	11,4%	3,07E-04
Ricoveri malattie app. respiratorio (F)	1,0190	9027	0,008335	0,006	11,4%	9,79E-05
	0,9982	9027	0,008335	0,006	11,4%	ND
	1,0402	9027	0,008335	0,006	11,4%	2,07E-04
Ricoveri totali (M+F), caso peggiore						8,45E-04

Tabella 52 – Calcolo dei Casi Attribuibili (CA) per gli eventi sanitari connessi all'esposizione a NO₂

Dai risultati dei calcoli riportati nelle tabelle precedenti emerge come il numero di casi degli eventi sanitari che risulterebbero attribuibili alla realizzazione ed esercizio della centrale in progetto, sulla base di assunzioni cautelative sopra dettagliate, corrisponde a valori di frazioni di unità nell'area indagata; il valore più elevato di casi attribuibili all'intervento sarebbe di circa 0,02 casi/anno di ricoveri per le patologie dell'apparato respiratorio come conseguenza della esposizione a NO₂.

Complessivamente, alla luce di quanto sopra si può affermare che la valutazione del rischio effettuata con approccio di tipo epidemiologico conferma gli esiti della analoga valutazione con approccio di tipo tossicologico, ovvero che il rischio sanitario per la popolazione esposta ad inalazione delle sostanze emesse dalla centrale in progetto risulta sempre accettabile, e pertanto la realizzazione del progetto determinerà impatti non significativi sulla salute pubblica.

8.3. VALUTAZIONE DI ALTRI DETERMINANTI DI SALUTE

Nella valutazione dell'impatto sanitario del progetto occorre valutare non solo gli eventuali effetti sulla salute della popolazione esposta direttamente alle emissioni nelle matrici ambientali, ma anche l'eventuale influenza su altri determinanti riguardanti i comportamenti e gli stili di vita della popolazione, le condizioni di vita e lavorative, i fattori sociali, i fattori economici e i servizi.

Nella seguente Tabella 53 si riportano i determinanti di salute che sono stati considerati nel presente studio, l'individuazione e la magnitudo di eventuali effetti su tali determinanti di salute.

Determinanti	Valutazione effetti positivi			Valutazione effetti negativi			Nessun effetto
	B	M	A	B	M	A	
Comportamenti e stili di vita							
attività fisica							X
attività ricreative							X
abitudini alimentari							X
mobilità/incidentalità							X
relazioni sociali							X
Aspetti socio-economici							
livello di istruzione							X
livello di occupazione/ disoccupazione		X					
accesso alla casa							X
livello di reddito							X
Diseguaglianze							X
esclusione sociale							X
tasso di criminalità							X
accesso ai servizi sociali/sanitari							X
tessuto urbano							X
Servizi							
disponibilità/accessibilità ai servizi sanitari							X
disponibilità/accessibilità di vigilanza/controllo							X
disponibilità/accessibilità ai servizi socio-assistenziali							X
organizzazione della comunità locale							X
Qualità degli ambienti di lavoro							X
Salute delle minoranze (pendolari, etnie), gruppi vulnerabili (bambini, anziani, ecc.)							X

Tabella 53 – Valutazione dell'impatto del progetto su altri determinanti di salute con eventuale segnalazione della tipologia e della magnitudo dell'effetto

Come desumibile da quanto riportato nella tabella della pagina precedente non si prevedono effetti legati alla realizzazione del progetto sui determinanti di salute sopra riportati, ad eccezione del livello di occupazione sia diretta che dell'indotto generata dall'esercizio della nuova centrale e dalla fase di costruzione delle nuove opere.

9. DESCRIZIONE DEL MONITORAGGIO POST OPERAM

Dal punto di vista delle emissioni in atmosfera, nella configurazione di progetto la centrale effettuerà il monitoraggio nei fumi emessi al camino delle concentrazioni di NO_x, CO e NH₃, coerentemente con le indicazioni delle specifiche BAT di settore.

Tale monitoraggio consentirà di tenere sotto controllo l'andamento nel tempo delle emissioni effettive in atmosfera dell'impianto ed eventualmente di ritardare, qualora fosse necessario, lo studio delle ricadute sulla base dei dati reali, aggiornando di conseguenza anche la valutazione di impatto sanitario.

10. CONCLUSIONI

Il progetto in esame prevede la realizzazione all'interno della esistente installazione IPPC di Nave (BS) della società Duferco Sviluppo Srl di un nuovo impianto "peaker" per la produzione di energia elettrica alimentato a gas naturale da mettere a disposizione del gestore di rete che si trova costretto far fronte a sbilanciamenti sempre più frequenti.

Alla luce delle informazioni e delle valutazioni riportate nella presente relazione, la Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) effettuata per il progetto in esame sulla base di quanto stabilito dalle Linee Guida prodotte dall'Istituto Superiore di Sanità nel dicembre 2018, redatte a norma del D. Lgs 104 del 16 luglio 2017 ed approvate con Decreto del Ministero della Salute del 27 marzo, ha messo in evidenza che il rischio sanitario per la popolazione potenzialmente esposta ad inalazione delle sostanze emesse dalla centrale in progetto, determinato sulla base di un approccio integrato tossicologico ed epidemiologico, risulta sempre accettabile, e pertanto la realizzazione del progetto in esame determinerà impatti non significativi sulla salute pubblica.

ALLEGATO 01 – ELABORAZIONE INDICATORI SANITARI A LIVELLO COMUNALE (FONTE: ATS BRESCIA)