

Aeroporto "G. D'Annunzio" di Brescia Montichiari Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030



Studio di Impatto Ambientale *PARTE 2 - Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera*

Indice

PARTE 2.1 L'AEROPORTO	7
1. LA CONFIGURAZIONE AEROPORTUALE	7
1.1 La configurazione attuale dell'aeroporto	7
1.1.1 <i>Il sedime aeroportuale</i>	7
1.1.2 <i>Infrastrutture air side</i>	8
1.1.2.1 <i>Piste e vie di rullaggio</i>	8
1.1.2.2 <i>Piazzali aeromobili</i>	10
1.1.3 <i>Terminal passeggeri e terminal cargo</i>	11
1.1.3.1 <i>Aerostazione passeggeri</i>	11
1.1.3.2 <i>Terminal cargo</i>	13
1.1.4 <i>Strutture operative e dismesse</i>	15
1.1.5 <i>Sistema di accessibilità e aree di sosta</i>	16
1.1.5.1 <i>Accessi e viabilità interna all'aeroporto</i>	16
1.1.5.2 <i>Parcheggi</i>	17
1.2 L'operatività dell'aeroporto	18
1.2.1 <i>Elementi essenziali per la definizione della configurazione operativa</i>	18
1.2.2 <i>Modalità d'uso dell'infrastruttura di volo</i>	19
1.2.3 <i>Rotte e procedure di volo</i>	21
1.2.4 <i>Tipologia di aeromobili</i>	24
1.3 Modalità gestionali dell'aeroporto	26
1.3.1 <i>Gestione dei fabbisogni energetici</i>	26
1.3.2 <i>Gestione dei fabbisogni idrici</i>	27
1.3.3 <i>Gestione delle acque meteoriche</i>	28
1.3.4 <i>Gestione delle acque reflue</i>	29
1.4 L'accessibilità aeroportuale	30
1.4.1 <i>La rete di accesso</i>	30
1.4.1.1 <i>Condizioni di accessibilità aeroportuale</i>	30
1.4.1.2 <i>La rete viaria</i>	31
1.4.1.3 <i>Il trasporto pubblico</i>	33
1.4.2 <i>Il traffico a terra di origine aeroportuale</i>	34
PARTE 2.2 IL CONTESTO AMBIENTALE	38
2. LE COMPONENTI AMBIENTALI INDAGATE E LA DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO	38
3. ARIA E CLIMA	40
3.1 Inquadramento tematico	40
3.2 Analisi meteo-climatica	42
3.2.1 <i>Il dato Storico: Andamento 1971 - 2000</i>	42
3.2.1.1 <i>Fonte e centralina di riferimento</i>	42
3.2.1.2 <i>Regime Termico</i>	46
3.2.1.3 <i>Regime Pluviometrico</i>	53

3.2.1.4	Regime Anemometrico.....	60
3.2.2	<i>Il dato attuale: bollettino METAR anno 2017.....</i>	<i>68</i>
3.2.2.1	Descrizione formato e disponibilità dei dati.....	68
3.2.2.2	Regime Termico	69
3.2.2.3	Regime Anemometrico.....	70
3.2.3	<i>Il confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento delle simulazioni</i>	<i>71</i>
3.2.3.1	Parametri di confronto	71
3.2.3.2	Regime termico.....	72
3.2.3.3	Regime Anemometrico.....	73
3.2.3.4	Conclusione	77
3.3	<i>L'analisi emissiva.....</i>	<i>78</i>
3.3.1	<i>Aspetti generali sul cambiamento climatico.....</i>	<i>78</i>
3.3.1.1	Le politiche a livello mondiale.....	78
3.3.1.2	Le politiche a livello europeo	79
3.3.1.3	Le politiche a livello nazionale	81
3.3.1.4	Cause/effetti del cambiamento climatico	83
3.3.2	<i>I dati ISPRA.....</i>	<i>86</i>
3.3.3	<i>I dati INEMAR Regione Lombardia</i>	<i>87</i>
3.4	<i>Analisi della qualità dell'aria</i>	<i>90</i>
3.4.1	<i>Quadro normativo europeo.....</i>	<i>90</i>
3.4.2	<i>Quadro normativo nazionale.....</i>	<i>91</i>
3.4.3	<i>La pianificazione della qualità dell'aria: il Piano regionale degli Interventi per la Qualità dell'Aria 94</i>	
3.4.4	<i>Lo stato della qualità dell'aria.....</i>	<i>97</i>
3.4.4.1	Analisi della rete delle centraline fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria .	97
3.4.4.2	Campagne di misura con mezzi mobili	99
3.4.4.3	Scelta della centralina di riferimento	102
3.5	<i>Le simulazioni modellistiche allo scenario attuale.....</i>	<i>122</i>
3.5.1	<i>Il modello di simulazione emissivo e diffusionale: EDMS.....</i>	<i>122</i>
3.5.1.1	Inventario delle principali sorgenti inquinanti	125
3.5.1.2	Calcolo delle emissioni prodotte dagli aeromobili	127
3.5.1.3	Calcolo delle emissioni prodotte dagli APU	128
3.5.1.4	Calcolo delle emissioni prodotte dai GSE	129
3.5.1.5	Calcolo delle emissioni prodotte dagli autoveicoli.....	130
3.5.1.6	Calcolo delle emissioni prodotte da altre sorgenti stazionarie.....	130
3.5.2	<i>Dati di input meteorologici.....</i>	<i>131</i>
3.5.3	<i>Dati di input progettuali.....</i>	<i>133</i>
3.5.3.1	Il quadro delle sorgenti.....	133
3.5.3.2	Traffico aeromobili ed APU.....	133
3.5.3.3	Mezzi tecnici di supporto (GSE)	135
3.5.3.4	Sorgenti stradali.....	137

3.5.3.5	Profili Operativi	149
3.5.3.6	I ricettori	151
3.5.4	<i>I risultati allo scenario attuale</i>	154
3.5.4.1	Il contributo delle sorgenti	154
3.5.4.2	Analisi delle concentrazioni sulla maglia di calcolo	158
3.5.4.3	Analisi dei ricettori per la salute umana.....	159
4.	GEOLOGIA ED ACQUE	165
4.1	<i>Inquadramento tematico</i>	165
4.2	<i>Normativa di riferimento</i>.....	165
4.3	<i>Inquadramento a livello di area vasta</i>	167
4.3.1	<i>Inquadramento geologico-litostratigrafico</i>	167
4.3.2	<i>Evoluzione geodinamica e tettonica</i>	168
4.3.3	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	168
4.3.4	<i>Inquadramento sismico</i>	169
4.3.5	<i>Sistema idrografico della Provincia di Brescia</i>	172
4.3.6	<i>Assetto idrogeologico di area vasta</i>	173
4.4	<i>Inquadramento a livello locale</i>.....	175
4.4.1	<i>Inquadramento geologico e litostratigrafia dell'ambito di studio</i>	175
4.4.2	<i>Inquadramento geomorfologico dell'ambito di studio</i>	176
4.4.3	<i>Inquadramento sismico dell'ambito di studio ed indagini annesse</i>	179
4.4.4	<i>Idrografia dell'ambito di studio</i>	181
4.4.5	<i>Pericolosità idraulica</i>	184
4.4.6	<i>Stato quantitativo delle acque superficiali</i>	185
4.4.7	<i>Stato qualitativo delle acque superficiali</i>	188
4.4.8	<i>Assetto idrogeologico nell'ambito di studio</i>	192
4.4.9	<i>Stato quantitativo delle acque sotterranee</i>	197
4.4.10	<i>Stato qualitativo delle acque sotterranee</i>	203
4.4.11	<i>Vulnerabilità della falda</i>	205
4.4.12	<i>Uso del suolo</i>	208
4.4.13	<i>Cave, discariche e siti inquinati</i>	208
5.	BIODIVERSITÀ	218
5.1	<i>Inquadramento tematico</i>	218
5.2	<i>Normativa di riferimento</i>.....	221
5.3	<i>Inquadramento geografico e bioclimatico</i>	222
5.4	<i>Inquadramento vegetazionale e floristico</i>	227
5.4.1	<i>Vegetazione potenziale</i>	227
5.4.2	<i>Vegetazione reale</i>	229
5.4.2.1	Caratterizzazione del territorio.....	229
5.4.2.2	Caratterizzazione nell'intorno aeroportuale	232
5.5	<i>Inquadramento faunistico</i>.....	237
5.5.1	<i>Mammalofauna, erpetofauna ed ittiofauna</i>	237

5.5.2	<i>Avifauna</i>	240
5.5.2.1	<i>L'avifauna della provincia di Brescia</i>	240
5.5.2.2	<i>L'avifauna dell'intorno aeroportuale</i>	243
5.6	<i>Habitat</i>	249
5.7	<i>Aree di elevato valore naturalistico e di interesse conservazionistico</i>	250
5.7.1	<i>Aree protette</i>	251
5.7.2	<i>Aree prioritarie per la biodiversità</i>	254
5.7.3	<i>Fontanili</i>	255
5.8	<i>Reti ecologiche</i>	256
5.8.1	<i>Rete Ecologica Regionale</i>	256
5.8.2	<i>Rete Ecologica Provinciale</i>	260
6.	RUMORE	264
6.1	<i>Inquadramento tematico</i>	264
6.2	<i>Classificazione acustica del territorio</i>	265
6.3	<i>Il monitoraggio acustico aeroportuale</i>	265
6.3.1	<i>Caratteristiche del sistema di monitoraggio</i>	265
6.3.2	<i>I dati misurati dalle centraline</i>	267
6.4	<i>Distribuzione della popolazione nell'intorno dell'aeroporto</i>	268
6.5	<i>Il rumore aeronautico allo scenario attuale</i>	270
6.5.1	<i>Dati di input</i>	270
6.5.2	<i>Output del modello</i>	277
7.	SALUTE UMANA	280
7.1	<i>Inquadramento tematico</i>	280
7.2	<i>Normativa di riferimento</i>	282
7.3	<i>Screening delle fonti di disturbo della salute umana</i>	285
7.4	<i>La qualità dell'aria ed il rumore in relazione alla salute umana</i>	287
7.4.1	<i>Qualità dell'aria</i>	290
7.4.1.1	<i>Effetti sulla salute dei contaminanti atmosferici</i>	290
7.4.1.2	<i>Risk assessment</i>	293
7.4.1.3	<i>Stima della dispersione attraverso modelli diffusionali</i>	297
7.4.2	<i>Clima acustico</i>	301
7.4.2.1	<i>Effetti patogeni del rumore</i>	301
7.4.2.2	<i>Clima acustico in ambito aeroportuale</i>	302
7.5	<i>Distribuzione della popolazione e contesto demografico</i>	303
7.6	<i>Profilo epidemiologico sanitario</i>	309
7.6.1	<i>Premessa</i>	309
7.6.2	<i>Mortalità</i>	310
7.6.3	<i>Morbosità</i>	319
7.6.4	<i>Conclusioni</i>	323
7.7	<i>Fattori di pressione</i>	323
7.8	<i>L'esposizione dell'uomo all'inquinamento atmosferico ed acustico</i>	328

7.8.1	<i>Qualità dell'aria</i>	328
7.8.1.1	La stima e la verifica del rischio cancerogeno (Rc).....	328
7.8.1.2	La stima e la verifica del rischio tossicologico (RT).....	331
7.8.2	<i>Clima acustico</i>	333
8.	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	336
8.1	<i>Inquadramento tematico</i>	336
8.2	<i>Il contesto paesaggistico di riferimento</i>	336
8.2.1	<i>Inquadramento geografico</i>	336
8.2.2	<i>I caratteri paesaggistici</i>	338
8.2.3	<i>I sistemi insediativi</i>	340
8.2.4	<i>I sistemi naturalistici ed i beni di interesse naturalistico</i>	343
8.3	<i>Le analisi paesaggistiche nell'ambito di studio</i>	349
8.3.1	<i>Finalità e metodologia</i>	349
8.3.2	<i>I processi strutturali</i>	350
8.3.3	<i>Gli esiti del processo di trasformazione</i>	355
8.3.4	<i>Il patrimonio storico-culturale e testimoniale</i>	370
8.4	<i>Aspetti percettivi</i>	374
8.4.1	<i>I caratteri percettivi del paesaggio</i>	374
8.4.2	<i>L'individuazione dei punti di vista strutturanti</i>	376
8.4.3	<i>Analisi delle visuali</i>	379

PARTE 2.1 L'AEROPORTO

1. LA CONFIGURAZIONE AEROPORTUALE

1.1 La configurazione attuale dell'aeroporto

1.1.1 Il sedime aeroportuale

L'aeroporto di Brescia Montichiari, cosiddetto Aeroporto "Gabriele D'Annunzio", è situato nel territorio della Provincia di Brescia a sud-est della città stessa. Il sedime aeroportuale nello specifico è situato quasi interamente nel comune di Montichiari ed in parte nel comune di Castenedolo e si estende su una superficie complessiva di 350 ettari, ricadente in un territorio caratterizzato principalmente da terreno agricolo – produttivo, caratterizzato da una presenza rilevante di cave.

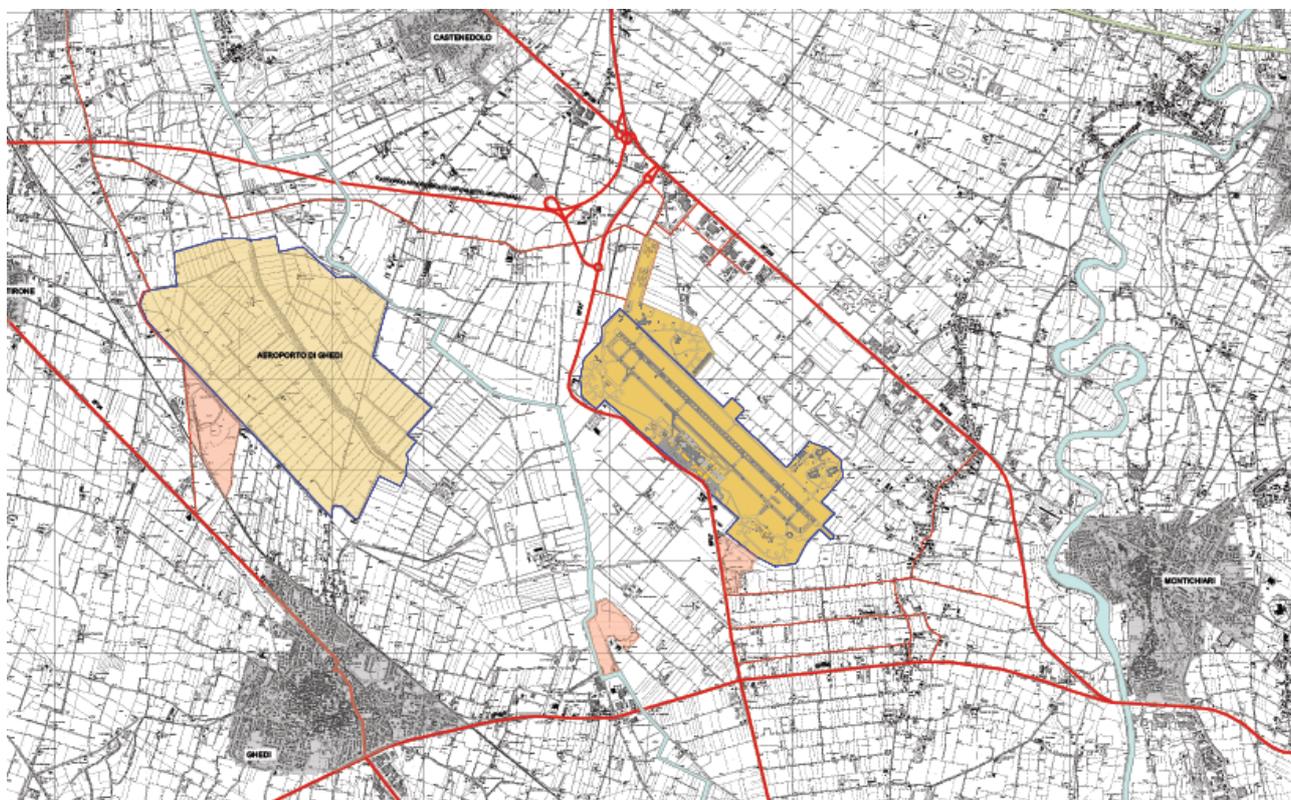


Figura 1-1 Inquadramento territoriale dell'aeroporto di Brescia Montichiari (Fonte: *Piano di Sviluppo Aeroportuale*)

L'aeroporto nasce agli inizi del Novecento come campo di volo militare complementare alla base militare di Ghedi e solo nel 1997 è stato aperto al traffico commerciale in occasione della momentanea chiusura dell'aeroporto di Verona. Come già indicato nella Parte 1 del presente SIA, l'aeroporto in quell'occasione è stato oggetto di compatibilità ambientale positiva sulla base del Decreto VIA n. 5672 del 21/12/2000. In funzione di ciò l'aeroporto è in esercizio ed è classificato come aeroporto di rilevanza nazionale e qualificato come aeroporto aperto al traffico civile e commerciale.

È attualmente la principale base di smistamento della posta aerea di Poste Italiane ed è il 6° scalo italiano per traffico merci.

Punto di forza è la sua vicinanza alle altre reti di comunicazioni alle quali è ben collegato attraverso una fitta rete stradale costituita dalle principali arterie autostradali, la A4 Milano – Venezia, la A21 Piacenza – Brescia e attraverso la principale linea ferroviaria del Nord Italia, la Milano – Venezia, la Brescia – Cremona – Piacenza – Fidenza e la Parma – Brescia.

1.1.2 Infrastrutture air side

1.1.2.1 Piste e vie di rullaggio

L'aeroporto è dotato di un'unica pista di volo, denominata RWY 14/32 e classificata con il codice alfanumerico "4E" nel rispetto dell'Annesso 14 ICAO. La pista è disposta lungo la giacitura 134°/314° ed ha attualmente una lunghezza di 2.990 metri ed una larghezza di 45 metri, oltre ai 7,5 metri per lato di superficie pavimentata.

Le attuali caratteristiche fisiche della pista presentano alcune limitazioni operative in relazione al traffico atteso, tra cui la lunghezza al decollo per pista 32, che limita il carico massimo sugli aeromobili cargo di grandi dimensioni, e la presenza della strada provinciale SP37 in prossimità di testata 14 che riduce ulteriormente la lunghezza di decollo.

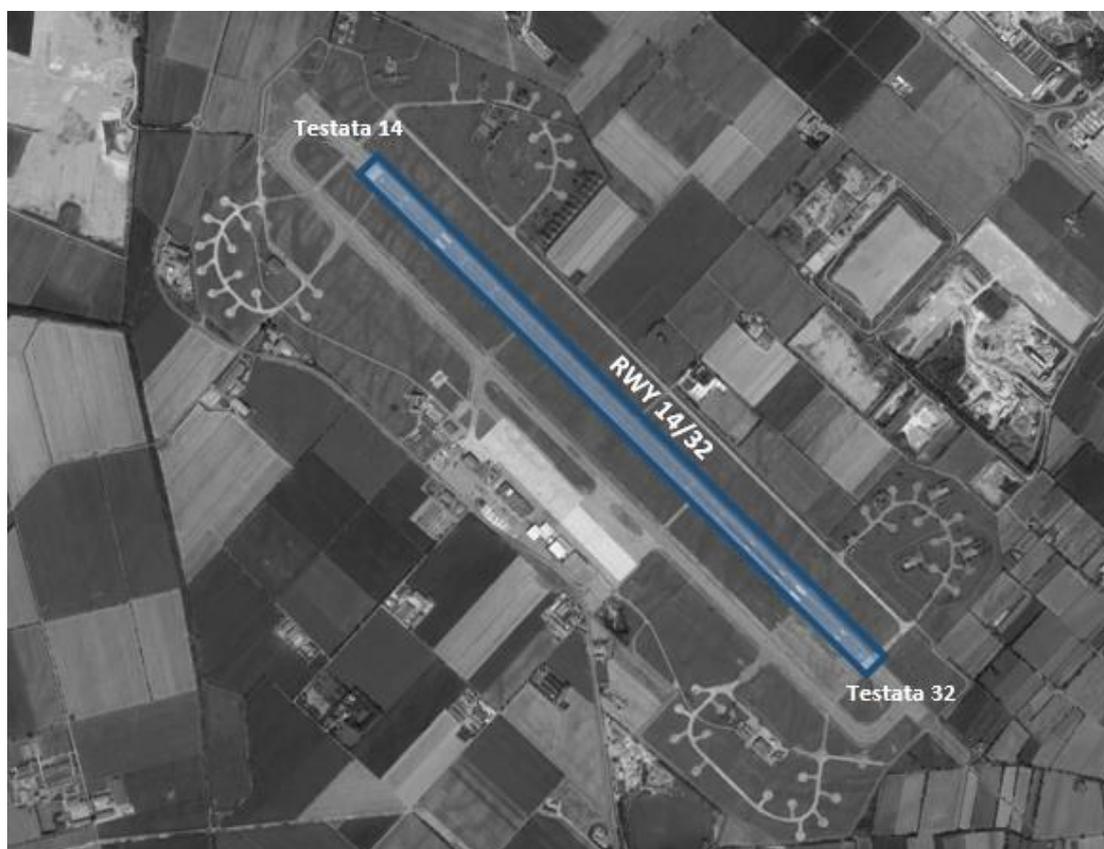


Figura 1-2 Configurazione fisica attuale: infrastrutture di volo, piste e vie di rullaggio

Per quanto concerne le caratteristiche fisiche della infrastruttura di volo, in Tabella 1-1 si riportano quelle principali e le distanze dichiarate ai fini aeronautici, ovvero l'insieme delle grandezze operative per l'uso della pista di volo nelle due direzioni.

Runway	14	32
<i>Cat. ICAO</i>	4E	
<i>Coordinate ARP</i>	N:45°25'44" E:10°19'50"	
<i>RWY</i>	2.990 x 45 m	
<i>Superficie</i>	Conglomerato bituminoso	
<i>Resistenza</i>	PCN 69/F/B/W/T ASPH	
<i>CWY</i>	190 x 150 m	120 x 150 m
<i>Strip</i>	3.020 x 300 m	
<i>RESA</i>	90 x 90 m	
<i>TORA</i>	2.900 m	2.990 m
<i>TODA</i>	3.090 m	3.110 m
<i>ASDA</i>	2.900 m	2.990 m
<i>LDA</i>	2.600 m	2.795 m
<i>QFU</i>	134°	314°
<i>PAPI</i>	3°	3°
<i>TDZ</i>	353,5 Ft	339,5 Ft
<i>THR</i>	353,5 Ft	332,8 Ft

Tabella 1-1 Caratteristiche pista di volo (fonte: *Piano di Sviluppo Aeroportuale*)

La pista è servita dalla principale via di rullaggio, la taxiway A, parallela alla pista di volo e collegata alla stessa tramite il raccordo AB in testata 14, e dal raccordo AA in testata 32. Il primo raccordo è utilizzato prevalentemente per l'immissione nella taxiway A da parte degli aeromobili in fase di atterraggio, mentre il raccordo AA è utilizzato principalmente dagli aeromobili in fase di decollo per il posizionamento in pista.

Sul lato nord dei piazzali vi è la taxiway B, collegata alla principale taxiway A tramite i raccordi E, D e C dei quali gli ultimi due si affacciano direttamente sul piazzale cargo. Il raccordo F, inoltre, garantisce il collegamento dell'area aeroclub direttamente con la taxiway A attraverso il raccordo E. Il sistema delle infrastrutture di volo principali risulta pertanto costituito così come riportato in Figura 1-3.



Figura 1-3 Localizzazione delle vie di rullaggio

La pista di volo RWY 14/32 è dotata di impianti di assistenza al volo per avvicinamenti sia di precisione che non. Il servizio di controllo è svolto da ENAV, UAAV Brescia Montichiari tramite la torre di controllo che opera attraverso diverse radioassistenze.

Inoltre, l'aeroporto è munito di numerosi AVL (Aiuti visivi luminosi) che interessano la pista di volo, la taxiway A ed i raccordi AA e AB, tra i quali si evidenziano i segnali a bordo pista, sull'asse, su inizio e fine pista, nella zona di contatto, lungo la taxiway, il sentiero luminoso di avvicinamento su testata 32, lo stop bars con sensore anti-intrusione sui raccordi e l'alimentazione di riserva per le luci della pista.

1.1.2.2 Piazzali aeromobili

L'attuale configurazione infrastrutturale dell'aeroporto di Brescia Montichiari vede la presenza di un unico Apron situato a sud della pista e collegato alla taxiway A attraverso tre raccordi. Il piazzale è caratterizzato da una superficie di circa 100.000 mq contenenti 16 stand, più 3 stand remoti. Il piazzale prevede per gli stand varie configurazioni, come riportate in Tabella 1-2.

Configurazione	Stand
Massima	14
Minima	12

Configurazione	Stand
Aviazione Generale	5

Tabella 1-2 Possibili configurazioni di sosta all'interno dell'Apron



Figura 1-4 Localizzazione piazzali aeromobili

1.1.3 Terminal passeggeri e terminal cargo

1.1.3.1 Aerostazione passeggeri

L'aerostazione passeggeri è localizzata a sud della pista di volo, in prossimità del baricentro della pista stessa, tra l'Apron e i parcheggi, il cui accesso è diretto dalla SP37. Il terminal è articolato su due livelli per una superficie complessiva pari a 8.200 mq, un'altezza massima che sfiora i 10, 40 metri ed un volume fuori terra pari a 45.400 mc. Nello specifico il piano terra è dedicato alle partenze, agli arrivi e agli uffici operativi, mentre il piano superiore agli uffici amministrativi della società di gestione aeroportuale.

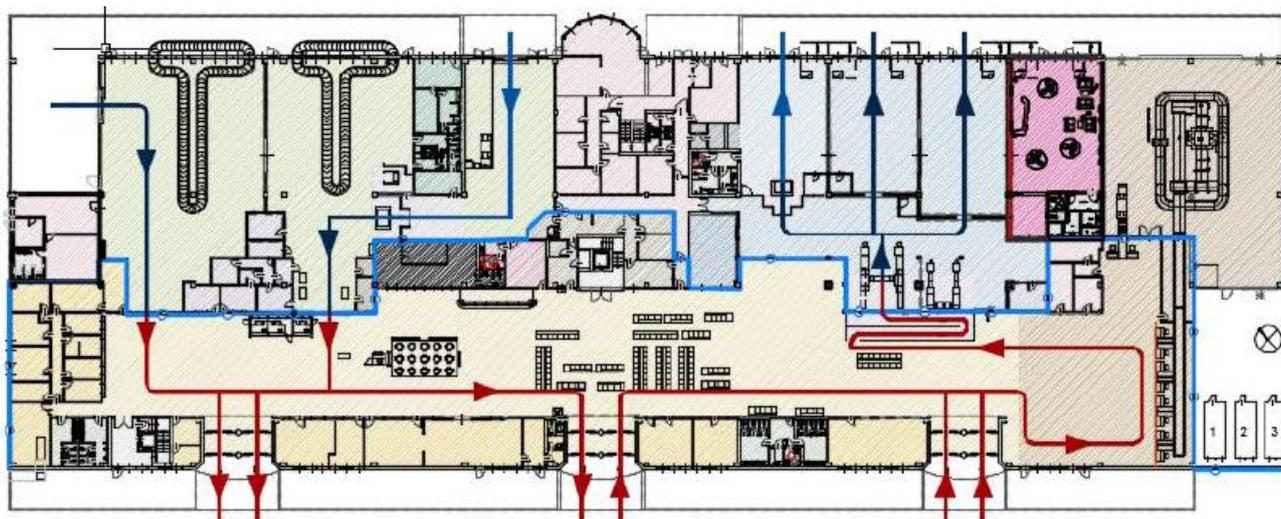


Figura 1-5 Pianta piano terra aerostazione (fonte: *Piano di Sviluppo Aeroportuale*)

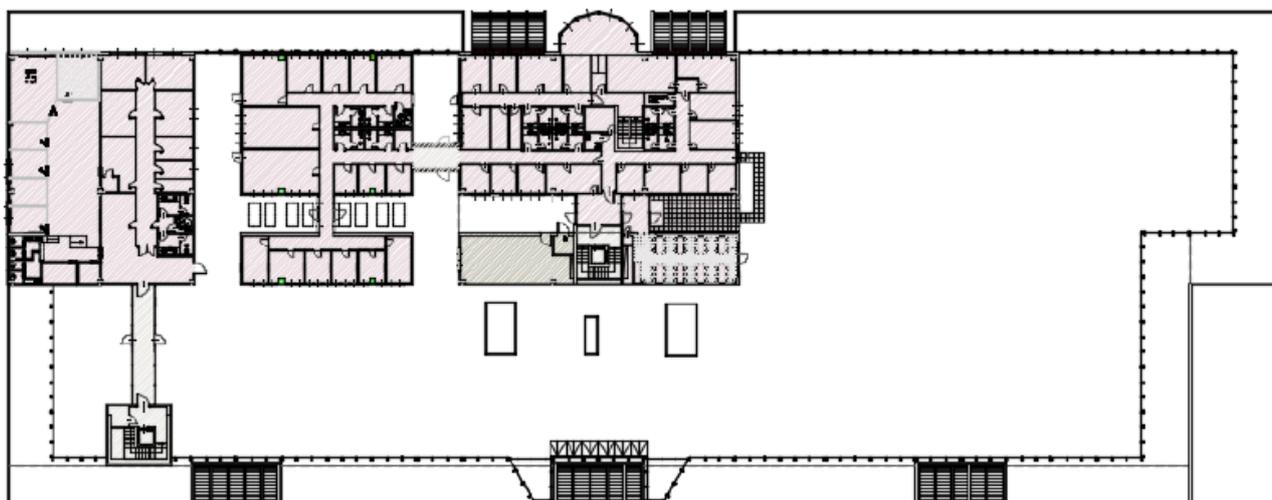


Figura 1-6 Pianta primo piano e mezzanino aerostazione (fonte: *Piano di Sviluppo Aeroportuale*)

All'interno dell'aerostazione, al piano terra, è inoltre presente una Vip Lounge Sky Suite, destinata esclusivamente ai passeggeri dell'Aviazione Generale, che copre una superficie di 210 mq. Al fine di dare una caratterizzazione più dettagliata, di seguito si riporta la distribuzione dei sottosistemi interni al terminal.

	Sottosistemi del Terminal	Stato di Fatto	
		PT	P1
	Enti	100	
	controlli di sicurezza	103	
	controllo passaporti OUT	18	
	controllo passaporti IN	64	
	Uffici	476	1.624
	Aerostazione aviazione generale	185	
	Sala Vip	34	
	area check-in	376	
	Hall Arrivi/Partenze	1.412	
	Retail Landside	510	
	Retail Airside	47	
	Food Airside	16	
	Sala Imbarchi Schengen	575	
	Sala Imbarchi ExtraSchengen	140	
	Bagni	161	
	Pronto soccorso	88	
	Sala Riconsegna Bagagli	800	
	Lost and Found	68	
	BHS	485	
	Spazi Tecnici - Impianti	97	74
	Depositi	13	
	Altro	72	136
	Totale	5.840	1.834

Figura 1-7 Caratterizzazione dei sottosistemi dell'aerostazione (fonte: *Piano di Sviluppo Aeroportuale*)

1.1.3.2 Terminal cargo

All'interno del sedime aeroportuale dell'Aeroporto di Brescia Montichiari è presente un'area dedicata al traffico merci, denominata Cargo Center. Tale area, localizzata ad est dell'aerostazione, dispone di una serie di infrastrutture predisposte per una buona gestione del traffico merci avio e camionato, caratterizzate da magazzini merci e uffici.

Nello specifico per quanto riguarda i magazzini sono presenti:

1. Hangar merci

L'hangar denominato Saporiti è stato riqualificato nel 2004 per essere utilizzato come magazzino merci ed è costituito da un fabbricato a sud est dell'aerostazione.

- Superficie coperta = 2.560 mq
- Superficie uffici = 820 mq
- Altezza massima = 15 m
- Volume fuori terra = 38.400 mc

2. Nuovo Magazzino Merci

È sito in adiacenza all'hangar merci, collegato allo stesso tramite un tunnel, e costituito da un corpo unico caratterizzato da un'ampia area destinata alla movimentazione e allo stoccaggio delle merci ed un'altra destinata agli uffici, ai servizi e alle celle frigorifero.

- Superficie coperta = 4.180 mq
- Altezza massima = 6,60 m
- Volume fuori terra = 27.588 mc

3. Tendostrutture

Sono presenti inoltre due tendostrutture destinate allo smistamento della posta in arrivo e in partenza dello scalo.

- Superficie coperta = 3.600 mq
- Altezza massima = 12 m
- Volume fuori terra = 39.600 mc



Figura 1-8 Localizzazione Cargo Center

1.1.4 Strutture operative e dismesse

Allo stato attuale l'Aeroporto di Brescia Montichiari è dotato di una serie di edifici in parte operativi ed in parte dismessi, questi ultimi principalmente di origine militare.

Tra gli edifici operativi oltre all'aerostazione e al Cargo Center sono presenti nell'aeroporto diverse strutture, destinate ognuna ad una propria funzione:

- A. Torre di controllo: è posta centralmente rispetto allo sviluppo della pista sul lato ovest della stessa ed ha un'altezza di circa 15 metri,
- B. Caserma Vigili del Fuoco: è ubicata a nord dell'aerostazione e dedicata in parte alla rimessa per i mezzi speciali ed in parte alla zona dormitori e sale di attesa,
- C. Centrale termica, idrica ed elettrica: l'edificio è posto a nord dell'aerostazione e comprende le centrali termiche caldo/freddo e le centrali elettriche land side ed air side;
- D. Hangar Taliedo: nel 2010 al suo interno è stato costruito un bunker per il deposito di merci pericolose,
- E. Hangar Siracusa: ha dimensioni 52x40 ed è costituito da una struttura metallica,
- F. Hangar Dobbiaco: ha dimensioni 46x36 ed è attualmente in uso dall'Aeroclub Brescia,
- G. Hangar Aeromobili: è un hangar posizionato ad ovest rispetto agli uffici Aeroclub,
- H. Palazzina uffici Aeroclub con annesso parcheggio e vialetto d'accesso: su un'area di circa 1.800 mq si trova un corpo di fabbrica al cui interno sono presenti gli uffici dell'Aeroclub Brescia ed una zona bar/ristorante. All'interno della stessa area è anche predisposto un parcheggio al quale si accede da un viale che dalla viabilità land side porta fino all'interno dell'area in esame,
- I. Aerostazione aeroclub: è un edificio destinato ai passeggeri dell'aeroclub posizionato tra l'aerostazione e la centrale termica, idrica ed elettrica,
- J. Edifici militari: sono diversi edifici posizionali a nord est della pista di volo ad utilizzo militare.

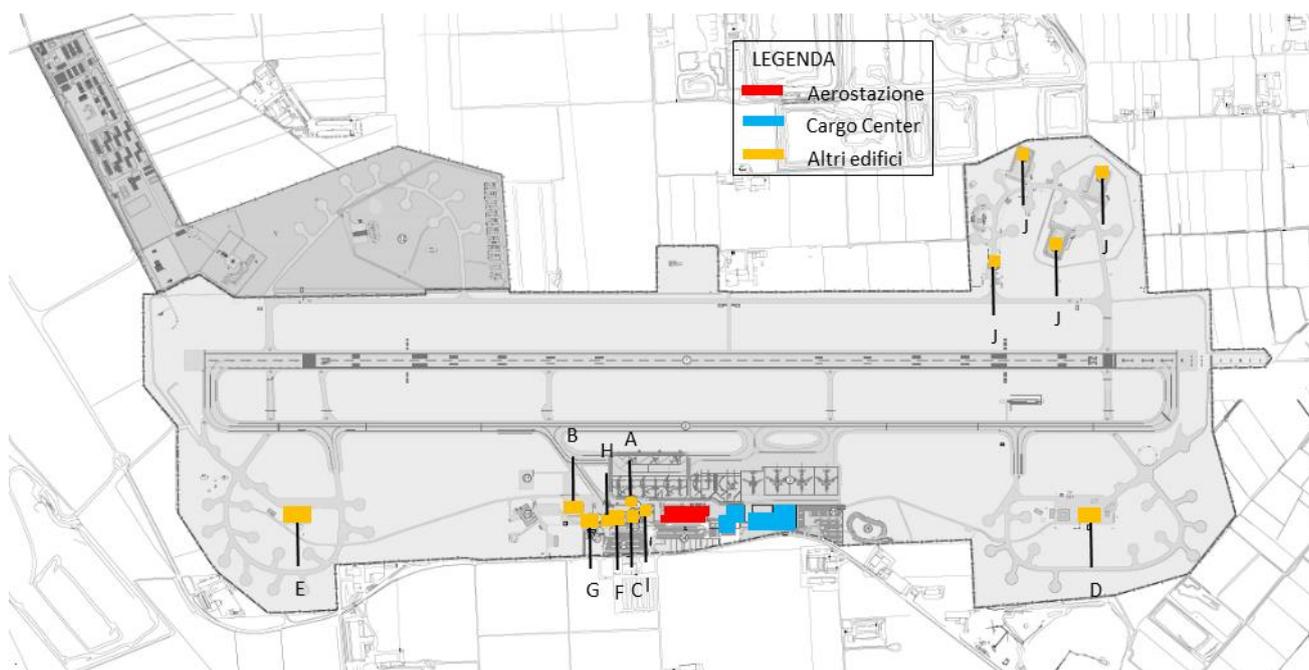


Figura 1-9 Localizzazione strutture operative interne al sedime aeroportuale

A servizio di tali strutture sono presenti diversi impianti, necessari al corretto funzionamento dell'aeroporto stesso, di seguito elencati:

- impianto di fognatura dinamica a servizio dei volumi edificati e delle aree urbanizzate con annesso depuratore per il trattamento delle acque;
- impianto elettrico;
- centrale termica caldo/freddo;
- antincendio fisso;
- acquedotto;
- impianto di distribuzione del gas metano;
- deposito carburante.

1.1.5 Sistema di accessibilità e aree di sosta

1.1.5.1 Accessi e viabilità interna all'aeroporto

L'aeroporto è dotato di due accessi, raccordati tra loro dalla SP37, il principale destinato ai passeggeri e al traffico veicolare di autovetture ed il secondario di pertinenza dell'area merci.



Figura 1-10 Sistema dell'accessibilità aeroportuale

Dai due accessi sopracitati si può percorrere la viabilità interna al sedime aeroportuale che collega le aree di parcheggio poste fronte aerostazione alle altre aree parcheggio destinate agli operatori e agli addetti aeroportuali, agli Enti di Stato e agli autonoleggi. L'intera viabilità interna, in conglomerato bituminoso, si sviluppa per 13.000 mq ed è dotata della necessaria illuminazione e segnaletica stradale verticale e orizzontale.

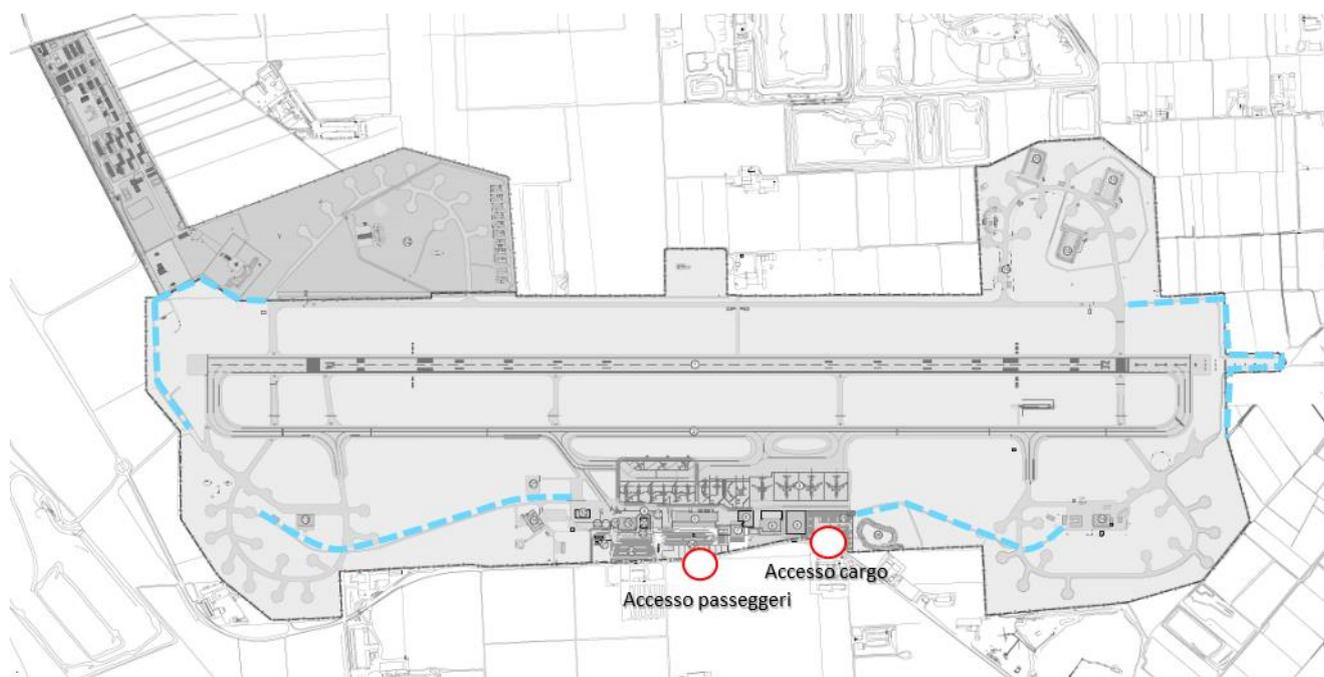


Figura 1-11 Viabilità interna al sedime aeroportuale

1.1.5.2 Parcheggi

Internamente al sedime aeroportuale sono presenti attualmente quattro parcheggi che coprono una superficie complessiva di 32.000 mq e sono destinati alle auto di passeggeri e operatori aeroportuali, all'autonoleggio, agli autobus, ai taxi e ai mezzi pesanti.

I parcheggi, denominati P1, P2, P3 e P4, dispongono delle seguenti caratteristiche:

- P1 è un parcheggio a pagamento ed è localizzato fronte aerostazione ed occupa una superficie di 2.500 mq con 100 posti auto,
- P2 è destinato ai dipendenti del "centro direzionale" ed è ubicato più ad ovest rispetto al P1, adiacente alla SP37 e coprendo una superficie di 5.000 mq, ha una capacità di 245 posti auto,
- P3 è un parcheggio a pagamento ed è a sud del P1 e adiacente allo stesso, ha una superficie di 6.300 mq con una capacità complessiva di 300 posti auto,
- P4 è un parcheggio a pagamento ed è ubicato a nord est del P3 e ad est del P1 con un'area di 1.200 mq ed una capacità di soli 50 posti auto.

Oltre a tali parcheggi sono presenti un parcheggio riservato agli Enti di Stato, ubicato fronte aerostazione, lungo la strada interna parallela al terminal, con una superficie di 830 mq ed una capacità di 26 posti auto. Inoltre, è presente un parcheggio "Rent to Car" con un'area pari a 2.025 mq ed una capacità di 96 posti auto ed un parcheggio bus adiacente all'aerostazione con una superficie di 2.230 mq e 24 posti bus.

Considerando la totalità dei parcheggi dell'aeroporto di Brescia, la capacità complessiva attuale risulta pari a 841 stalli.

Parcheggi	Capacità (numero di stalli)
P1	100
P2	245
P3	300
P4	50
P Enti di Stato	26
P "Rent a Car"	96
P bus	24
Totale	841

Tabella 1-3 Capacità dei parcheggi allo stato attuale

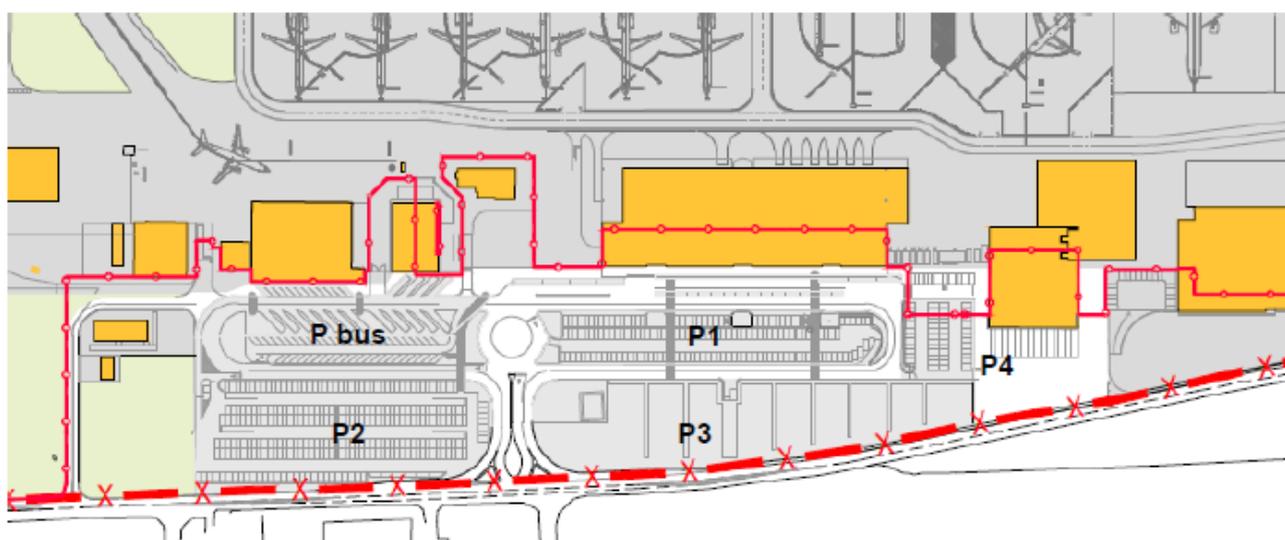


Figura 1-12 Sistema parcheggi esistenti (Fonte: Piano di Sviluppo Aeroportuale)

1.2 L'operatività dell'aeroporto

1.2.1 Elementi essenziali per la definizione della configurazione operativa

In questa sede si intende definire tutti gli aspetti connessi all'operatività dello scalo aeroportuale di Brescia Montichiari in ragione delle modalità di uso della pista di volo con le relative procedure, della tipologia di velivoli costituenti la flotta per ciascuna componente di traffico, nonché della ripartizione dei voli nell'arco della giornata con particolare riferimento al periodo diurno e notturno, così come

intesi ai fini acustici dal DM 31.10.1997, quale strumento normativo di riferimento per la valutazione del rumore aeroportuale di una infrastruttura ai sensi della L.447/95.

L'obiettivo che si intende perseguire è quello di fornire una descrizione chiara dell'operatività dell'aeroporto di Brescia Montichiari rispetto alla componente di traffico aerea e individuare di conseguenza un modello operativo di riferimento che possa descrivere l'operatività dell'aeroporto allo stato attuale ai fini del presente Studio di Impatto Ambientale e delle analisi specialistiche per ciascuna Componente ambientale trattate seguito della trattazione.

1.2.2 Modalità d'uso dell'infrastruttura di volo

La pista di volo, come già definito, ha orientamento 14/32. Al fine di facilitare la lettura, nel seguito con la nomenclatura "pista 32" si intende l'uso della infrastruttura nella direzione 32, ovvero da sud est verso nord ovest. Al contrario con "pista 14" si intende l'uso dell'infrastruttura nella direzione 14, da nord ovest verso sud est.

Per quanto riguarda gli atterraggi, questi avvengono prevalentemente su pista 32 poiché questa, al contrario di pista 14, è equipaggiata con un sistema di ILS CAT IIIB. Le procedure di avvicinamento pubblicate riguardano esclusivamente pista 32 in quanto l'avvicinamento di pista 14 non è strumentale. Nello specifico per pista 32 ci sono due procedure di precisione entrambe di CAT I-II-III ed una procedura non di precisione VOR.

In accordo con la nuova normativa emanata da ENAC in data 28/01/2002, e pubblicata in AIP Italia ENR 1, si evidenzia come l'attività in VFR notturno risulti sospesa fino a quando non sarà acquistata la prevista autorizzazione.

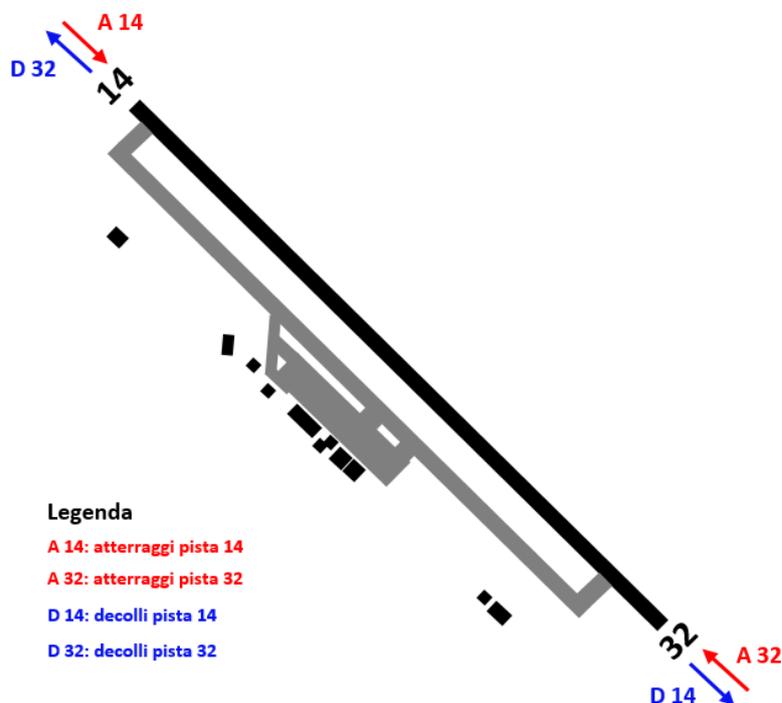


Figura 1-13 Schematizzazione della pista di volo e nomenclatura delle diverse operazioni di volo

In termini di operatività si evidenziano alcune limitazioni della pista di volo dovute, da un lato alla lunghezza della pista di volo che limita fortemente il carico massimo sugli aeromobili cargo di grandi dimensioni e da un lato alla presenza dell'ostacolo rappresentato dalla SP37 in testata 14 che riduce ulteriormente la lunghezza del decollo.

Dai dati di traffico relativi all'annualità 2018, egualmente all'anno 2017 utilizzato per le simulazioni modellistiche, si desume il seguente modello operativo dell'infrastruttura di volo, distinto tra operazioni di decollo e di atterraggio nelle due direzioni, rappresentativo delle condizioni medie annuali (cfr. Figura 1-14).

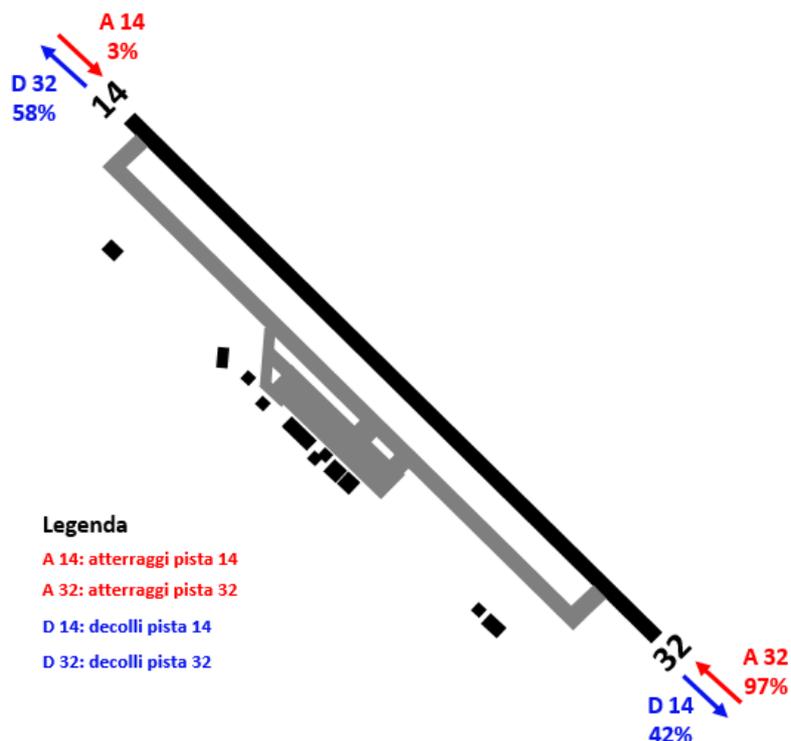


Figura 1-14 Modalità di uso della pista di volo allo stato attuale: ripartizione percentuale in funzione del numero totale di movimenti annui e della tipologia di operazione

1.2.3 Rotte e procedure di volo

Per quanto riguarda le rotte e le procedure di volo, queste sono definite, in analogia a tutte le infrastrutture aeroportuali nazionali, dall'ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo), quale Ente nazionale preposto alla gestione dello spazio e traffico aereo in Italia.

Di seguito si riportano le principali procedure di atterraggio e decollo attualmente in vigore e pubblicate da ENAV nel documento "AIP Italia".

Entrando nel merito delle procedure di atterraggio, solamente la testata 32 è dotata di sistema ILS (Instrumental Landing System), quale radioassistenza di ausilio per gli aeromobili in fase di avvicinamento.

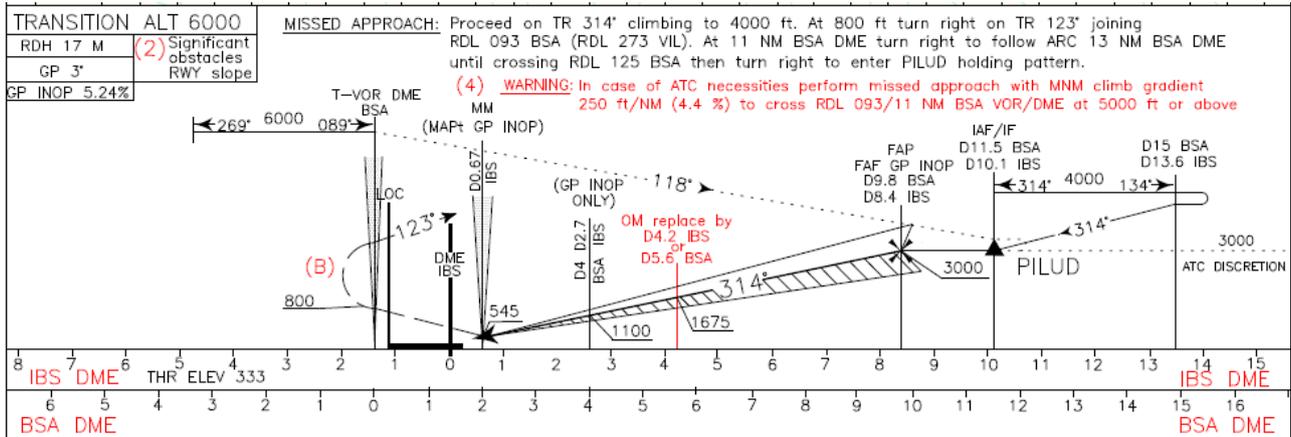


Figura 1-15 Procedura di atterraggio pista 32: esempio di procedura ILS pubblicata su AIP Italia

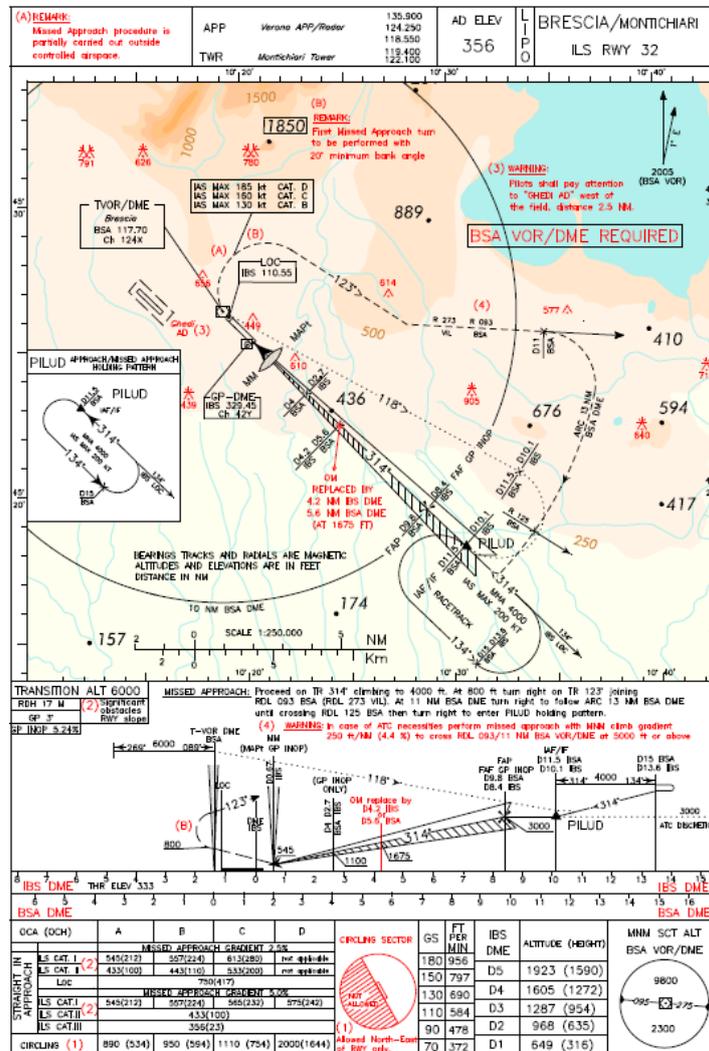
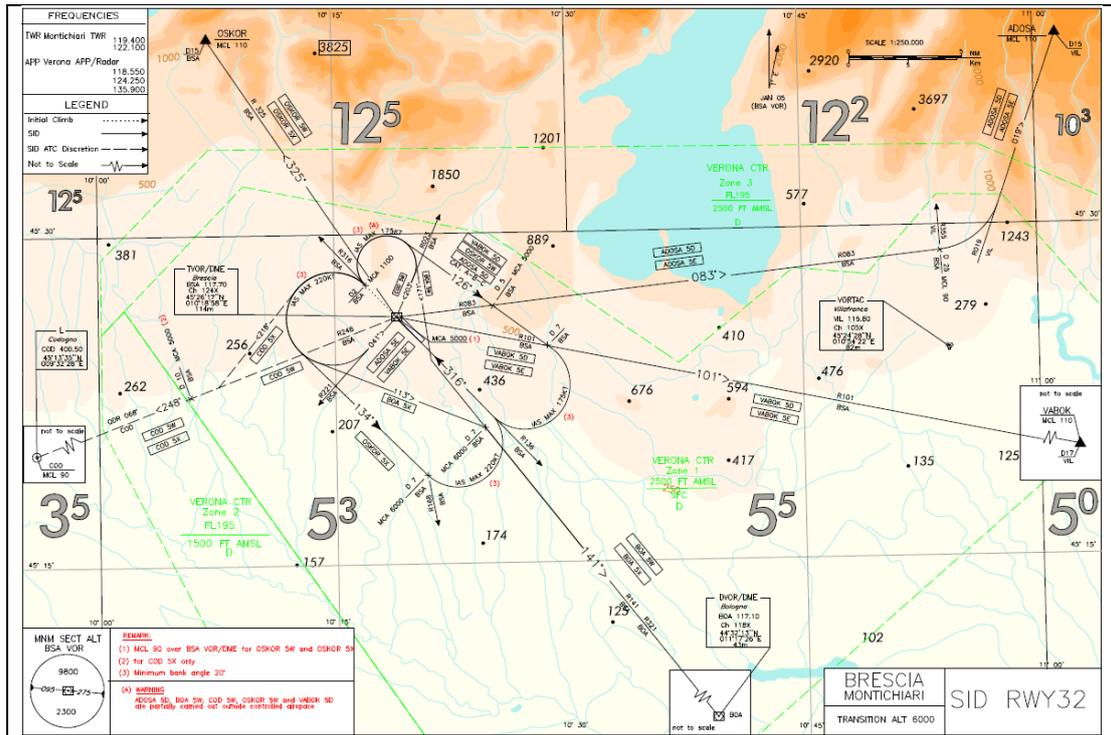
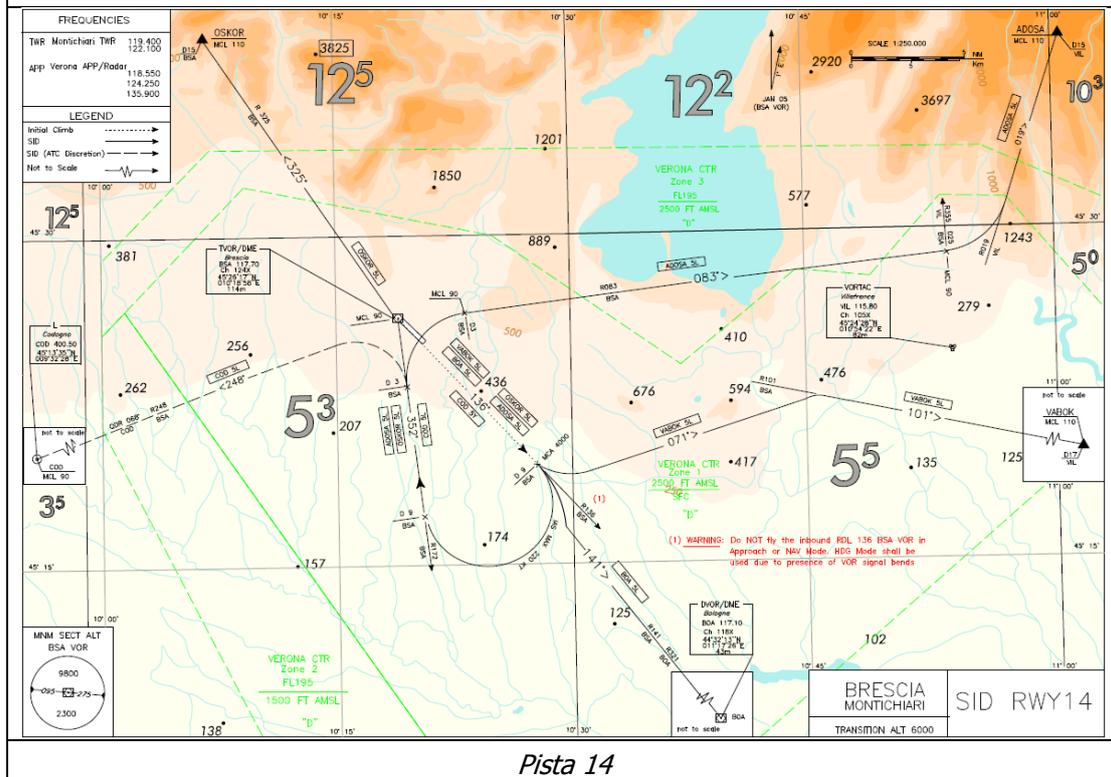


Figura 1-16 Procedure di atterraggio per l'aeroporto di Brescia pubblicate su AIP Italia – Pista 32
 Per quanto riguarda le operazioni di decollo invece, in Figura 1-17, sono rappresentate le procedure per pista 32 e per pista 14.



Pista 32



Pista 14

Figura 1-17 Procedure di decollo per l'aeroporto di Brescia pubblicate su AIP Italia

È da evidenziare come le procedure di volo pubblicate da AIP Italia risultino essere delle specifiche di volo che i piloti devono eseguire nelle diverse fasi di volo. Se per gli atterraggi esistono, come

detto, specifici apparati di radioassistenza al volo (ILS) che individuano il sentiero di avvicinamento, permettendo agli aeromobili di avvicinarsi seguendo un'unica rotta a prescindere dalle caratteristiche proprie degli stessi, le procedure di volo relative ai decolli, seppur univoche, vengono eseguite da tutti gli aeromobili in forma differente in funzione della tipologia di velivolo e delle condizioni meteorologiche. Tale condizione implica pertanto una concentrazione delle rotte di volo per gli atterraggi e, al contrario, una dispersione nel caso dei decolli.

1.2.4 Tipologia di aeromobili

La flotta aerea operativa presso l'aeroporto di Brescia Montichiari è principalmente costituita da velivoli di aviazione generale di classe "A" e "B".

Una quota importante dei restanti movimenti riguarda i voli postali, per i quali vengono utilizzati aeromobili di codice "C". In ultimo a questi si sommano i voli cargo effettuati con aerei di grandi dimensioni di codice "D" - "E" - "F".

Di seguito si riportano le principali tipologie di aeromobili per ciascuna componente di traffico maggiormente operative presso lo scalo bresciano, desunte dallo schedato relativo agli arrivi ed alle partenze annuali. I modelli di aeromobili maggiormente utilizzati per il traffico di aviazione generale risultano essere il Piper PA28 ed il Cessna 150 (cfr. Figura 1-18).



Piper PA28



Cessna 150

Figura 1-18 Flotta aeromobili: traffico aviazione generale, modelli di aeromobili più ricorrenti

Per quanto riguarda altresì la flotta cargo, i velivoli maggiormente utilizzati, principalmente per i voli postali, sono il Boeing 737-300 e l'ATR 72 (cfr. Figura 1-19).



Boeing 737-300



ATR 72

Figura 1-19 Flotta aeromobili: traffico cargo, modelli di aeromobili più ricorrenti

In termini di movimenti totali intesi come somma degli atterraggi e dei decolli, nella seguente tabella si riportano i valori assoluti e percentuali corrispondenti ad ogni tipologia di aeromobile attualmente con scalo nell'aeroporto di Brescia Montichiari, riferiti al 2018.

Aeromobile	Movimenti	Perc.	Aeromobile	Movimenti	Perc.	Aeromobile	Movimenti	Perc.
100	2	0,03%	C501	20	0,25%	H25B	39	0,49%
143	4	0,05%	C510	86	1,09%	H45	4	0,05%
318	4	0,05%	C525	83	1,05%	HS25	4	0,05%
320	26	0,33%	C550	32	0,41%	IL7	2	0,03%
321	43	0,54%	C560	98	1,24%	L2J	2	0,03%
332	2	0,03%	C56X	40	0,51%	L5	2	0,03%
400X	2	0,03%	C650	20	0,25%	LJ3	2	0,03%
427	2	0,03%	C680	65	0,82%	LJ31	4	0,05%
733	352	4,46%	C68A	6	0,08%	LJ35	4	0,05%
734	277	3,51%	C750	49	0,62%	LJ40	104	1,32%
737	145	1,84%	CCJ	26	0,33%	LJ45	4	0,05%
738	6	0,08%	CH60	6	0,08%	LJ55	2	0,03%
739	2	0,03%	CL30	14	0,18%	LJ60	6	0,08%
73G	209	2,65%	CL35	17	0,22%	LJ7	2	0,03%
73H	2	0,03%	CNT	11	0,14%	M20M	2	0,03%
74Y	6	0,08%	COL3	18	0,23%	M82	243	3,08%
752	17	0,22%	COL4	2	0,03%	MS76	6	0,08%
757	34	0,43%	CP10	1	0,01%	MXT7	14	0,18%
75F	50	0,63%	CR2	2	0,03%	P06T	6	0,08%
A109	60	0,76%	CR9	6	0,08%	P180	38	0,48%
A139	2	0,03%	D28	14	0,18%	P20F	14	0,18%
A169	4	0,05%	D38	2	0,03%	P20T	4	0,05%
A210	4	0,05%	DA40	36	0,46%	P28A	715	9,06%
A26	26	0,33%	DA42	2	0,03%	P28R	2	0,03%
AC11	2	0,03%	DA62	4	0,05%	P28T	375	4,75%
AG5B	3	0,04%	DR40	4	0,05%	P46T	30	0,38%
ANF	23	0,29%	E300	2	0,03%	P66C	4	0,05%
AS35	2	0,03%	E35L	9	0,11%	P68	10	0,13%
AS50	50	0,63%	E50	24	0,30%	P68	1	0,01%
AS55	2	0,03%	E55P	54	0,68%	PA12	2	0,03%
AS65	2	0,03%	E650	2	0,03%	PA18	22	0,28%

Aeromobile	Movimenti	Perc.	Aeromobile	Movimenti	Perc.	Aeromobile	Movimenti	Perc.
ASTR	2	0,03%	E95	2	0,03%	PA28	15	0,19%
AT4	4	0,05%	EA50	4	0,05%	PA31	4	0,05%
AT7	1192	15,10%	EC20	4	0,05%	PA32	7	0,09%
B06	2	0,03%	EC30	10	0,13%	PA34	225	2,85%
B350	6	0,08%	EC45	2	0,03%	PA46	13	0,16%
B407	8	0,10%	ER3	71	0,90%	PC12	78	0,99%
BE20	22	0,28%	F26T	2	0,03%	PC6	12	0,15%
BE30	2	0,03%	F2TH	25	0,32%	PC7	2	0,03%
BE33	8	0,10%	F406	6	0,08%	PRM1	58	0,73%
BE40	34	0,43%	F900	18	0,23%	R44	6	0,08%
BE55	4	0,05%	FA20	4	0,05%	R66	2	0,03%
BE9L	18	0,23%	FA7X	20	0,25%	R90R	2	0,03%
BE9T	113	1,43%	FA8X	4	0,05%	RALL	3	0,04%
C150	1257	15,93%	G100	2	0,03%	S750	4	0,05%
C152	6	0,08%	G150	6	0,08%	S76	12	0,15%
C172	345	4,37%	G280	4	0,05%	SF3	27	0,34%
C177	2	0,03%	G550	2	0,03%	SF50	4	0,05%
C182	14	0,18%	GALX	6	0,08%	SIRA	3	0,04%
C210	2	0,03%	GL5T	10	0,13%	SR20	16	0,20%
C25A	50	0,63%	GL6T	8	0,10%	SR22	49	0,62%
C25B	47	0,60%	GLAS	31	0,39%	SW3	8	0,10%
C25C	14	0,18%	GLEX	38	0,48%	SW4	41	0,52%
C25M	10	0,13%	GLF4	8	0,10%	TBM7	4	0,05%
C310	2	0,03%	GLF5	26	0,33%	TBM8	6	0,08%
C340	2	0,03%	GLF6	12	0,15%	TBM9	2	0,03%
C500	6	0,08%						

Tabella 1-4 Movimenti aeromobili registrati al 2018

1.3 Modalità gestionali dell'aeroporto

1.3.1 Gestione dei fabbisogni energetici

I fabbisogni energetici relativi ad una infrastruttura aeroportuale sono da intendersi in termini di energia elettrica, termica e frigorifera.

A. Energia elettrica

L'aeroporto è collegato con l'impianto cittadino di distribuzione di gas metano da utilizzare come combustibile per le centrali termiche di riscaldamento. La rete cittadina di gas metano penetra all'interno del sedime aeroportuale ortogonalmente alla strada provinciale SP37, raggiungendo la centrale contatori, dalla quale si diramano tutte le linee di alimentazione ai servizi interessati.

Il sistema di illuminazione dell'Aeroporto di Brescia Montichiari, attualmente, è costituito da:

- alimentazione ENEL: linea di alimentazione 15.000 kV alle cabine elettriche di trasformazione;
- cabina land side: costituita da 2 trasformatori da 800 kVA/cad, da 2 sezionatori e da 2 dispositivi di interruzione automatica;

- cabina airside: costituita da 2 trasformatori in resina da 400 kVA, da sezionatori ed interruttori di manovra.

Relativamente alla distribuzione di energia elettrica, l'impianto è corredato da pozzetti di ispezione di idonee dimensioni, con chiusini in ghisa o calcestruzzo e la profondità dei cavidotti è superiore a 80 cm. La rete di messa a terra è costituita in corda di rame nudo ed in acciaio zincato collegato a puntazze di dispersione nei pozzetti ispezionabili.

L'illuminazione interna, invece, è realizzata principalmente mediante lampade al neon bitubo incassate nei controsoffitti ed in minima parte tramite lampade ad incandescenza.

B. Energia termica

I fabbisogni di energia termica all'interno dell'Aeroporto di Brescia sono assicurati da una serie di centrali termiche dislocate all'interno del sedime aeroportuale. Queste forniscono energia termica alle diverse utenze per i diversi usi, di cui i principali sono il riscaldamento ambientale e la produzione di acqua calda sanitaria.

Nello specifico sono presenti:

- Centrale termica aerostazione: 2 generatori da 643,20 kW;
- Centrale termica caserma vigili del fuoco: 1 generatore da 205,80 kW;
- Centrale termica aerostazione merci: 1 generatore da 255 kW e 2 generatori da 766 kW;
- Centrale termica per deicer: 2 generatori da 434 kW.

C. Energia frigorifera

Per quanto riguarda in ultimo l'energia frigorifera necessaria alla climatizzazione degli ambienti nei periodi estivi, l'aeroporto non è dotato di un sistema centralizzato quanto piuttosto di due impianti localizzati in prossimità dei due terminal, passeggeri e merci:

- Impianto frigorifero aerostazione: 1 gruppo frigorifero da 499 kW ed 1 gruppo frigorifero da 488,2 kW;
- Impianto frigorifero hangar merci: 1 gruppo frigorifero da 51,8 kW.

1.3.2 Gestione dei fabbisogni idrici

La rete di distribuzione idrica dell'Aeroporto di Brescia Montichiari comprende la totalità del territorio land side e parte di quello air side per uno sviluppo complessivo pari a 1.000 metri. Anche in questo caso, come per la rete di gas metano l'approvvigionamento avviene direttamente mediante allacciamento alla rete dell'acquedotto cittadino.

Tutte le tubazioni sono interrato e realizzate in parte in acciaio zincato e protette, in parte in geberit. Queste sono dotate di pozzetti di ispezione e corredate da idonee saracinesche di intercettazione.

1.3.3 Gestione delle acque meteoriche

Le acque meteoriche raccolte all'interno del sedime aeroportuale vengono gestite diversamente a seconda che esse siano di prima o seconda pioggia.

Si specificano le tre differenti modalità di gestione:

- A: trattamento con dissabbiatura e disoleazione e scarico in sottosuolo di prima e seconda pioggia tramite pozzetti perdenti (parcheggi e zona land side);
- B: trattamento con dissabbiatura e disoleazione e dispersione superficiale in cava (piazzali e parte airside relativa all'aerostazione e agli edifici cargo);
- C: dispersione in superficie senza alcun trattamento (pista e vie di rullaggio).

Modalità di scarico acque	Sottobacini	Area afferente	Superficie scolante [mq]		
			Impermeabile	Semipermeabile	Permeabile
A •Trattamento con dissabbiatura e disoleazione; • Scarico in sottosuolo prima e seconda pioggia tramite pozzetti perdenti	DC	Deposito carburanti e piazzola	3326	-	-
	L1	Parcheggio landside fronte terminal	15208	5641	750
	L2	Parcheggi landside, centrale e aeroclub	18802	-	839
	L3	Area tecnica, VVFF, Hangar e piazzole	12240	-	-
B •Trattamento con dissabbiatura e disoleazione • Dispersione superficiale in cava	C1	Parcheggio auto lato cava	19912	1614	794
	C2	Perimetrale, edifici airside	41101	-	-
	P	Piazzali di sosta aeromobili	56500	-	-
C • Dispersione in superficie		Pista e taxiway	-	-	-

Figura 1-20 Sottobacini scolanti (Fonte: Piano di Sviluppo Aeroportuale)

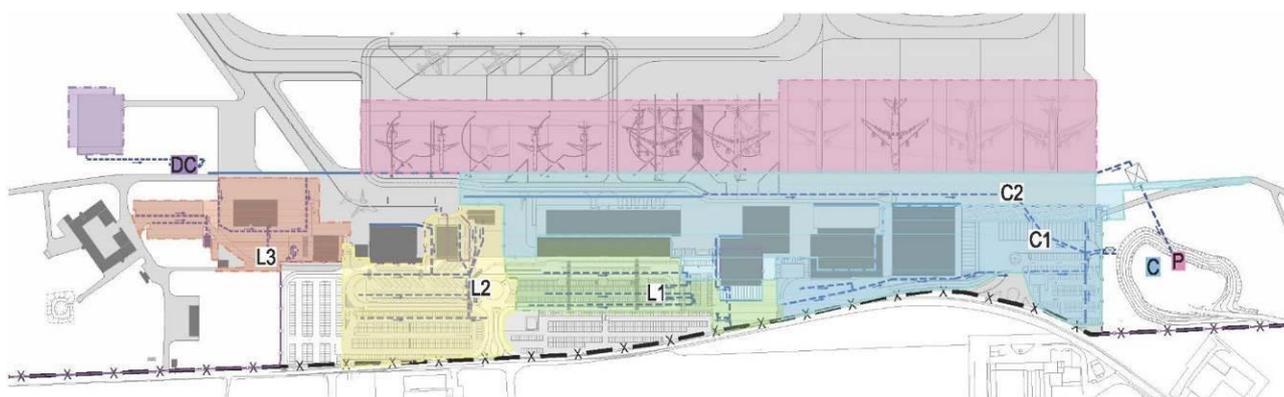


Figura 1-21 Rappresentazione sottobacini scolanti (Fonte: Piano di Sviluppo Aeroportuale)

1.3.4 Gestione delle acque reflue

L'attuale modello di gestione delle acque reflue prevede il conferimento di tutti i volumi reflui direttamente nella rete fognaria dinamica, a servizio degli edifici e delle aree urbanizzate, di cui è dotato l'aeroporto.

Nello specifico la rete fognaria è costituita da collettori in PVC rigido certificato ed è dotata di pozzetti di ispezione e di caditoie. Preleva tutte le acque reflue civili interne all'aeroporto scaricando la portata dei collettori principali al depuratore privato interno all'infrastruttura aeroportuale, posto in prossimità della caserma dei VVF.

Di seguito si riporta la schematizzazione della rete per le acque meteoriche e reflue.

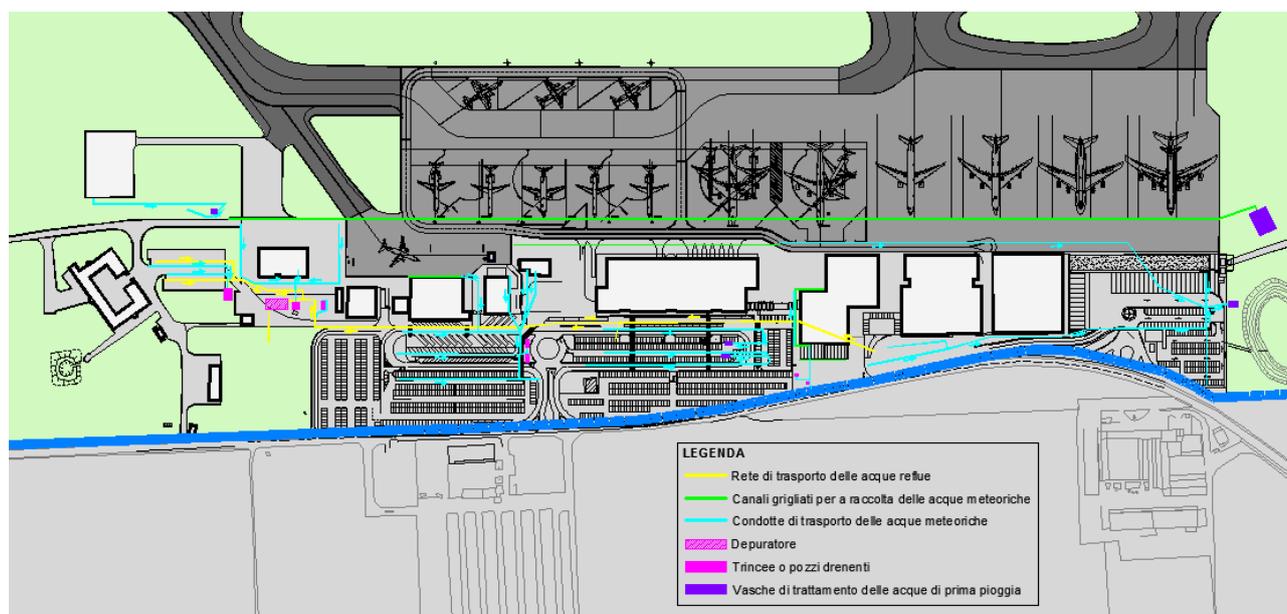


Tabella 1-5 Impianti acque e reti fognarie stato attuale

1.4 L'accessibilità aeroportuale

1.4.1 La rete di accesso

1.4.1.1 Condizioni di accessibilità aeroportuale

L'aeroporto di Brescia Montichiari è localizzato in prossimità delle autostrade A4 Torino – Venezia, dell'Autostrada Bre.Be.Mi e della A21 Piacenza – Brescia, in particolare è ubicato ad est dell'intersezione tra queste. Il collegamento tra la rete stradale principale e l'aeroporto è garantito dalla strada provinciale SP37.



Figura 1-22 Sistema di accessibilità – stralcio tavola "P2_T03_Accessibilità aeroportuale allo stato attuale"

Lo scalo bresciano è dotato di due accessi, uno principale dedicato ai passeggeri e l'altro secondario per accedere all'area cargo, ad est del primo. Questi sono raccordati esternamente al sedime aeroportuale dalla strada provinciale SP37 e sono dotati di un impianto di illuminazione che alimenta le torri faro per garantire un'adeguata visibilità notturna.

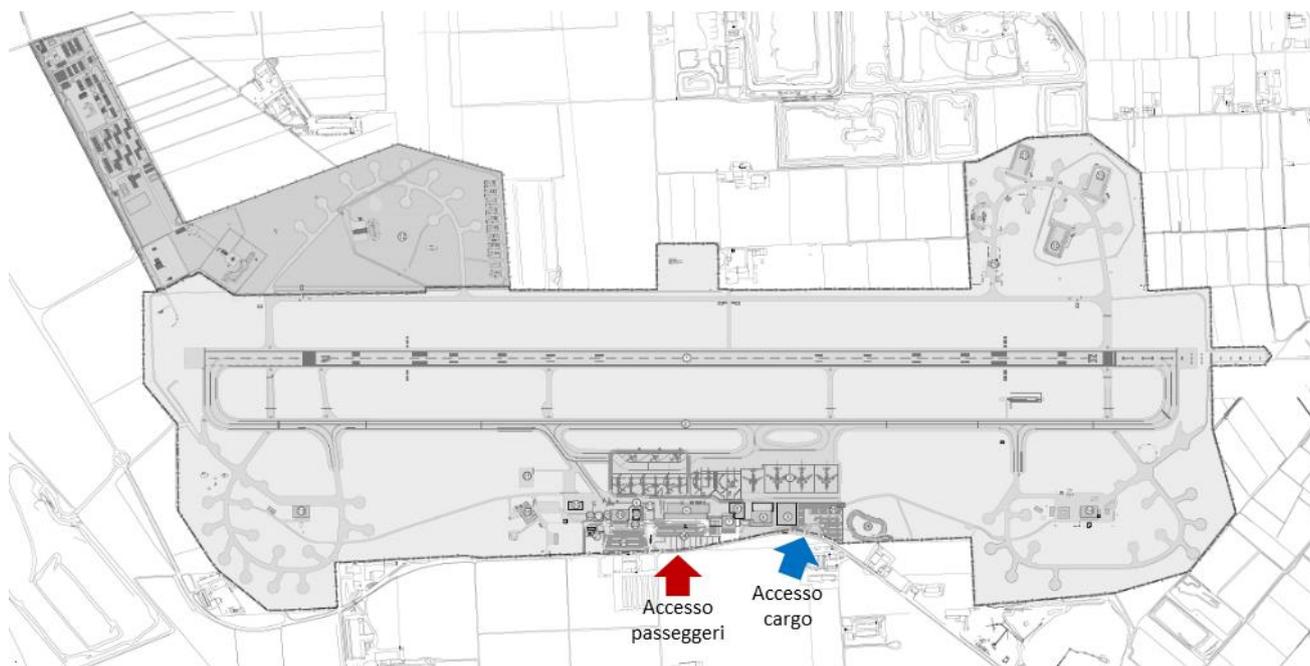


Figura 1-23 Condizioni di accessibilità aeroportuale distinta per le diverse aree funzionali (Area terminale passeggeri, area terminale cargo)

1.4.1.2 La rete viaria

L'aeroporto di Brescia Montichiari è inserito in un contesto territoriale più ampio in cui il sistema viario di accessibilità all'aeroporto risulta costituito dalla rete autostradale e statale a servizio dell'intero territorio in cui l'aeroporto si colloca.



Figura 1-24 Rete viaria: accessibilità territoriale di area vasta

Come si evince dalla Figura 1-24, l'aeroporto di Brescia Montichiari si localizza in prossimità dell'autostrada A4, a sud est dello svincolo di Brescia. Tale svincolo rappresenta il principale punto di connessione dello scalo aeroportuale con la rete viaria primaria di accessibilità.

Per quanto riguarda il sistema viario di accessibilità dell'aeroporto rispetto al contesto si può far riferimento alla Figura 1-25. La rete autostradale pur essendo vicina all'aeroporto non riguarda direttamente l'accessibilità aeroportuale che invece è caratterizzata da strade principalmente provinciali.

Nello specifico, dal Raccordo Autostradale Ospitaletto Montichiari e dalla SP236 si accede alla strada provinciale SP37, che garantisce l'accessibilità diretta all'aeroporto attraverso i due accessi precedentemente citati.



Figura 1-25 Rete viaria: accessibilità territoriale dell'aeroporto

Per quanto concerne le caratteristiche infrastrutturali dei principali assi stradali costituenti la rete di accessibilità, questi sono rappresentati in Figura 1-26.

SP236



RACCORDO AUTOSTRADALE



SP37



In prossimità dell'accesso passeggeri



In prossimità dell'accesso cargo

Figura 1-26 Rete viaria: caratteristiche infrastrutturali degli assi stradali principali costituenti la rete di accessibilità aeroportuale

1.4.1.3 Il trasporto pubblico

Con riferimento all'accessibilità dell'aeroporto mediante trasporto pubblico, allo stato attuale l'aeroporto non è dotato di un collegamento ferroviario diretto con la rete trasportistica regionale.

Nel 2003 però con la delibera CIPE 120 è stato approvato e finanziato, nell'ambito della legge obiettivo e del "Corridoio Mediterraneo", il progetto preliminare che prevede un tracciato ferroviario che bypassa a Sud la città di Brescia ed un nodo intermodale tra ferrovia, trasporto aereo e sistema autostradale. Tutt'ora l'indeterminatezza del quadro decisionale e programmatico ha lasciato in sospeso l'approvazione del progetto definitivo, che per tali ragioni non rientra negli interventi del Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030 sia perché

Relativamente alla rete di trasporto su gomma si evidenziano alcune linee esistenti che non garantiscono l'accesso diretto all'aeroporto di Montichiari, ma sono prossime a questo.

In Figura 1-27 è riportata la rappresentazione della rete di trasporto pubblico locale su gomma in prossimità dell'aeroporto.

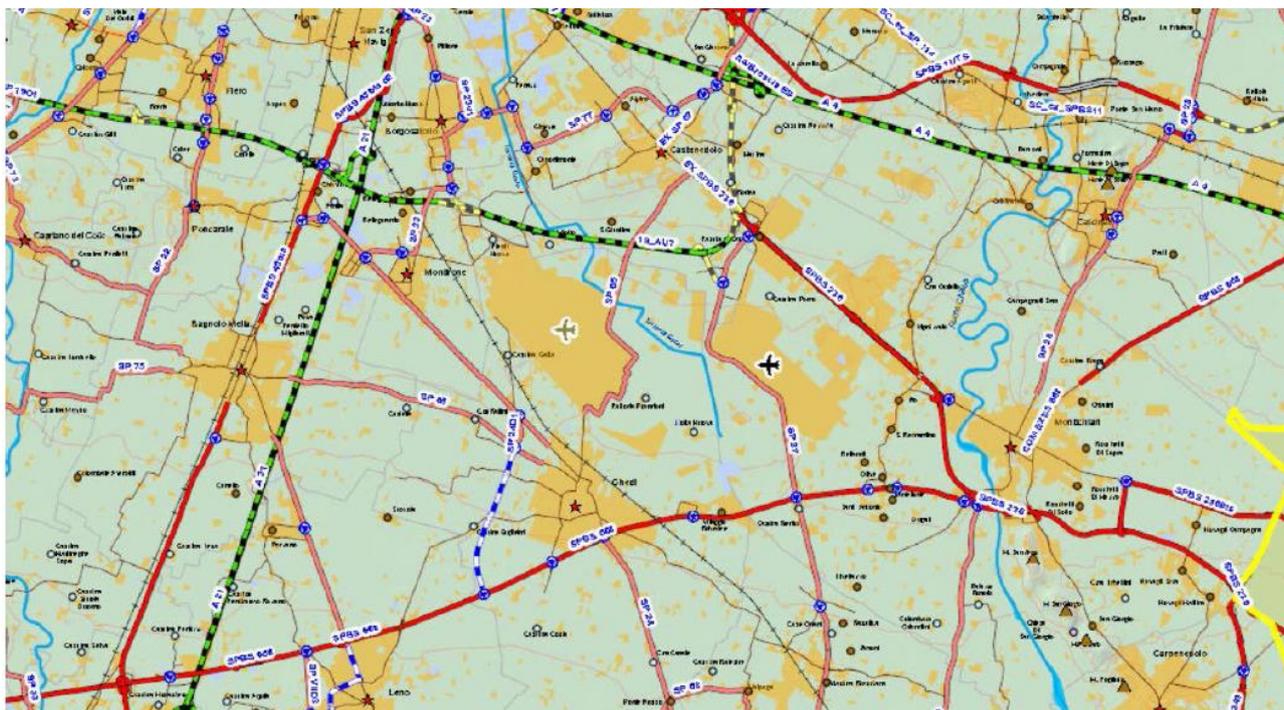


Figura 1-27 Trasporto pubblico su gomma (Fonte: *Piano di Sviluppo Aeroportuale*)

1.4.2 Il traffico a terra di origine aeroportuale

Per quantificare il traffico indotto sulla rete di accessibilità all'aeroporto sono state assunte diverse ipotesi per ogni componente di traffico (traffico passeggeri, traffico addetti e traffico cargo) desumendo il traffico veicolare dal traffico aereo.

Si ricorda che per le analisi modellistiche, riportate nel proseguo della trattazione e più specificatamente per l'applicazione dei modelli di simulazione relativi alla qualità dell'aria e ai livelli sonori, sono stati presi come riferimento i dati di traffico aereo registrati nel 2017, in quanto considerati cautelativi rispetto a quelli del 2018. Rimanendo infatti inalterate le tipologie di aeromobili presenti nell'aeroporto, nel 2018 sono stati registrati un numero di movimenti aerei complessivi inferiore rispetto al 2017. Alla luce di ciò si è scelto di effettuare le simulazioni considerando il dato del 2017, ritenuto maggiormente cautelativo ai fini delle verifiche normative sui livelli di qualità dell'aria e sui livelli sonori generati dalle attività aeroportuali. Pertanto, per la stima del traffico veicolare indotto, condotta sulla base del traffico aereo si è fatto riferimento ai dati del 2017. Tale assunzione è ritenuta cautelativa ai fini delle simulazioni modellistiche di seguito condotte, in cui il traffico veicolare indotto rappresenta uno degli input del modello.

Di seguito si riportano le ipotesi effettuate e la metodologia utilizzata per la stima del traffico veicolare indotto dall'aeroporto di Brescia Montichiari.

Per il traffico passeggeri le ipotesi assunte sono analoghe a quelle indicate nel PSA per la definizione del traffico veicolare indotto allo stato di progetto 2030. Si specifica che:

- in termini di ripartizione modale si considera che il 5% utilizzano l'autobus ed il 95% le autovetture;
- il load factor per le autovetture è pari a 1,4 persone/auto;
- il load factor per i bus è pari a 20 persone/bus;
- i coefficienti di equivalenza ANAS sono: bus=5; autovetture=1.

In considerazione di tali ipotesi, attraverso i calcoli sotto esplicitati si ottengono, nell'ora di punta, circa 5 autoveicoli.

Conoscendo il numero di passeggeri registrato al 2017, pari a 13.821, sono stati distinti i passeggeri per i quali si prevede l'utilizzo del mezzo privato da quelli che utilizzeranno il bus. Moltiplicando questi per il load factor rispettivo è stato possibile calcolare il numero di veicoli indotti dall'aeroporto durante l'intero anno di riferimento. Distribuendo il traffico annuo risultante su tutti i 365 giorni è stato stimato il TGM relativo alle autovetture e ai bus, dal quale considerando che l'ora di punta corrispondi al 18% del TGM si sono ottenuti 5 autovetture/ora e circa 1 bus al giorno in media. I calcoli effettuati sono riportati nella sottostante tabella.

Parametro	Valore	U.d.m.
Passeggeri al 2017	13.821	pax/anno
Passeggeri che utilizzano le autovetture al 2017	13.130	pax/anno
Passeggeri che utilizzano il bus al 2017	691	pax/anno
Autovetture indotte dall'aeroporto al 2017	9.379	veicoli/anno
Bus al 2017	35	bus/anno
Autovetture al giorno	25	veicoli/giorno
Bus al giorno	1	veicoli/giorno
Traffico leggero indotto ora di punta	5	veicoli/h
Bus ora di punta	1	bus/h

Tabella 1-6 Stima del traffico leggero passeggeri indotto al 2017 dall'aeroporto

Trasformando il numero di bus al giorno in TGM equivalente, considerando che il coefficiente di equivalenza dei bus è pari a 5, si ottiene un valore di 5 veicoli/giorno.

Per la stima del traffico veicolare generato dagli addetti aeroportuali, sono stati considerati circa 50 addetti, come definito dal PSA per lo stato attuale. Inoltre, è stato considerato, come da PSA, un load factor addetti/auto pari ad 1 ed un utilizzo di auto private pari al 100%.

Alla luce di tali ipotesi e considerando che tutti gli addetti si spostano nel medesimo orario, le autovetture utilizzate dagli addetti nell'ora di punta saranno pari a 50 veicoli/, così come il TGM sarà pari a 50 veicoli/giorno.

Infine, relativamente al traffico cargo, per lo stato attuale non sono state considerate le stesse ipotesi riportate dal PSA per lo stato di progetto poiché tale traffico attualmente risulta essere molto inferiore

rispetto allo sviluppo futuro. Pertanto, per il trasporto merci sono stati considerati esclusivamente degli autocarri da 5,8 tonnellate, escludendo l'utilizzo di autoarticolati e dei TEU. Relativamente al load factor, questo è stato assunto pari a 0,7 come da ipotesi definite nel PSA. Considerando un traffico cargo al 2017 pari a 34.781 tonnellate è stato possibile stimare il volume di traffico giornaliero medio.

Il traffico veicolare pesante indotto sarà pari a circa 5 mezzi pesanti, in corrispondenza dell'ora di punta. Tale valore è il risultato del seguente calcolo. Sapendo le tonnellate movimentate e moltiplicando queste per il load factor (70%) è stato stimato il numero di autocarri necessari per trasportare i quantitativi annui di merci. Stimato poi il TGM, in termini di numero di autocarri, ipotizzando per l'ora di punta il 18% del TGM, il traffico nell'ora di punta è risultato pari a circa 5 autocarri/ora. I calcoli effettuati sono riportati nella sottostante tabella.

Parametro	Valore	U.d.m.
Merci totali stimate al 2017	34.781	t/anno
Numero di autocarri l'anno	8.567	veicoli/anno
Numero di autocarri al giorno	24	veicoli/giorno
Traffico pesante ora di punta	5	autocarri/h

Tabella 1-7 Stima del traffico pesante indotto al 2017 dall'aeroporto

Trasformando il numero di autocarri al giorno in TGM equivalente, considerando che il coefficiente di equivalenza per gli autocarri è pari a 2,5, si ottiene un valore complessivo di circa 60 veicoli/giorno, corrispondente nell'ora di punta a circa 11 veicoli/h.

In conclusione, il TGM equivalente complessivo previsto al 2017, è riportato nella sottostante tabella.

Parametro	Valore	U.d.m.
TGM autovetture (pax e addetti)	75	veicoli/giorno
TGM equivalente bus	5	veicoli/giorno
TGM equivalente mezzi pesanti	60	veicoli/giorno
TGM equivalente totale	145	veicoli/giorno

Tabella 1-8 Stima del TGM equivalente complessivo indotto al 2017 dall'aeroporto

Pertanto, il TGM equivalente totale indotto dall'aeroporto allo stato attuale risulta pari a 145 veicoli.

La rete stradale su cui considerare il traffico indotto è riportata in Figura 1-28 ed è costituita dal tratto di SP37 che ospita una percentuale significativa di traffico indotto. Le altre infrastrutture non sono state considerate in quanto il traffico indotto è ritenuto trascurabile rispetto al traffico totale.

A partire dagli accessi aeroportuali si è ipotizzato che l'80% del traffico indotto interessi le tratte a nord, ovvero quelle che garantiscono il collegamento diretto con le infrastrutture principali,

rappresentate dalla A4 e dalla A21 e solo il 20% interessi le tratte a sud in considerazione di quota parte degli addetti e del traffico di aviazione generale.

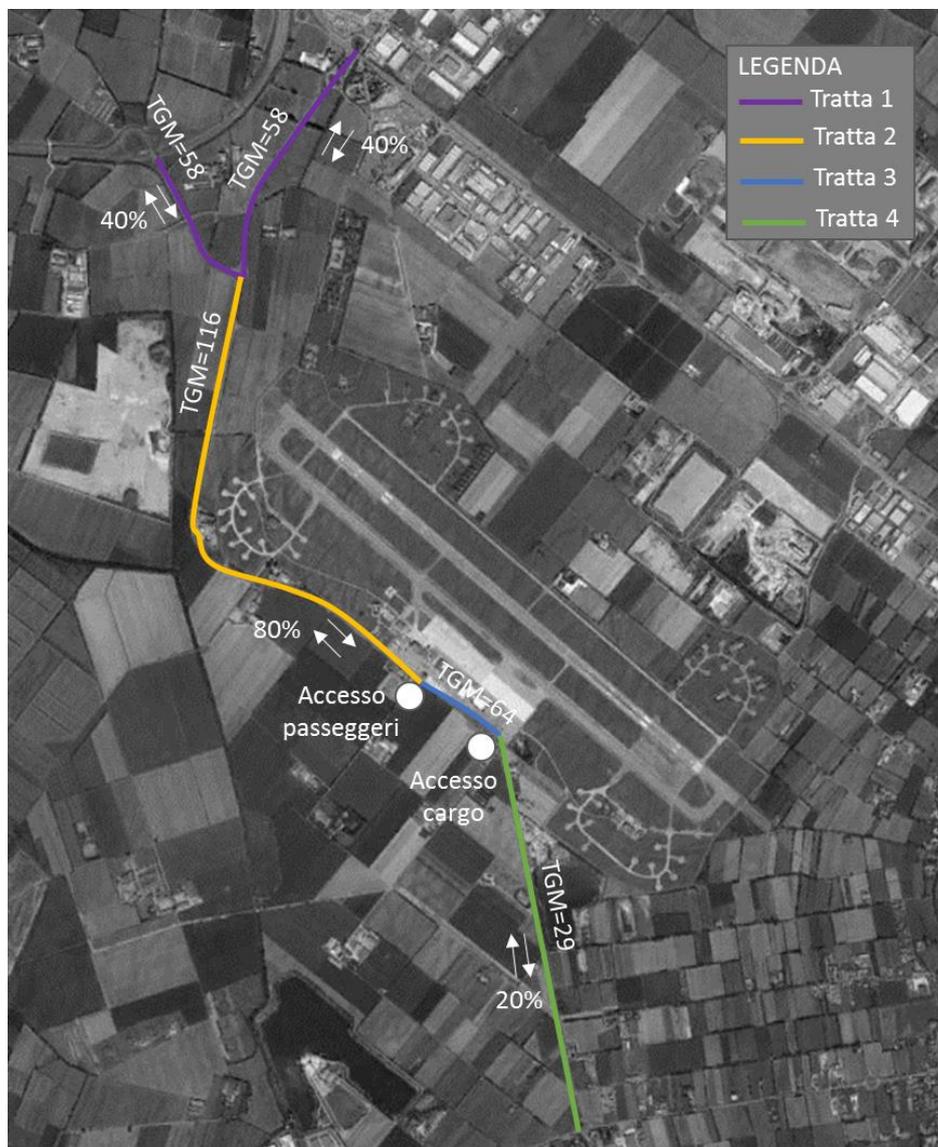


Figura 1-28 Traffico giornaliero medio indotto dall'aeroporto allo stato attuale

Tratte	TGM	U.d.m.
Tratta 1	58	veicoli/giorno
Tratta 2	116	veicoli/giorno
Tratta 3	64	veicoli/giorno
Tratta 4	29	veicoli/giorno

Tabella 1-9 Stima del TGM equivalente complessivo indotto al 2017 dall'aeroporto suddiviso per tratte

PARTE 2.2 IL CONTESTO AMBIENTALE

2. LE COMPONENTI AMBIENTALI INDAGATE E LA DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO

Le componenti ambientali, di cui all'Allegato VII del D. Lgs. 104/17, che sono state oggetto di trattazione nel presente studio sono le seguenti:

- Aria e clima: in termini di caratterizzazione meteorologica e stima della qualità dell'aria;
- Geologia ed acque: in relazione agli aspetti geologici, geomorfologici e pedologici ed idrici superficiali e sotterranei;
- Biodiversità: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali, ecosistemi;
- Rumore: con riferimento alle sorgenti aeronautiche e veicolari;
- Salute umana: come individui e comunità;
- Paesaggio e patrimonio culturale: con riferimento ai caratteri percettivi del paesaggio e ai beni culturali presenti.

Per le analisi dello stato dell'ambiente è stata definita un'area di studio entro la quale indagare gli aspetti ambientali relativi alle singole componenti. La definizione dell'ambito di studio rispetto al quale è da presumere che possano manifestarsi, sia direttamente che indirettamente, gli effetti significativi determinati dall'opera in progetto, costituisce un passaggio fondamentale del percorso dello Studio di Impatto Ambientale.

Tale ambito è stato definito facendo riferimento allo studio acustico pregresso condotto da ARPA "Valutazione di sostenibilità acustica - Aeroporto di Montichiari - Scenari al 2015 e al 2025" nel quale le curve di isolivello previste per lo scenario futuro 2025 si estendono fino a comprendere i comuni di Montichiari, Ghedi, Castenedolo e Carpenedolo. Stante, quindi, tale espansione degli effetti potenziali sulla componente rumore e ritenendo sufficiente questa per le altre componenti ambientali, sono stati delineati i confini dell'ambito di studio.

Per quanto attiene il criterio attraverso il quale è stata operata la perimetrazione dell'ambito di studio, si è fatto riferimento alla struttura territoriale del contesto di localizzazione dell'Aeroporto di Montichiari adottando nello specifico gli elementi guida presenti sul territorio, quali ad esempio le principali infrastrutture viarie, ferroviarie, i corsi d'acqua, ecc. (cfr. Figura 2-1).

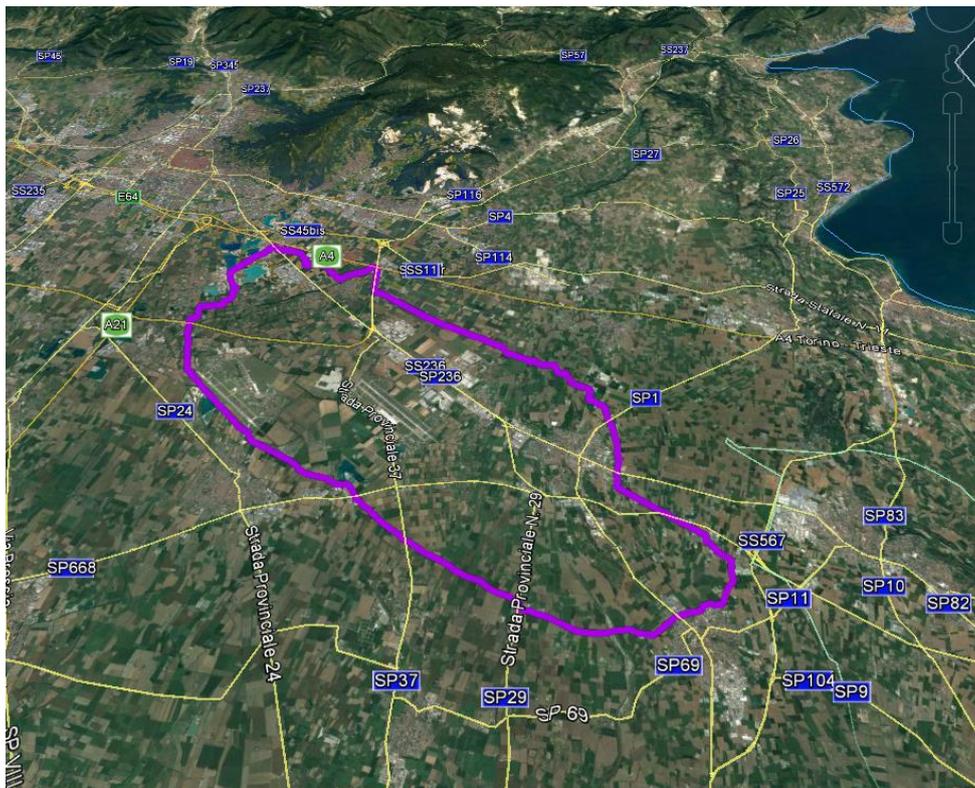


Figura 2-1 Individuazione dell'ambito di studio

Ovviamente, l'ambito di studio così individuato è stato considerato nelle analisi delle componenti ambientali oggetto del presente SIA, per le quali questo è risultato significativo in termini di effetti potenziali. In caso contrario si è ritenuto opportuno restringere l'ambito di analisi al fine di facilitarne la lettura cartografica.

3. ARIA E CLIMA

3.1 Inquadramento tematico

L'analisi conoscitiva svolta sulla componente Aria e clima ha come obiettivo fornire le principali indicazioni sullo stato attuale della qualità dell'aria nell'intorno dell'area aeroportuale di Brescia, nonché definire le condizioni meteo climatiche attraverso la stima dei principali parametri meteorologici.

Il presente capitolo è volto, quindi, ad analizzare tutti gli aspetti relativi alla componente Aria e clima allo stato attuale. Le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo-climatica;
- analisi emissiva;
- analisi della qualità dell'aria;
- scelta del modello di simulazioni emissive e diffusionale;
- schematizzazione del layout aeroportuale e delle sorgenti allo stato attuale;
- analisi degli output in termini di contributo delle sorgenti e risultati dello scenario attuale.

Il processo logico operativo dell'analisi ha pertanto riguardato, *in primis*, l'analisi meteo-climatica partendo dal dato storico dell'Atlante Climatico, considerando l'arco temporale di un trentennio, dal 1971 al 2000. Tale analisi ha permesso di caratterizzare il regime termico, pluviometrico e anemometrico con l'obiettivo di avere un quadro meteorologico storico di riferimento.

Medesimo studio è stato svolto con i dati meteo-climatici utilizzati per le simulazioni previsionali, relativi all'anno 2017, prendendo come riferimento la centralina di rilevamento più prossima all'area di intervento, che nel caso in esame corrisponde alla centralina di Brescia Montichiari.

Dal confronto di queste due analisi meteo-climatiche è stato possibile valutare la bontà del dato meteo utilizzato al fine di escludere la possibilità che il 2017 fosse un *outliers*.

Successivamente è stata svolta l'analisi sulla qualità dell'aria, partendo dai riferimenti legislativi Europei e Nazionali e Regionali. In particolare, quest'ultimo, oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), ha permesso di definire i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti.

Lo strumento principale per la definizione della qualità dell'aria è costituito dalle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria. Nella Regione Lombardia tale rete di centraline è in proprietà e gestita da parte di ARPA Lombardia. Al fine di avere una prima caratterizzazione della qualità dell'aria

in prossimità dell'area di intervento è stata valutata la centralina della rete che risultasse più prossima e al tempo stesso rappresentativa di un ambito territoriale similare.

Per la centralina scelta come riferimento, Rezzato, sono state valutate le concentrazioni di ossidi di azoto, biossidi di azoto e del particolato PM10, visionando i dati registrati dal 2005 al 2017.

Inoltre, per integrare quanto a disposizione in materia di qualità dell'aria, con particolare riferimento alle concentrazioni di inquinanti registrate dalla rete di monitoraggio, è stata analizzata una campagna di monitoraggio mobile condotta nel 2005 in prossimità di Castenedolo. I dati di tale centralina sono stati confrontati con i dati della centralina fissa di Rezzato nello stesso intervallo temporale, al fine di poter considerare questa come rappresentativa del territorio aeroportuale di Montichiari.

Dopo aver definito lo stato meteo-climatico dell'area e dopo aver determinato lo stato della qualità dell'aria rappresentativo dell'intorno aeroportuale, si è proceduto a simulare la configurazione aeroportuale attuale per poter determinare il contributo dispersivo di inquinanti generato dalle attività aeroportuali.

Il modello utilizzato, per effettuare tali simulazioni, è il software realizzato dalla FAA (Federal Aviation Administration) in collaborazione con la USAF (U.S. Air Force) che rappresenta attualmente il modello più utilizzato al mondo per studiare la dispersione dell'inquinamento atmosferico prodotto da un aeroporto. Tale modello è denominato EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System).

Per l'applicazione del modello alla situazione reale dell'aeroporto, è stato necessario ricostruire l'attuale layout aeroportuale e schematizzarne il funzionamento. Si è quindi definito:

- il layout aeroportuale in termini di Pista di volo, Taxiway e piazzali;
- il traffico annuale aereo specificando la flotta aeromobili in termini di tipologia, cicli LTO, piste utilizzate per i decolli e gli atterraggi, l'operatività dell'aeroporto in termini di flussi orari, giornalieri e mensili;
- le sorgenti stradali, ovvero le sorgenti principali della rete stradale interna all'area di studio ed il sistema dei parcheggi.

Una volta schematizzato l'aeroporto è stata scelta una maglia di punti di calcolo al fine di determinare l'andamento globale della qualità dell'aria e successivamente, proprio con la finalità di verificare il rispetto dei limiti normativi, sono stati definiti alcuni ricettori identificativi delle aree limitrofe all'aeroporto.

Terminata la fase di modellazione dell'input è stato possibile valutare l'output del modello, andando a determinare i livelli di concentrazione per i principali inquinanti generati dalle sorgenti aeroportuali le quali possono influenzare i ricettori scelti.

In particolare, sono stati riportati i valori di concentrazione relativi ai seguenti inquinanti:

- Biossido di Azoto NO₂;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2.5};
- Biossido di Zolfo SO₂.

3.2 Analisi meteo-climatica

Il primo step di analisi, effettuato nella presente relazione, è volto alla definizione del quadro conoscitivo, che, con specifico riferimento alla qualità dell'aria, consiste nella definizione dei principali parametri meteorologici e dei principali inquinanti presenti nell'area in esame.

Il presente capitolo è volto all'analisi meteo-climatica dell'area dell'aeroporto di Brescia Montichiari. Tale analisi è strutturata al fine di perseguire una finalità costituita da due fasi consequenziali: in primis occorre analizzare dal punto di vista "storico" il contesto di intervento, definendo in un arco temporale ampio le condizioni climatiche che hanno caratterizzato l'area aeroportuale, secondariamente occorre analizzare il dato meteorologico di riferimento per le simulazioni modellistiche dell'area di intervento al fine di verificarne la coerenza con il dato storico.

In questo modo sarà possibile validare il dato utilizzato e verificare che le simulazioni effettuate non facciano riferimento ad *outliers* meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi. Appare quindi evidente l'importanza di tale analisi.

La presente trattazione pertanto sarà divisa in due paragrafi principali: "il dato storico" che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 1971 – 2000 e l'analisi dei "dati di simulazione" corrispondenti allo stato attuale per il quale è stato preso a riferimento l'anno 2017.

3.2.1 Il dato Storico: Andamento 1971 – 2000

3.2.1.1 Fonte e centralina di riferimento

Lo strumento utilizzato per effettuare tale analisi è L'Atlante Climatico, il quale raccoglie i dati meteorologici nell'arco temporale di un trentennio, dal 1971 al 2000, permettendo così di ricostruire in termini medi l'andamento meteo-climatico nell'area in esame.

Tale atlante, sviluppato dall'Aeronautica Militare è coerente con quanto definito dall'OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale) che definisce il *Clima* operativamente come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche riferito a uno specifico periodo di tempo per un'area geografica circoscritta, prescrivendo la raccolta dei dati ai fini climatici per periodi tra loro disgiunti di 30 anni. Gli indicatori analizzati, e i cui valori sono riportati nel paragrafo successivo, sono distinguibili in tre categorie: Temperature, Precipitazioni e Venti.

Con specifico riferimento alle temperature, gli indicatori analizzati nel sopracitato Atlante sono riportati in Tabella 3-1.

Simbolo	Descrizione	U.M.
Tm	Temperatura media (max + min)/2	°C
Tx 1d	Temperatura massima media della 1ª decade	°C
Tx 2d	Temperatura massima media della 2ª decade	°C
Tx 3d	Temperatura massima media della 3ª decade	°C
Txm	Temperatura massima media mensile	°C
Tn 1d	Temperatura minima media della 1ª decade	°C
Tn 2d	Temperatura minima media della 2ª decade	°C
Tn 3d	Temperatura minima media della 3ª decade	°C
Tnm	Temperatura minima media mensile	°C
TxP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature massime	°C
TnP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature minime	°C
P99x (P99n)	99° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P85x (P85n)	85° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P15x (P15n)	15° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P1x (P1n)	1° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
NgTn<=0	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= 0 °C	(conteggio)
NgTn<=-5	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= -5 °C	(conteggio)
NgTx>=25	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 25 °C	(conteggio)
NgTx>=30	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 30 °C	(conteggio)
GrGi>0	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 0°C	°C
GrGi>5	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 5°C	°C
GrGi_18	Gradi-giorno (Somme (S-Tm) solo se (S-Tm) > 0°), dove S = 18°C	°C
Txx	Temperatura massima assoluta	°C
An Txx	Anno in cui si è verificata Txx	
Tnn	Temperatura minima assoluta	°C
An Tnn	Anno in cui si è verificata Tnn	

Tabella 3-1 Indicatori della Temperatura (Fonte: *Atlante Climatico*)

Con riferimento alle precipitazioni ed eventi correlabili, i principali indicatori sono riportati in Tabella 3-2.

Simbolo	Descrizione	U. M.
RTot	Precipitazione totale media mensile	mm
RQ0	Minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
RQ1	Primo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ2	Secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ3	Terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ4	Quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ5	Massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
Rx12a	Precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC)	mm
Rx12b	Precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC)	mm
Rx24	Precipitazione massima in 24 ore	mm
An Rx24	Anno in cui si è verificata Rx24	
Ng R>1	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm	(conteggio)
Ng R>5	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm	(conteggio)
Ng R>10	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm	(conteggio)
Ng R>50	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm	(conteggio)
Ng Fog	Numero medio di giorni al mese con nebbia	(conteggio)
Ux%	Media mensile dell'umidità percentuale massima	%
Un%	Media mensile dell'umidità percentuale minima	%
Ng h6 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ng h6 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ngh18 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 18	(conteggio)
Ngh18 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18	(conteggio)

Tabella 3-2 Indicatori della precipitazioni (Fonte: *Atlante Climatico*)

In relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 3-3.

Simbolo	Descrizione	U. M.
HH	Orario	UTC
MM	Mese	
Calme	Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi	%
N1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi	%
N11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi	%
N>20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi	%
NE1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NE11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NE>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
E1-10	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
E11-20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
E>20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi	%
SE1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SE11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SE>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
S1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi	%
S11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 11 e 20 nodi	%
S>20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi	%
SW1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SW11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SW>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
W1-10	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
W11-20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
W>20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
NW1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NW11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NW>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
Vxx	Intensità massima del vento	KT

Tabella 3-3 Indicatori della distribuzione dei venti (Fonte: *Atlante Climatico*)

In ultimo, si è scelta la centralina di rilevamento più prossima all'intervento, che nel caso in esame corrisponde alla centralina di Brescia Ghedi, le cui coordinate geografiche sono Lat: 45.436668 Long: 10.271389.



Figura 3-1 Centralina di riferimento per analisi storiche su Atlante Climatico

3.2.1.2 Regime Termico

Primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La Tabella 3-4 riporta i dati principali circa le temperature nei tre decenni di analisi.

Mese	Tm	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Txm	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tnm	TxP85-15	TnP85-15
Gen	1.7	4.6	5.2	6.2	5.4	-2.5	-2	-1.7	-2	7.8	8.8
Feb	3.7	7.1	8.4	10.2	8.5	-1.4	-1.2	-0.4	-1	8.5	7.8
Mar	8.2	11.8	14	15	13.6	1.3	3.1	4	2.8	8.1	7.4
Apr	11.9	16.3	16.9	18.4	17.2	6.1	5.7	8	6.6	7.8	6.4
Mag	17.1	21	22.4	24.1	22.5	9.9	11.8	12.9	11.6	8.7	6.1
Giu	20.9	25.6	26.1	27.4	26.4	14.6	15.1	16.4	15.4	7.6	6.5
Lug	23.5	28.6	29.2	29.5	29.1	17.4	18.1	18.2	17.9	5.9	5.5
Ago	23	29.5	29	27.1	28.5	18.2	17.9	16.4	17.5	6.8	5.1
Set	18.9	25.4	24.5	22.9	24.3	14.4	13.6	12.7	13.6	7	6.6
Ott	13.3	20.4	18.2	15.5	18	11	9	6.1	8.6	7.7	8.3
Nov	6.6	12.7	10.2	8.2	10.4	5	2.6	0.8	2.8	7.2	9.4
Dic	2.4	6.6	5.7	5.2	5.8	-0.5	-1	-1.4	-1	7.1	8.3
Mese	NgTn≤0	NgTn≤-5	NgTx≥25	NgTx≥30	GrGi>0	GrGi>5	GrGi_18	Txx	AnTx	Tnn	AnTn
Gen	20.9	7.7	0	0	70	0	506	16.4	1983	-19.4	1985
Feb	17.7	4.1	0	0	112	0	408	22	1990	-14	1991
Mar	6.5	0.6	0	0	255	103	302	27.3	1997	-8.6	1971
Apr	0.7	0	0.5	0	361	210	185	27.4	2000	-2	1973
Mag	0	0	9.6	0	530	375	54	32.9	1992	0.2	1987
Giu	0	0	20.5	4.8	627	477	9	34.9	1994	7	1994
Lug	0	0	28	13.3	718	565	0	36.1	1995	9.4	1980

Ago	0	0	26.9	11	718	562	1	35.5	1992	8.1	1986
Set	0	0	13.9	0	557	410	21	32.4	1997	3.8	1972
Ott	0.6	0	1	0	416	260	150	29	1997	-5.8	1997
Nov	8.3	1	0	0	199	52	342	19	1972	-8.2	1988
Dic	18.5	5.4	0	0	84	0	472	17	1989	-11	1986

Tabella 3-4 Regime Termico fonte: *Atlante climatico*

Con riferimento alla Temperatura Media registrata nei tre decenni è possibile notare come le temperature siano comprese tra 1,7 °C e 23,5 °C, rispettivamente registrati nei mesi di Gennaio e di Luglio.

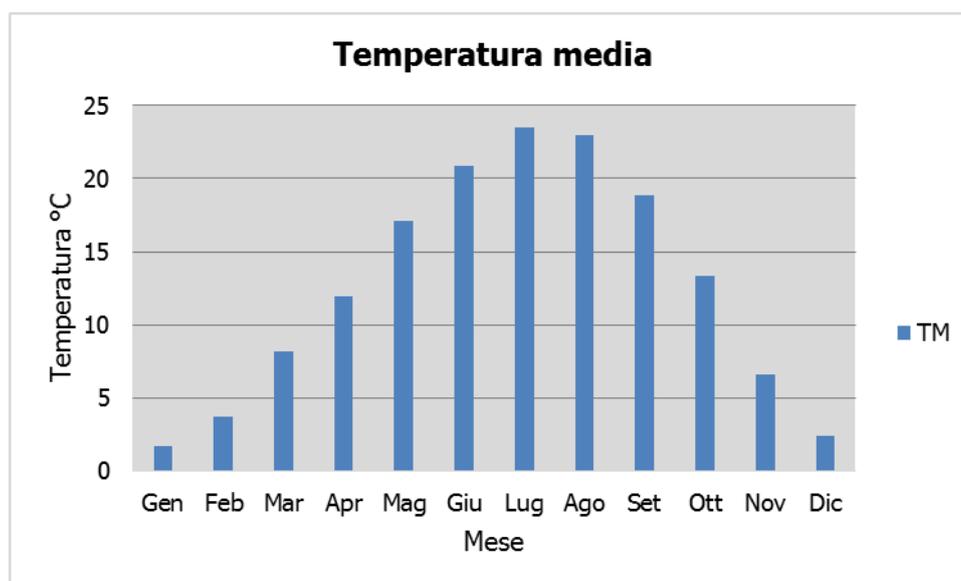


Figura 3-2 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi si osserva come il trend analizzato per la temperatura media nelle tre decadi sia individuabile anche in tali valori, evidenziando come mese con temperature massime medie più elevate il mese di Luglio con 29,1 °C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta Gennaio con -2 °C.

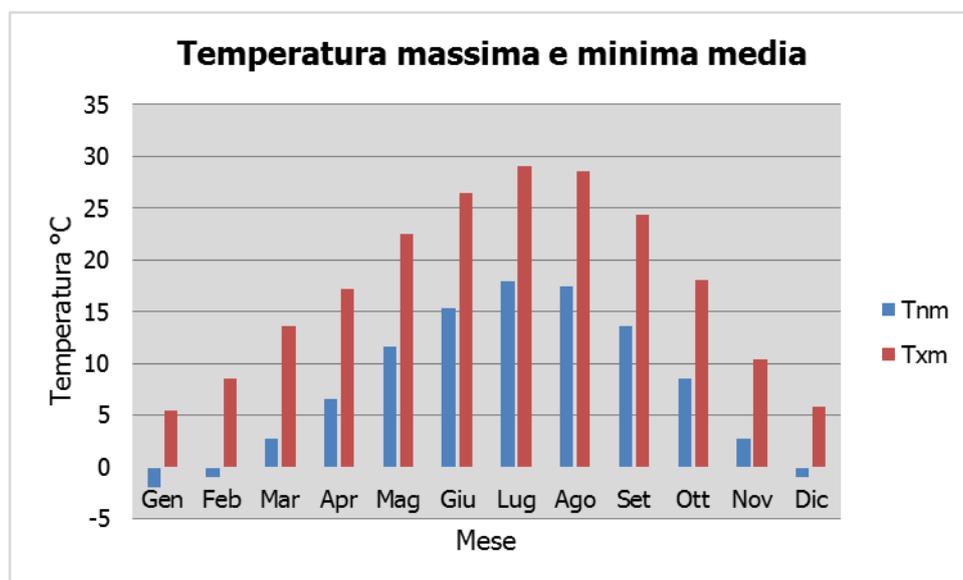


Figura 3-3 Temperatura massima e minima media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Al fine di poter valutare dei trend di evoluzione della temperatura è possibile fare riferimento ai valori di temperatura minima e massima media mensile analizzata nelle tre differenti decadi di riferimento (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000).

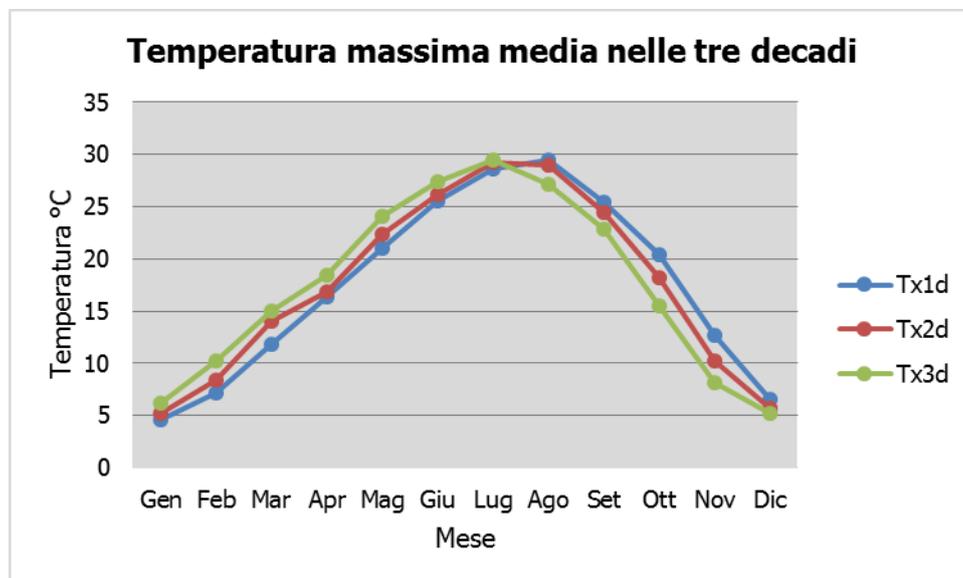


Figura 3-4 Temperatura massima media suddivisa per decadi (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Dalla Figura 3-4 si può notare nel corso dei decenni un'inversione del trend delle temperature con un anticipo delle temperature massime di circa un mese. La linea verde infatti, rappresentativa della terza decade, fa registrare valori più elevati delle altre due nei mesi compresi tra Gennaio e Luglio. Nei mesi da Agosto a Dicembre si registra, invece, un trend opposto con il valore della temperatura

massima sempre inferiore a quello delle altre due decadi. Nell'ultima decade di analisi il mese con la temperatura massima media più elevata risulta Luglio con un valore di 29.5°C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 3-5.

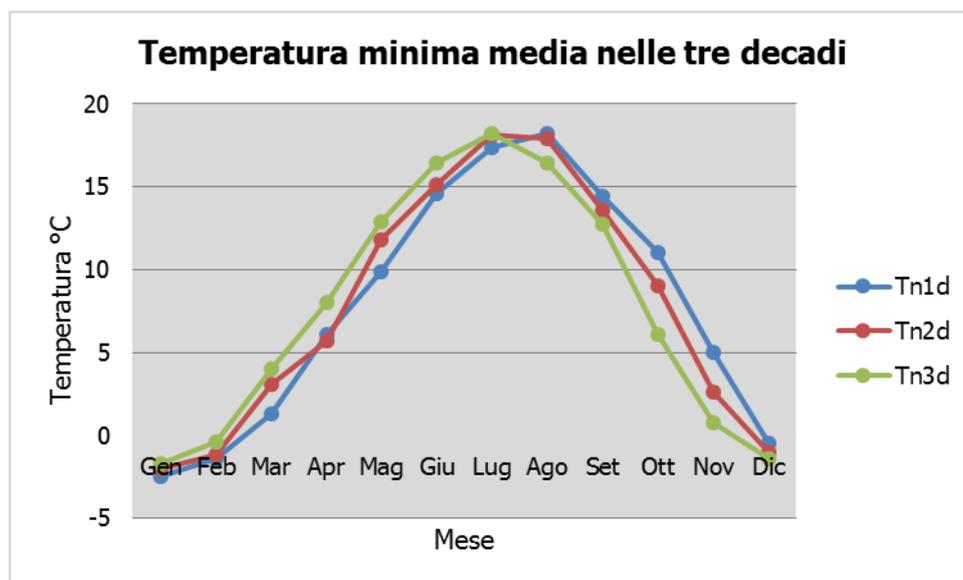


Figura 3-5 Temperatura minima media suddivisa per decadi (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

È inoltre possibile analizzare il fenomeno termico anche dal punto di vista dei percentili. In particolare, si può osservare la distribuzione in termini di differenze tra l'85° ed il 15° percentile al fine di determinare un intervallo di variazione dei valori contenuti tra tali percentili. Tale differenza può essere effettuata sia in termini di temperatura massima sia in termini di temperatura minima.

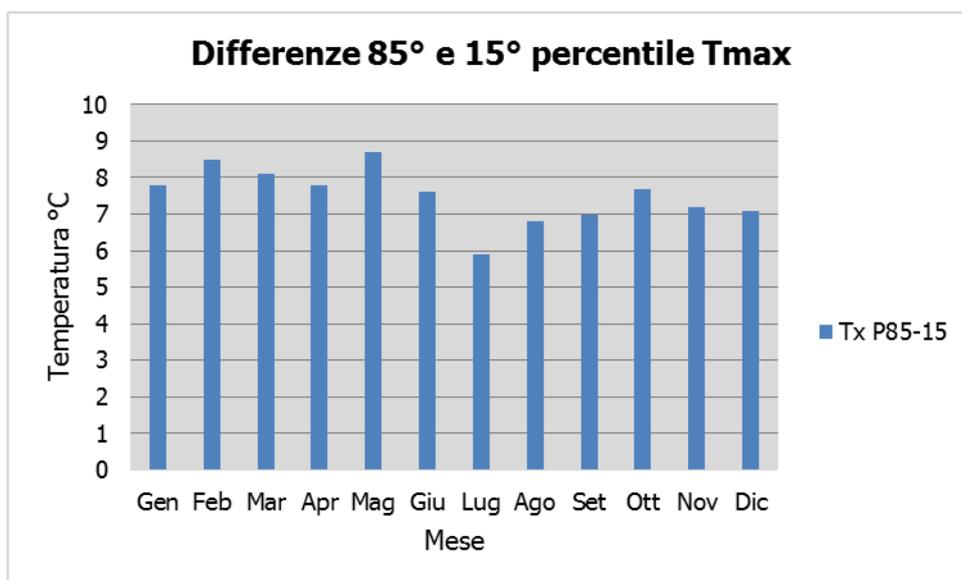


Figura 3-6 Differenza 85 – 15 percentile temperatura massima (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

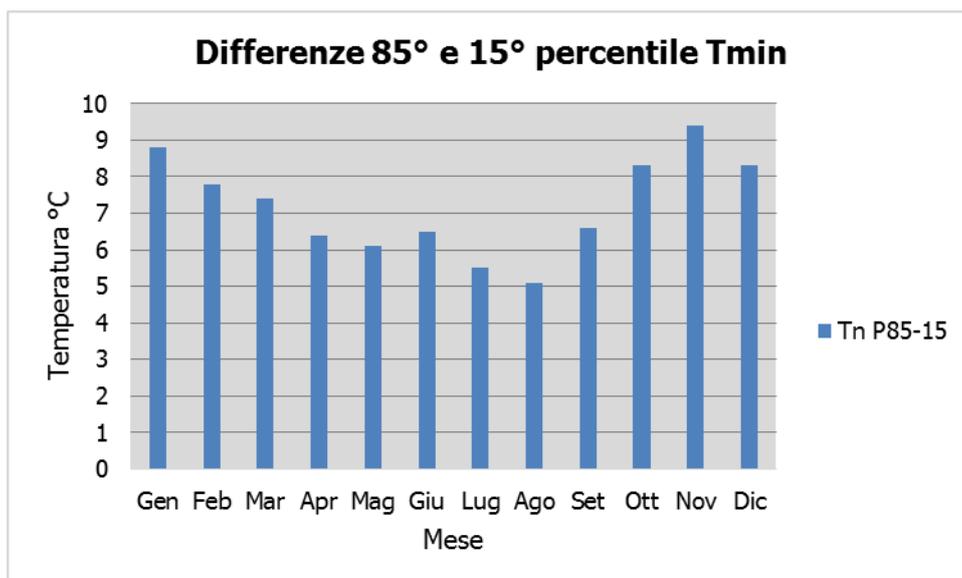


Figura 3-7 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia abbastanza costante e compreso tra i 6°C ed i 9°C, a meno del mese di luglio che è di poco inferiore ai 6 °C. Con riferimento alla temperatura minima invece, si può evidenziare un trend in cui il minimo del delta è rappresentato dai mesi estivi, il cui valore è di circa 5 °C, mentre il massimo valore si ha nei mesi invernali con il delta massimo registrato nel mese di novembre dove la differenza tra l'85° ed il 15° percentile raggiunge il valore di 9,4 °C.

In ultimo, al fine di completare l'analisi sulle distribuzioni delle temperature nei diversi mesi nelle tre decadi di riferimento, è possibile effettuare un'analisi sull'occorrenza di determinati eventi, oltre che sulla loro entità.

In particolare, è possibile valutare l'occorrenza di fenomeni "estremi", quali il superamento di temperature "soglia" sia in termini di temperatura massima, sia in termini di temperatura minima.

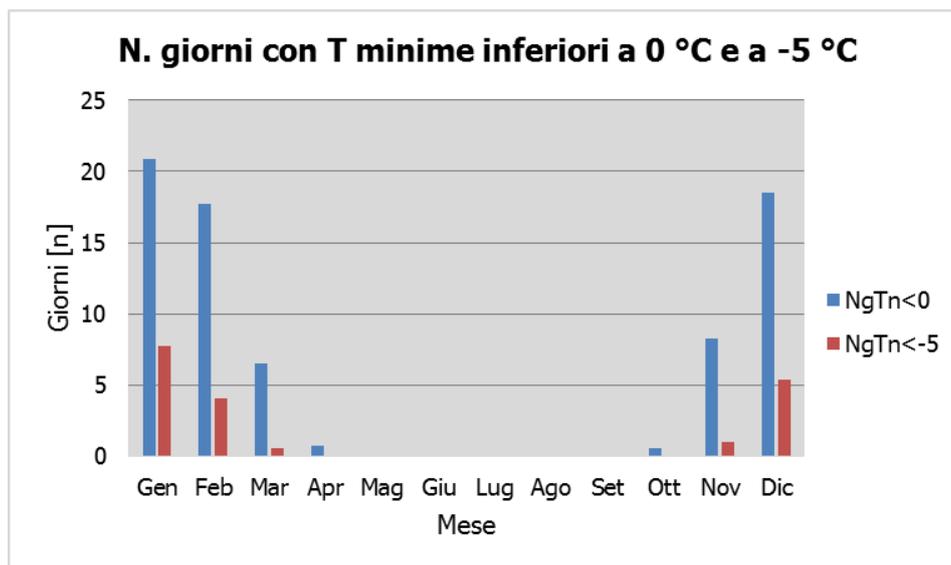


Figura 3-8 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

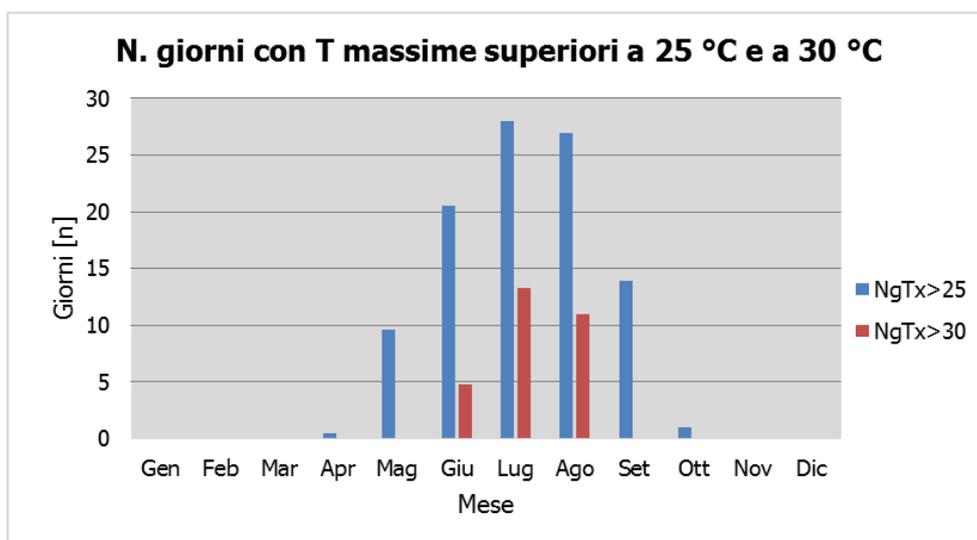


Figura 3-9 N° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Con riferimento alle figure soprastanti è possibile verificare le temperature inferiori ai -5°C siano registrati nei mesi invernali da Novembre a Marzo, mentre come le giornate con temperature inferiori allo 0°C siano concentrate nei mesi da Ottobre ad Aprile.

Per quanto riguarda le temperature massime, invece, si registrano superamenti della soglia di 30°C esclusivamente nei mesi di Giugno, Luglio ed Agosto, mentre i superamenti della soglia di 25°C sono molto frequenti, nei mesi da estivi.

Ultimo aspetto riguarda l'analisi dei giorni in cui si sono verificati i massimi ed i minimi assoluti rispetto al periodo di riferimento dell'Atlante Climatico. È possibile notare come rispetto alle temperature massime nei mesi da Marzo ad Ottobre il massimo sia stato registrato nell'ultima decade di analisi mentre nei mesi invernali da Novembre a Febbraio nella prima e seconda decade. Con riferimento alle temperature minime la distribuzione nelle tre decadi è maggiormente dispersa.

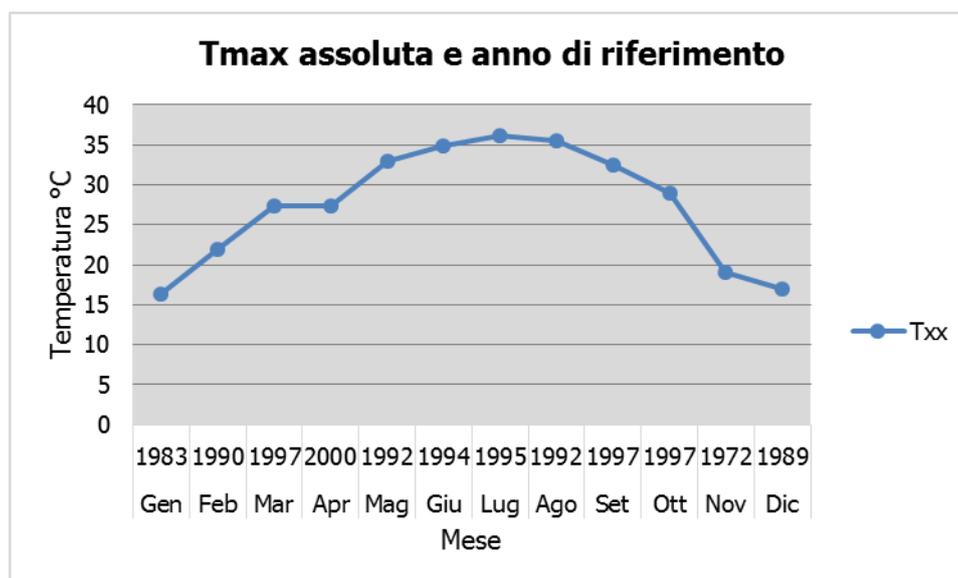


Figura 3-10 Temperatura massima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

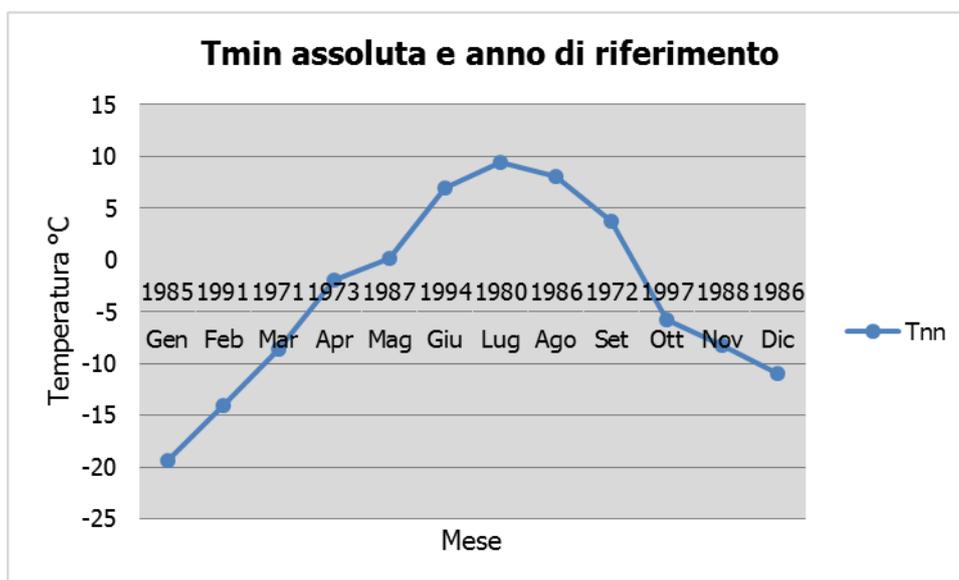


Figura 3-11 Temperatura minima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

3.2.1.3 Regime Pluviometrico

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 3-5. In tale tabella sono anche riportati i dati circa l'umidità registrata nonché la presenza di nebbia e di copertura nuvolosa.

Mese	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	AnRx24
Gen	65.5	0.2	7.4	41.2	67.3	121.7	216.1	33	80.2	92.4	1982
Feb	47.9	2	9.4	29.4	44.5	79.4	142	30.6	39.8	46.4	1972
Mar	56	4.4	21.1	43.4	54.1	77.4	161.6	44.2	39.2	49.2	1988
Apr	67.3	11.9	38.1	57.1	69.4	80.2	176.8	30.2	32.8	48.4	1989
Mag	82.6	10	43.3	63.2	88.9	114.3	201.9	51.2	60.6	61.4	1988
Giu	83.4	9.3	54	67.1	80.2	111.3	181.3	61.8	51.6	79.6	1992
Lug	74	0.4	25.3	48.6	73.9	100.4	180	62.9	66.8	70.6	1989
Ago	74.2	10.7	27.9	48.8	75.4	110.3	176.7	68.6	52.6	91.2	1990
Set	89.2	0.1	33.6	61.6	72.3	133.2	287.3	65.8	71.8	71.8	1994
Ott	111.9	11.4	37.5	63.6	97.8	200.3	287.3	85.4	67	91	1999
Nov	73.8	0.2	27.9	56.9	70.9	104.5	205	46.8	51.8	65.8	1982
Dic	62.4	0.6	19.9	46.9	65.5	82.3	196.7	53.2	33.4	62	1996
Mese	NgR >1	NgR >5	NgR >10	NgR >50	NgFog	Ux%	Un%	Ngh6N uv≤4	Ngh6 Nuv>4	Ngh18N uv≤4	Ngh18N uv>4
Gen	6.7	3.5	2.2	0	21.1	97	70	10.5	20.4	12.1	19
Feb	5.3	2.9	1.6	0	12.2	97	58	12.9	15.6	15.3	13.4
Mar	6.1	3.4	2	0	5.4	95	46	15	16.4	17.3	14
Apr	8.6	4.4	2.4	0	1.8	95	48	13.4	16	11.9	17.5

Mag	9.5	5.1	2.8	0.1	0.9	95	44	15.2	16.1	14.5	16.8
Giu	8.1	4.5	2.8	0.1	0.2	94	44	16.2	14	16.5	13.7
Lug	5.7	3.6	2.7	0.2	0.2	94	44	19.4	11.3	20	10.7
Ago	5.9	3.4	2.4	0.2	0.2	94	45	19.3	12	20.3	11
Set	6.1	3.9	3	0.2	1.7	96	48	18	12.1	19.1	11.1
Ott	7.9	5.4	3.6	0.4	9.3	97	59	14.1	17.4	17.1	14.2
Nov	6.9	4.3	2.7	0.1	16.5	97	69	9.9	19.5	12.8	16.5
Dic	6	3.7	2.3	0.1	19.1	97	72	10.5	19.7	11.4	18.8

Tabella 3-5 Regime Pluviometrico (Fonte: *Atlante Climatico*)

Il primo aspetto di analisi fa riferimento alla precipitazione totale media mensile registrata dalla stazione di riferimento in termini di millimetri, così come riportato in Figura 3-12.

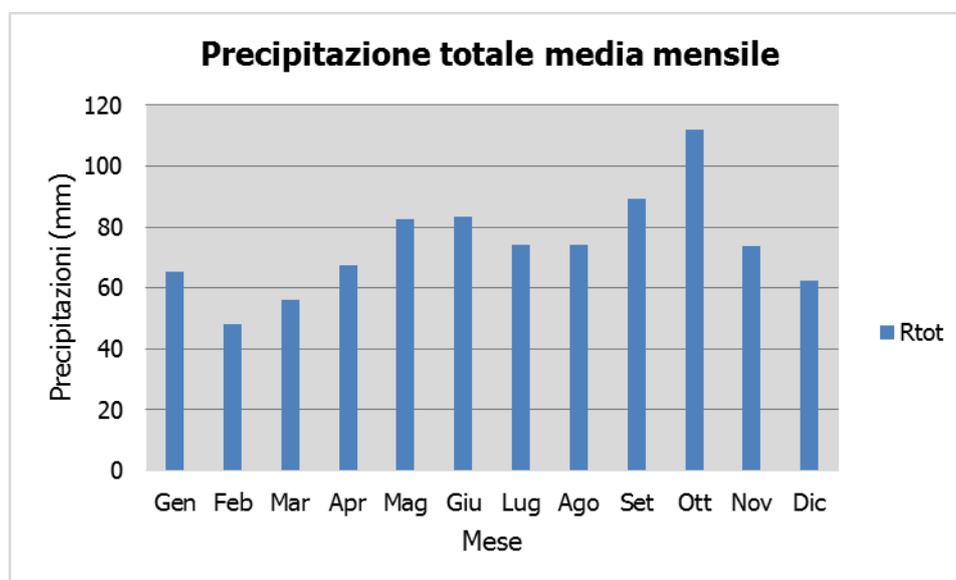


Figura 3-12 Precipitazione totale media mensile (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

È possibile notare come il mese con la media mensile più elevata è Ottobre con circa 112 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è Febbraio con un valore di circa 50 mm.

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 3-13.

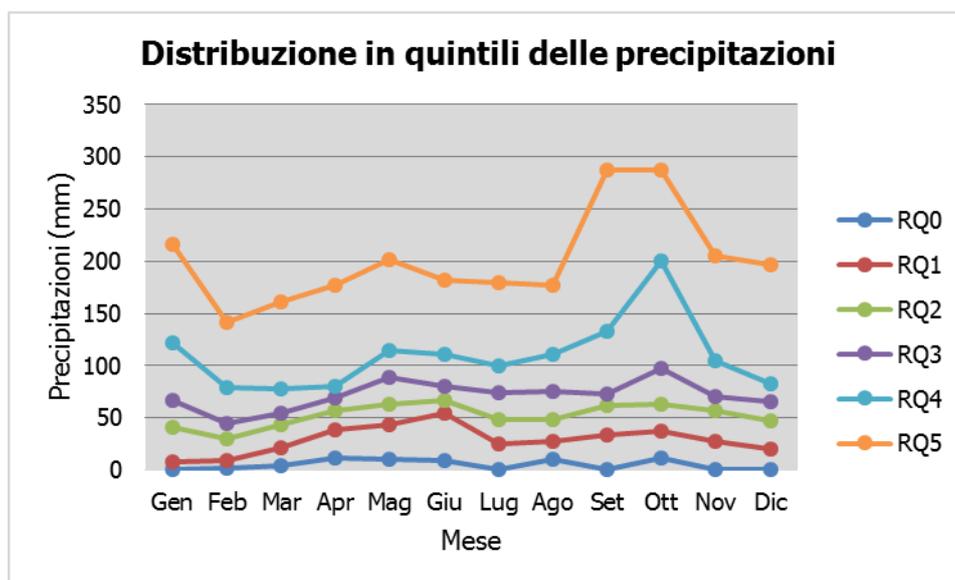


Figura 3-13 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile, ovvero il massimo della distribuzione in quintili, mentre le differenze tra il terzo ed il primo quintile sono molto più contenute.

È inoltre possibile valutare la divisione delle precipitazioni massime con riferimento a due intervalli temporali 00-12 e 12-24, così come definito nella Figura 3-14.

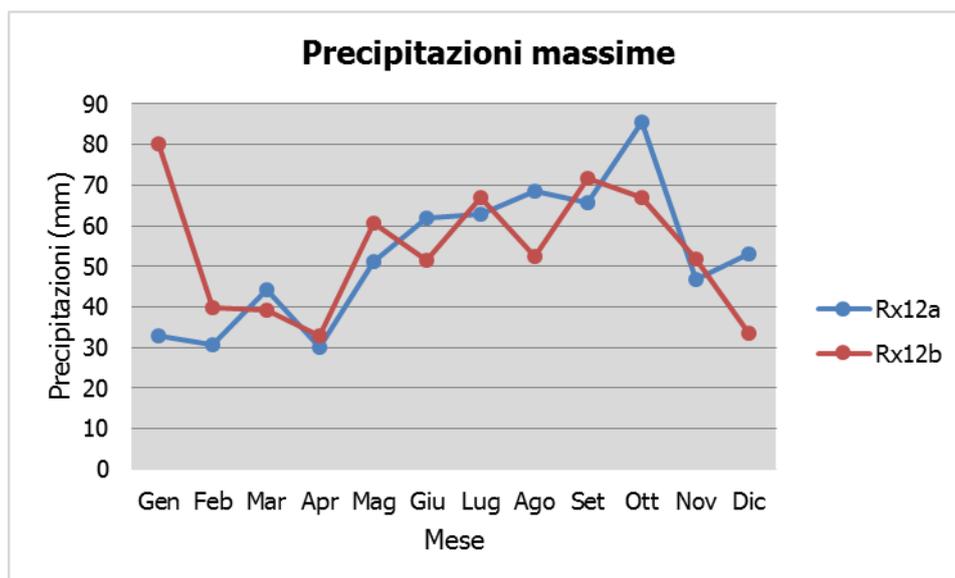


Figura 3-14 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

È possibile notare come, rispetto al primo periodo di riferimento il massimo si registri nel mese di Ottobre con circa 85 mm di precipitazione, mentre rispetto al secondo periodo il massimo sia registrabile nel mese di Gennaio il cui valore si attesta a circa 80 mm.

Di seguito si riporta la distribuzione dei massimi nelle 24 ore nonché la data in cui si è verificata rispetto al periodo di analisi dell'Atlante Climatico.

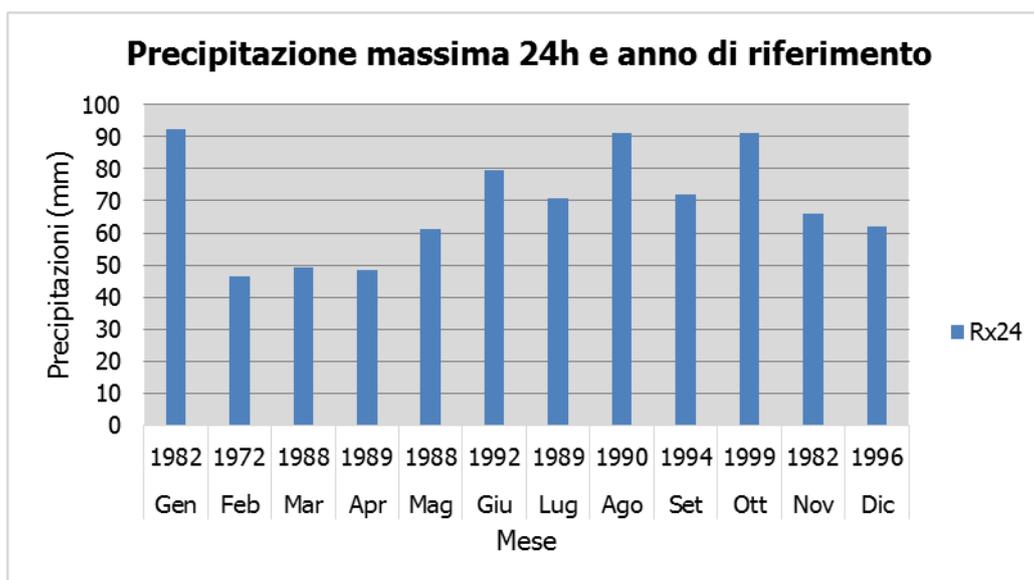


Figura 3-15 Precipitazioni massima nelle 24h ed anno di occorrenza (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

In ultimo, in analogia a quanto visto per le temperature, anche per il regime pluviometrico viene effettuata un'analisi circa il numero di giorni in cui si verifica il superamento di determinati valori di soglia. Nel caso in esame, riportato in Figura 3-16, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

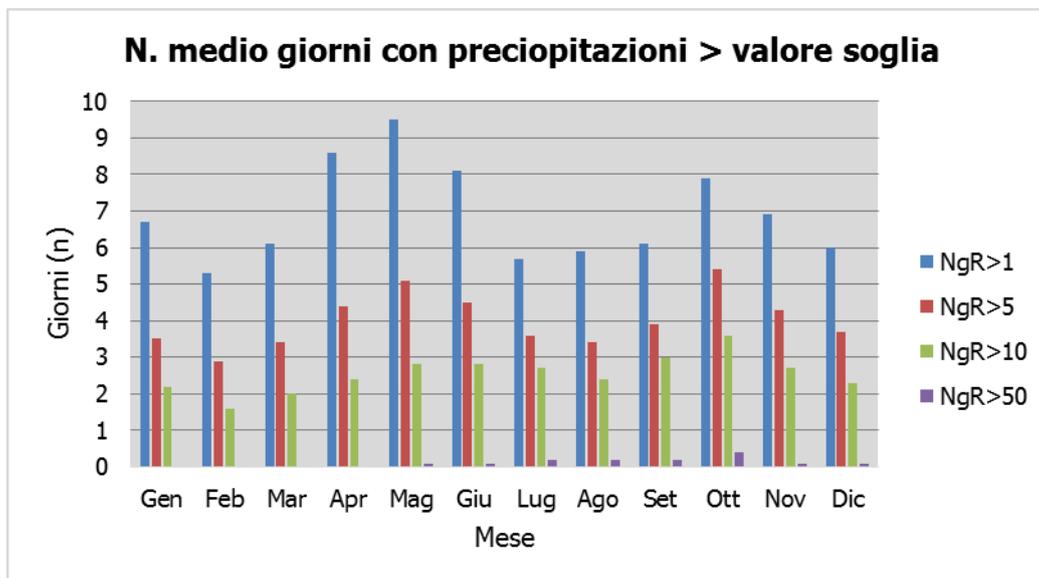


Figura 3-16 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50mm di precipitazioni
 (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Dall'analisi di tali dati è possibile evidenziare come il mese di Maggio sia quello in cui mediamente ci sono più giorni con superamento del valore di 1 mm, ma come per quanto riguarda la soglia più elevata (50 mm) si debba fare riferimento al mese di Ottobre.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile osservare la Figura 3-17, in cui vengono rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori varia notevolmente in funzione dell'anno, con valori elevati nei mesi invernali e valori decisamente più bassi nei mesi estivi.

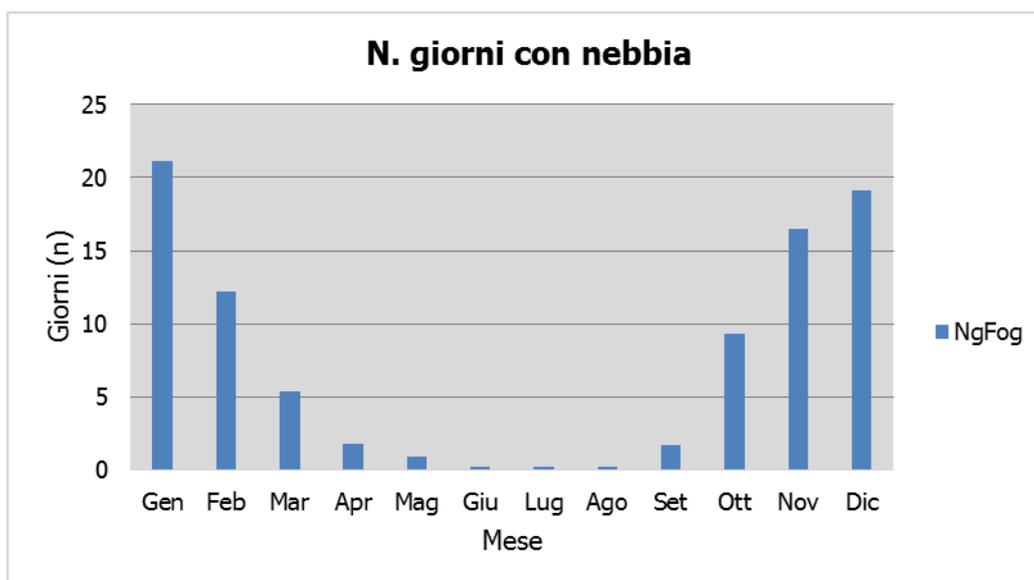


Figura 3-17 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Con riferimento all'umidità percentuale massima e minima si nota come il primo parametro sia compreso tra il 94 ed il 97%, con oscillazioni contenute, i cui massimi si registrano nei mesi invernali. Con riferimento al secondo parametro il delta si amplia con valori minimi nei mesi da Maggio a Luglio circa pari al 40% sino a valori più elevati che arrivano tra Dicembre e Gennaio a circa il 70%.

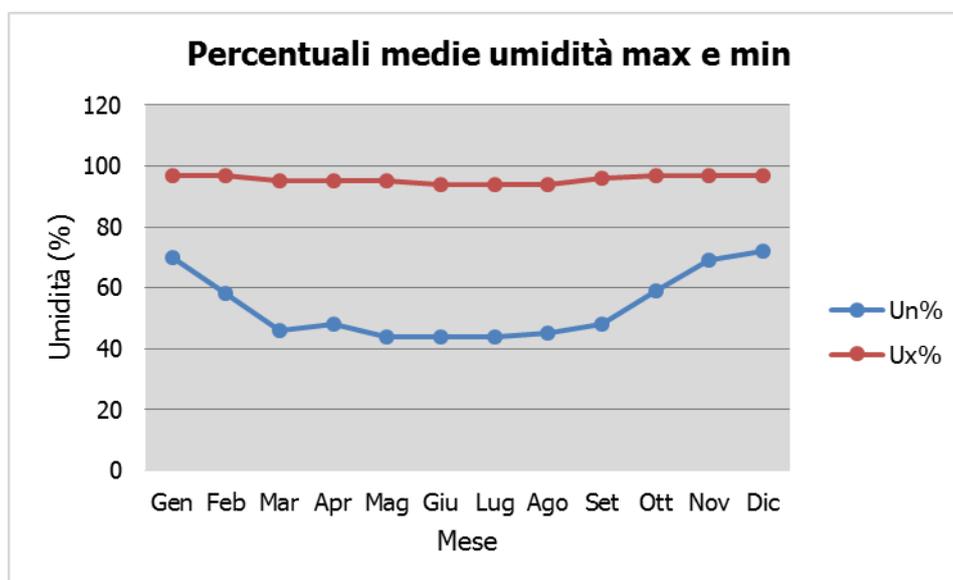


Figura 3-18 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Ultimo aspetto del presente paragrafo riguarda l'analisi della copertura nuvolosa. In particolare, tale aspetto viene considerato con riferimento al numero di giorni in relazione ad alcuni aspetti che possono essere così riassunti:

- la copertura nuvolosa espressa in ottavi, ed in particolare se inferiore o superiore ai quattro ottavi;
- le ore del giorno, definendo due scenari di analisi alle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

1. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
2. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
3. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
4. numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18;

Le risultanze di tali analisi sono riportate nella Figura 3-19.

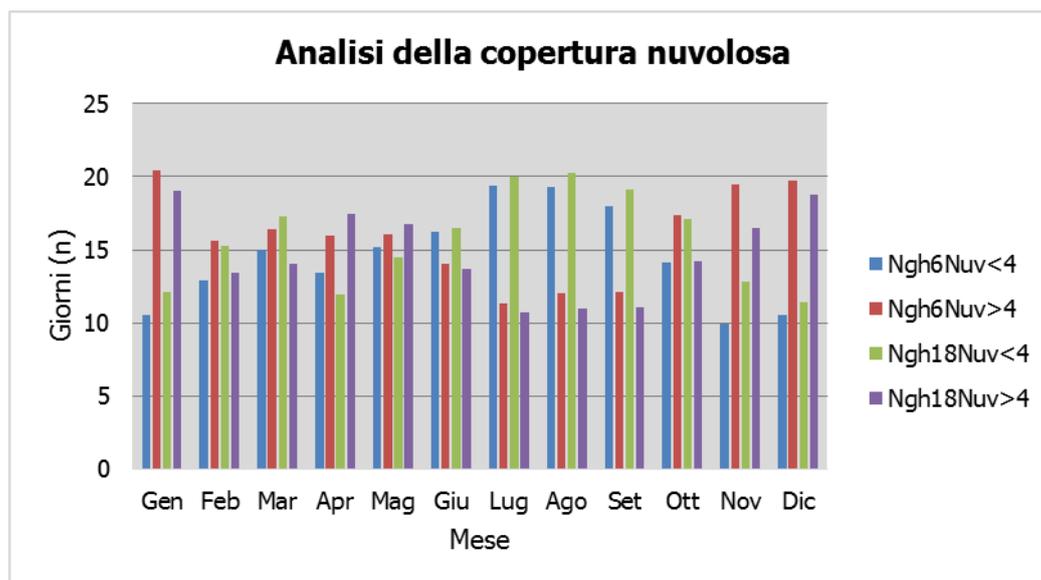


Figura 3-19 Analisi della copertura nuvolosa (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Si può evincere come nei mesi invernale la nuvolosità è maggiore rispetto al periodo estivo, in quanto si registrano giorni con nuvolosità che arrivano a circa 20 nei mesi di Novembre, Dicembre e Gennaio, sia con riferimento alle ore 6 che con riferimento alle ore 18.

Per quanto riguarda i mesi estivi, invece, si riducono sensibilmente i fenomeni con nuvolosità maggiore dei 4/8 sia nella mattina che nella sera ed aumentano quelli con nuvolosità inferiore ai 4/8, anch'essi sia con riferimento alla mattina che al periodo serale.

3.2.1.4 Regime Anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivisa nelle classi definite precedentemente. I valori registrati sono sinteticamente riportati nelle tabelle seguenti con riferimento a quattro orari: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

HH00													
Mese	Calm e	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	62.54	3.29	0.23	0	4.2	0.34	0.11	5.68	1.82	0.34	2.27	0.34	0
Feb	59.19	3.06	0.12	0	8.33	0.98	0	8.95	3.31	0.25	1.84	0.37	0
Mar	48.83	2.01	0	0	10.84	1.68	0.11	15.98	6.93	0.56	1.79	0.45	0.11
Apr	46.9	2.39	0	0	11.69	1.43	0.12	17.66	5.85	0.24	1.79	0.6	0.12
Mag	53.79	3.23	0	0.11	9.8	0.89	0	13.14	4.57	0.11	3.23	0.33	0
Giu	52.51	2.51	0.24	0.12	8.83	1.19	0	14.32	2.74	0	3.1	0.36	0
Lug	52.58	2.06	0.11	0	12.94	0.46	0	17.41	2.75	0	1.6	0.46	0
Ago	59.91	2.16	0	0	11.5	0.34	0	13.44	1.71	0	2.73	0.46	0
Set	60.26	2.68	0	0	12.12	0.93	0	11.42	1.75	0	1.86	0.82	0
Ott	60.67	4.36	0.22	0	8.27	1.45	0	8.83	3.69	0.45	2.35	0.45	0
Nov	62.13	4.42	0	0	6.09	0.36	0	5.62	2.99	0	1.31	0.6	0
Dic	60.63	4.07	0.12	0	4.07	0.46	0	4.53	1.28	0.12	2.44	0.12	0
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	1.02	0	0	1.36	0	0	8.85	0.45	0	6.36	0.57	0	52
Feb	0.61	0	0	0.98	0	0	5.39	1.23	0	4.29	0.86	0.12	46
Mar	0.78	0.11	0	1.01	0	0	4.47	0.89	0.11	2.46	0.89	0	62
Apr	0.48	0	0	1.07	0.12	0	4.42	0.36	0	4.18	0.6	0	53
Mag	1.22	0.11	0	1.34	0	0	3.9	0.11	0	4.01	0	0	70
Giu	1.07	0	0	2.15	0.12	0	5.37	0.24	0	4.77	0.36	0	88
Lug	1.6	0.11	0	0.69	0.11	0	3.32	0	0	3.09	0.57	0.11	80
Ago	1.59	0.11	0	0.68	0	0	2.85	0	0	2.16	0.11	0	52
Set	1.86	0.12	0	0.7	0	0	2.68	0	0	2.68	0	0	54
Ott	1.01	0.11	0	0.89	0	0	4.47	0.22	0	2.35	0.22	0	48
Nov	0.6	0	0	1.31	0	0	8.72	0.48	0	4.78	0.6	0	42
Dic	1.16	0	0	1.51	0	0	10.69	1.16	0	6.85	0.7	0	49

Tabella 3-6 Andamento della regime anemometrico ore 00:00 (Fonte: Atlante Climatico)

HH06													
Mes e	Calm e	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	62.37	2.74	0.11	0	2.39	0.57	0	4.1	1.82	0.68	1.37	0.23	0
Feb	59.02	3.68	0	0	6.38	0.74	0	8.59	2.82	0.25	1.72	0.49	0
Mar	55.07	3.79	0.22	0	9.03	0.78	0	11.82	4.46	0.45	2.56	0.45	0.11
Apr	55.37	3.1	0.12	0	7.64	0.84	0.12	13.37	4.65	0.12	3.94	0.6	0
Mag	60.18	1.9	0.11	0	6.26	0.34	0	14.43	2.57	0.11	2.68	0.67	0
Giu	58.02	1.51	0.12	0	6.74	1.05	0	13.84	2.44	0	3.84	0.58	0
Lug	59.82	3.54	0	0	8.68	0.46	0	13.36	1.14	0	2.28	0.57	0
Ago	67.04	3.24	0.56	0	7.71	0.45	0	8.49	1.01	0	1.45	0.34	0
Set	68.14	3.14	0.23	0	6.98	1.28	0.12	9.42	1.74	0.35	2.44	0.35	0
Ott	63.59	3.45	0.11	0	5.68	1.89	0.11	8.57	2.78	0	2.67	0.56	0
Nov	62.96	3.94	0.12	0	3.23	0.6	0	5.38	2.99	0	1.79	0.48	0
Dic	60.93	3.72	0.12	0	2.21	0.58	0	4.07	1.63	0.35	1.98	0.12	0
Mes e	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	0.91	0.11	0	1.37	0	0	9.92	1.03	0.11	9.24	0.91	0	
Feb	1.23	0	0	1.47	0	0	5.52	0.61	0	6.38	0.98	0	
Mar	0.56	0	0	1.78	0	0	3.9	0.56	0	3.9	0.45	0	
Apr	1.19	0	0	0.95	0	0	3.58	0.24	0	3.7	0.48	0	
Mag	1.12	0	0	1.23	0	0	4.14	0.11	0	3.8	0.34	0	
Giu	1.4	0	0	1.63	0.12	0	4.19	0.12	0	3.95	0.23	0	
Lug	1.37	0.11	0	1.26	0	0	3.77	0	0	3.2	0.23	0.11	
Ago	1.9	0	0	2.01	0	0	3.02	0	0	2.46	0.22	0	
Set	0.23	0.12	0	0.93	0	0	2.09	0	0	2.44	0	0	
Ott	0.89	0.11	0	1.56	0	0	4.34	0.22	0	3.23	0	0	
Nov	1.19	0	0	1.55	0.12	0	8.24	0.24	0	6.69	0.48	0	
Dic	0.7	0	0	1.4	0	0	10.7	1.4	0.12	9.77	0.23	0	

Tabella 3-7 Andamento della regime anemometrico ore 06:00 (Fonte: *Atlante Climatico*)

HH12													
Mese	Calm e	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	42.21	1.58	0	0	1.02	0.45	0	4.97	2.6	0.23	4.29	0.56	0.11
Feb	32.07	1.35	0.24	0	0.98	0.73	0.12	6.85	2.82	0.37	8.94	1.59	0.12
Mar	20.22	1.01	0.22	0	0.67	0.34	0	8.04	7.15	0.78	9.27	4.58	0.22
Apr	14.47	1.08	0.12	0	1.44	1.79	0	9.09	9.21	0.36	13.16	3.95	0.12
Mag	16.65	0.78	0.45	0	1.68	0.45	0	7.93	4.25	0.11	15.08	4.25	0
Giu	16.74	1.51	0	0	1.51	1.05	0	6.51	3.14	0	11.98	3.49	0
Lug	19.66	1.71	0.46	0	1.03	0.46	0	5.37	1.26	0	13.6	2.29	0
Ago	27.9	1.9	0.11	0	1.12	0.45	0	5.47	2.12	0	11.38	1.9	0.11
Set	30.01	1.27	0.23	0.23	1.62	0.7	0	8.46	3.82	0	11.24	2.2	0
Ott	36.05	1	0.11	0	2.34	0.78	0.11	8.15	4.46	0.22	8.59	1.79	0
Nov	41.6	0.83	0.12	0	1.91	1.07	0.12	6.08	3.22	0.12	4.89	1.31	0
Dic	40	2.44	0	0	0.7	0.81	0.12	4.3	1.74	0.23	4.88	0.58	0
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	2.93	0	0	4.97	0.34	0	20.88	3.16	0.23	7.9	1.13	0.11	
Feb	3.92	0.24	0	7.96	0.37	0	20.69	4.16	0.49	5.14	0.86	0	
Mar	7.93	0.34	0	8.6	0.34	0	17.54	7.49	0.11	3.58	1.34	0.22	
Apr	7.66	1.08	0	7.42	0.6	0	16.99	5.74	0	3.23	2.51	0	
Mag	9.16	0.45	0	10.06	0.56	0	18.88	3.46	0	4.58	1.23	0	
Giu	12.79	0.7	0	10.47	0.23	0.12	19.77	2.21	0	6.51	1.28	0	
Lug	14.74	0.46	0	10.97	0.23	0	19.54	1.37	0	6.06	0.69	0.11	
Ago	12.5	0.89	0	9.93	0.22	0	16.85	1.23	0	4.91	0.89	0	
Set	7.07	0.35	0	6.6	0.35	0	17.15	1.27	0	6.84	0.46	0	
Ott	5.92	0.33	0	6.03	0	0	16.52	1.12	0	5.47	0.89	0	
Nov	3.69	0.12	0	5.36	0.12	0	19.9	1.79	0	6.56	1.07	0	
Dic	2.67	0	0	6.63	0.23	0	20.47	2.91	0	9.07	2.09	0	

Tabella 3-8 Andamento della regime anemometrico ore 12:00 (Fonte: *Atlante Climatico*)

HH18													
Mese	Calm	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	58.47	3.16	0.56	0	2.48	0.56	0	4.74	2.37	0.34	3.61	0.11	0
Feb	59.83	1.1	0.61	0	2.08	0.73	0.12	5.62	1.59	0.12	3.42	0.61	0
Mar	50.95	0.89	0.34	0.11	1.56	0.89	0	8.27	6.59	0.56	5.36	1.45	0.22
Apr	44.75	2.15	0	0	2.98	1.67	0.24	9.67	5.61	0.48	6.8	2.39	0
Mag	43.02	1.45	0.89	0	2.57	1.34	0	9.16	5.25	0	7.6	1.79	0
Giu	40.97	1.5	0.35	0	2.78	1.39	0	7.87	3.36	0	7.87	2.89	0
Lug	46.36	1.25	0.68	0.11	2.28	0.57	0	6.83	2.85	0	8.43	1.82	0
Ago	59.49	0.78	0.45	0.11	1.67	0.33	0	6.7	1.56	0	6.14	0.89	0
Set	61.88	1.27	0.23	0	4.52	0.58	0	8.92	1.62	0	4.4	0.58	0
Ott	64.17	1	0.45	0	3.46	0.78	0	10.16	2.68	0	3.01	0.67	0
Nov	62.93	2.03	0	0.24	3.22	0.48	0.12	6.79	2.38	0	3.1	0.24	0
Dic	57.57	2.2	0.12	0	2.31	0.35	0.12	5.43	1.85	0	3.12	0.12	0
Mese	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	1.24	0.11	0	2.37	0	0	12.53	0.9	0	5.87	0.56	0	
Feb	2.2	0.12	0	5.37	0	0	10.87	0.37	0.12	3.42	1.59	0.12	
Mar	4.92	0.11	0	6.03	0	0	7.71	1.12	0	2.01	0.67	0.11	
Apr	4.06	0.6	0	5.61	0.36	0	8.23	0.36	0	3.34	0.72	0	
Mag	4.92	0.45	0	5.03	0.45	0	10.39	0.56	0	4.13	0.89	0	
Giu	6.94	0.23	0	8.8	0.23	0	10.3	0.69	0	2.66	0.93	0	
Lug	5.92	0.34	0	7.4	0	0	10.59	0.46	0.11	3.19	0.57	0	
Ago	4.02	0.11	0	6.36	0.11	0	7.14	0.33	0.11	3.24	0.33	0	
Set	3.48	0	0	4.63	0	0	5.21	0	0	2.55	0	0	
Ott	2.01	0.45	0	3.13	0	0	6.03	0.22	0	1.67	0.11	0	
Nov	1.55	0	0	2.62	0	0	8.46	0.12	0	5.13	0.48	0	
Dic	1.27	0	0	1.85	0	0	13.76	1.04	0	8.21	0.58	0	

Tabella 3-9 Andamento della regime anemometrico ore 18:00 (Fonte: *Atlante Climatico*)

I diagrammi seguenti riportano, in funzione delle diverse stagioni e dei diversi orari, le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali.

Al fine di una corretta lettura dei diagrammi riportati di seguito è opportuno specificare come le diverse aree rappresentino la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità, rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- tra 1 e 10 nodi – area in blu;
- tra 10 e 20 nodi – area in rosso;
- superiore a 20 nodi – area in verde.

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in blu) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza.

I diagrammi anemometrici sono rappresentati per stagioni considerando:

- la stagione invernale nei mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio;
- la stagione primaverile nei mesi Marzo, Aprile e Maggio;
- la stagione estiva nei mesi di Giugno, Luglio e Agosto;
- la stagione autunnale nei mesi di Settembre, Ottobre e Novembre.

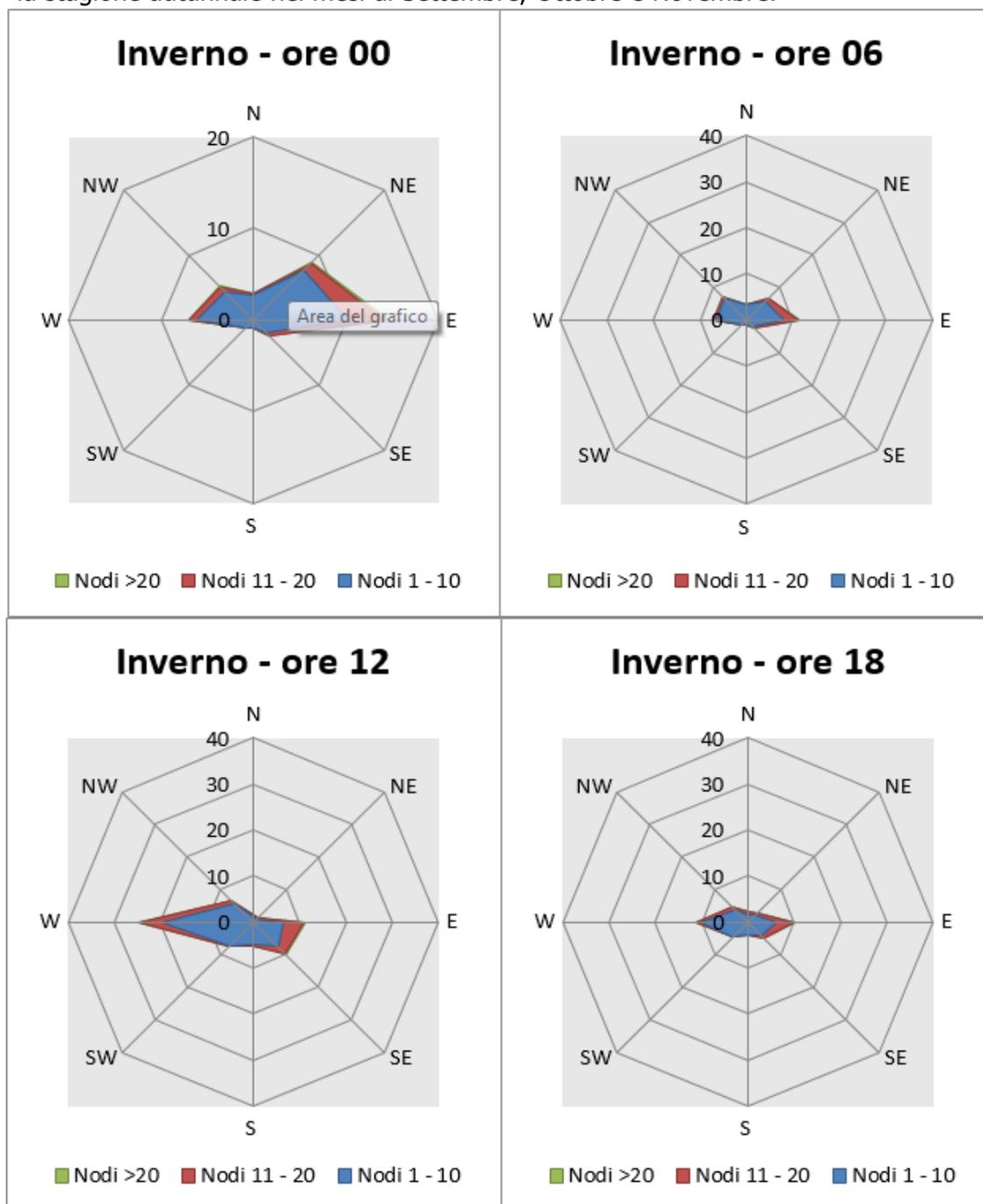


Figura 3-20 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di vento con direzione verso est e verso ovest, principalmente verso est nelle ore notturne e mattutine e verso ovest nelle ore giornaliere e serali. Relativamente alle velocità, in termini di nodi, queste risultano concentrate principalmente nella prima e seconda classe.

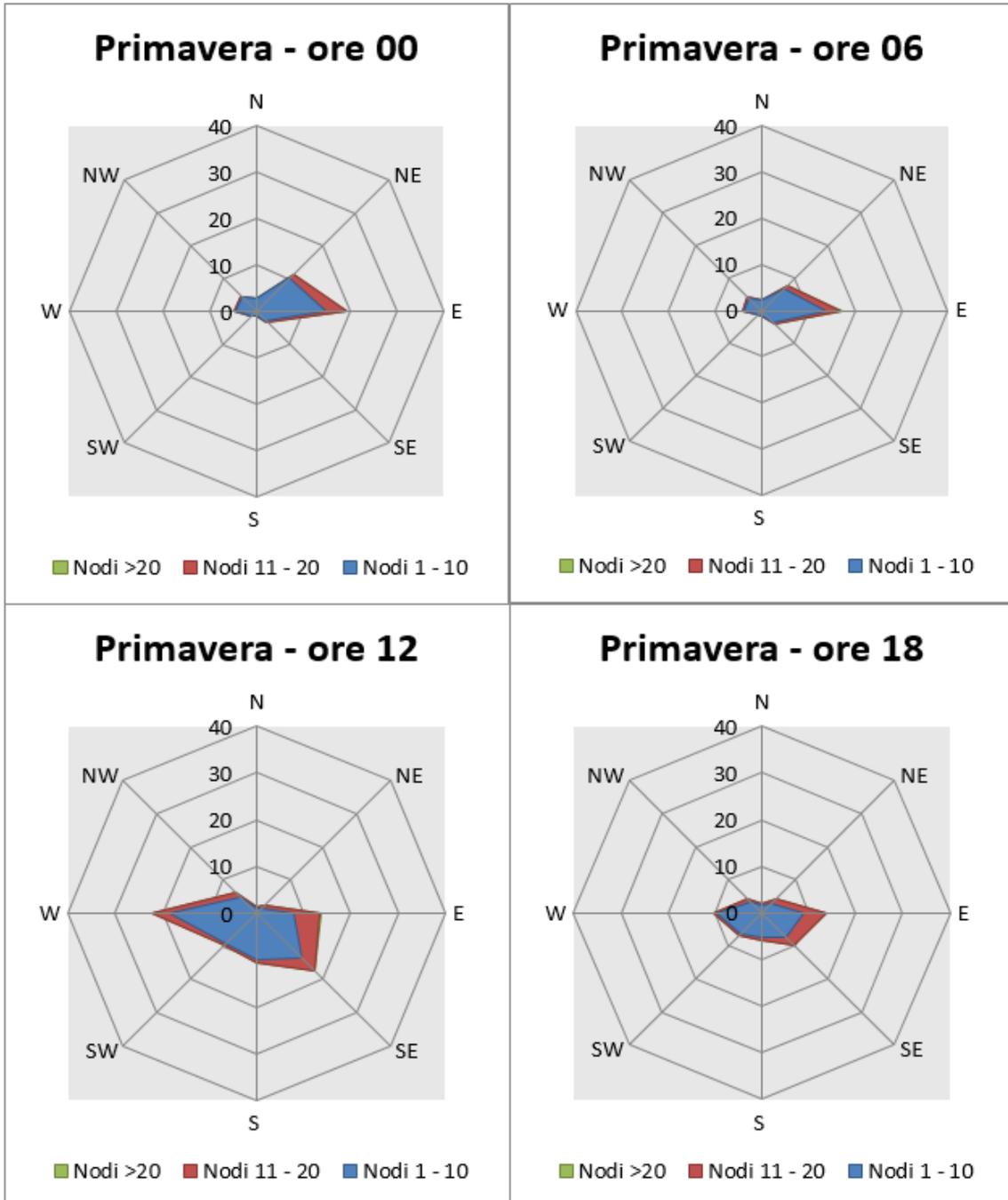


Figura 3-21 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

La stagione primaverile, come la stagione invernale presenta una direzione dei venti da est ad ovest con prevalenza della prima e seconda classe.

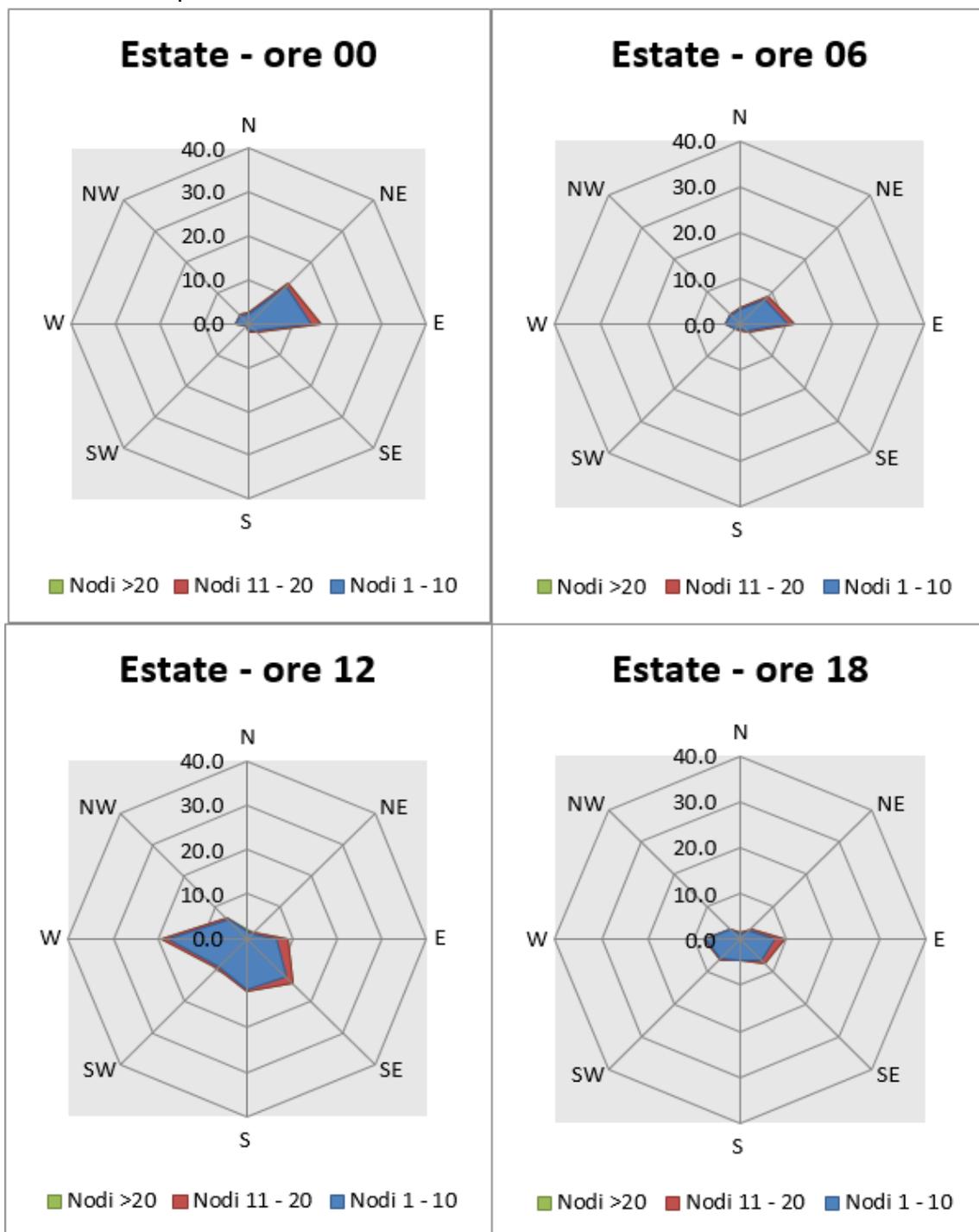


Figura 3-22 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Con riferimento alla stagione estiva, in termini di direzioni il vento rimane coerenti alle altre stagioni già viste, mentre in termini di intensità viene registrata una velocità in nodi principalmente appartenente alla prima classe.

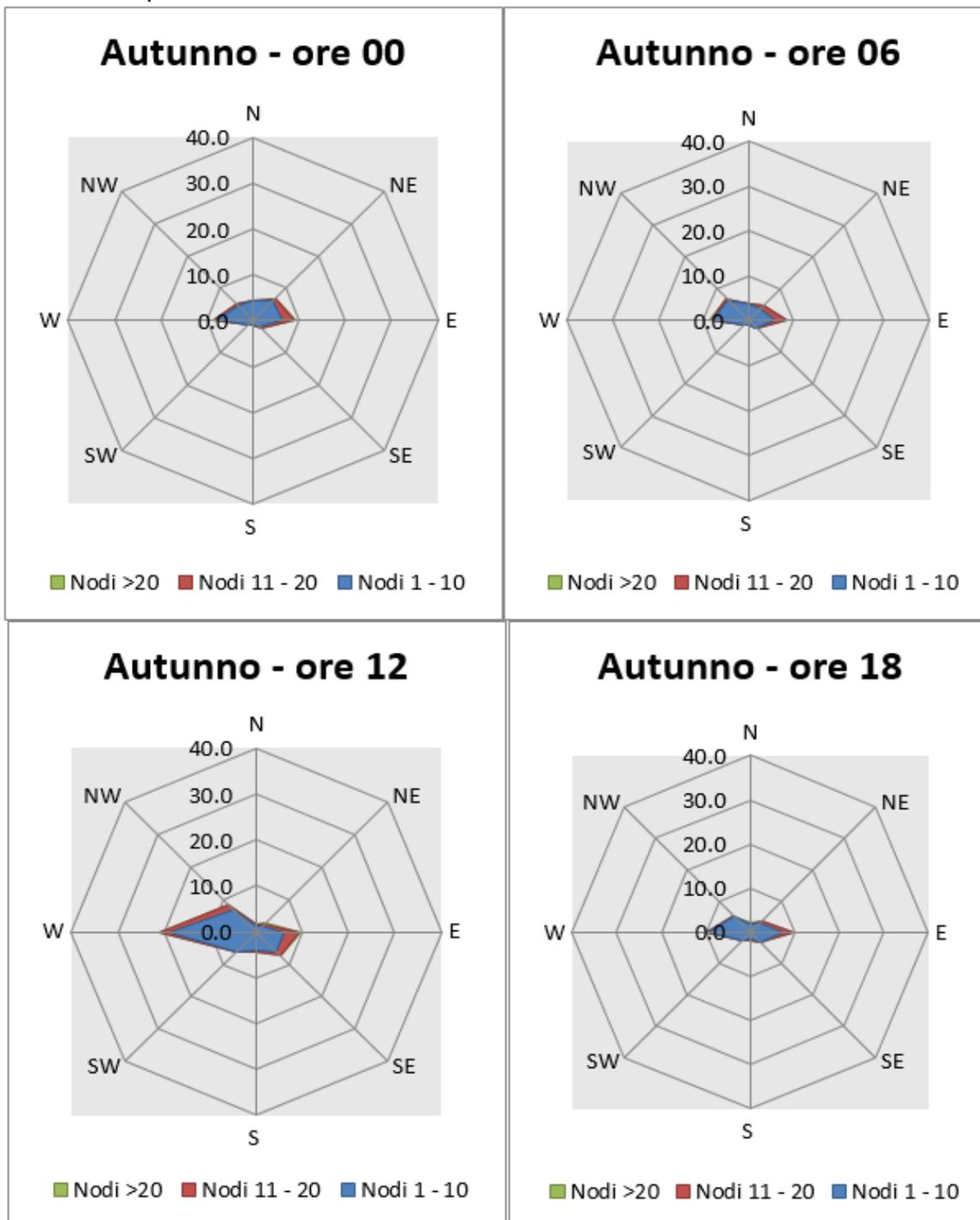


Figura 3-23 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: *elaborazione da dati Atlante Climatico*)

Con riferimento alla stagione autunnale, questa ha un andamento molto simile alla stagione estiva, sia in termini di direzione che di intensità del vento.

3.2.2 Il dato attuale: bollettino METAR anno 2017

3.2.2.1 Descrizione formato e disponibilità dei dati

L'aeronautica militare registra costantemente i dati meteorologici che vengono rilevati dagli osservatori e dalle stazioni. Essi sono aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici.

In particolare, il bollettino METAR è un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico. Questo viene emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione

I principali parametri meteorologici utilizzati sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi [°C]. Affinché la rilevazione sia rappresentativa, i termometri sono ubicati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato (quale manto erboso), protetti da precipitazioni e radiazione incidente in apposita capannina (con apertura a nord), mantenendo libera la circolazione dell'aria. In particolare, per il bollettino METAR la temperatura dell'aria è registrata ogni ora o mezz'ora in °C, approssimata al grado intero;
- **Vento:** le unità di misura adottate per il vento sono: per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, il nodo (KT, corrisponde a 1.852 km/h), per la direzione di provenienza il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto, lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare, per il bollettino METAR viene fornito il vento al suolo - direzione e intensità del vento al suolo rilevate con le stesse modalità punto precedente; viene qui indicata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento (su una media mobile strumentale di 3 secondi) riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità;
- **Pressione:** le unità di misura utilizzate sono l'hectoPascal [hPa] e il millibar [mb], che coincidono numericamente. I barometri sono di tipo a colonna di mercurio oppure a capsule aneroidi (interfacciate da regoli o sensori) ed indicano la pressione misurata al livello della stazione. In particolare, per il bollettino METAR viene fornito in hPa il QNH ovvero la pressione ridotta al livello del mare secondo un'atmosfera standard (ICAO);
- **Visibilità:** la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte oppure, e questo solo nei metar, misurata tramite un visibilometro lungo le piste aeroportuali (RVR). Questo dato verrà usato come dato di input per le simulazioni modellistiche relative alle analisi delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera e rielaborato secondo il format utile al modello stesso.

Per i dati meteorologici di riferimento per le simulazioni modellistiche è stata considerata la stazione più vicina all'aeroporto, ossia la stazione di Brescia Montichiari, i cui dati a disposizione sono ogni ora e quindi per ogni mese vengono registrati circa 720 dati.

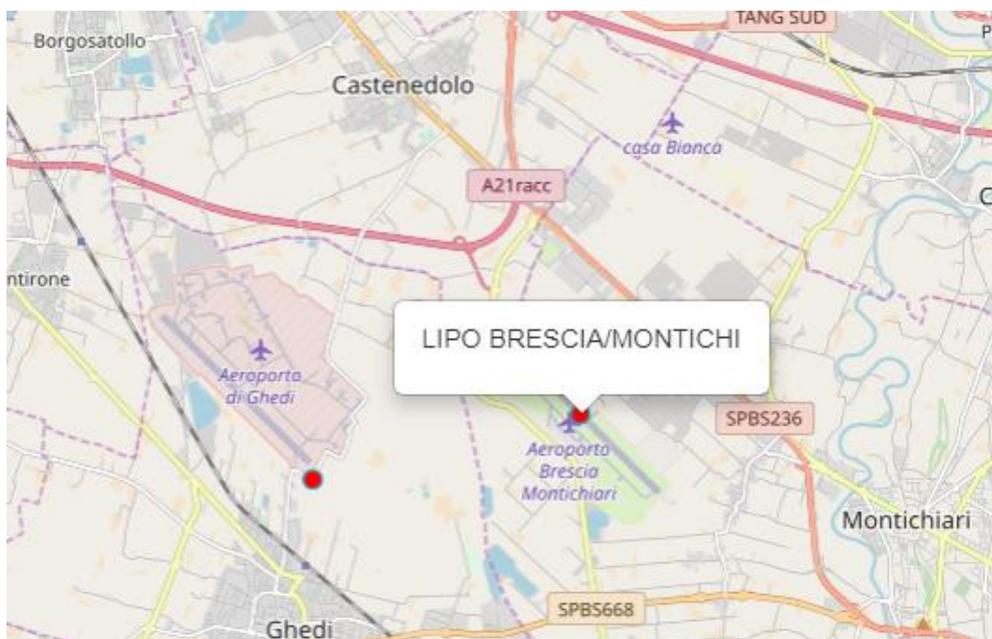


Figura 3-24 Localizzazione centralina di riferimento per l'analisi meteo-climatica attuale – Stazione meteo di Brescia Montichiari

Attraverso i dati a disposizione, al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, oltre alla caratterizzazione storica del dato meteorologico eseguita nel Par. 3.2.1, è stato possibile analizzare i parametri meteo-climatici principali per l'anno di riferimento, 2017.

3.2.2.2 Regime Termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 3-25, si registrano temperature maggiori nei mesi estivi di Giugno, Luglio e Agosto, con un massimo assoluto di 36 °C nel mese di Agosto.

Nei mesi di Novembre, Dicembre e Gennaio le temperature spesso scendono sotto i 0 °C, registrando un minimo assoluto pari a -7 °C nel mese di Gennaio. In generale, la media annua è pari a circa 14°C.

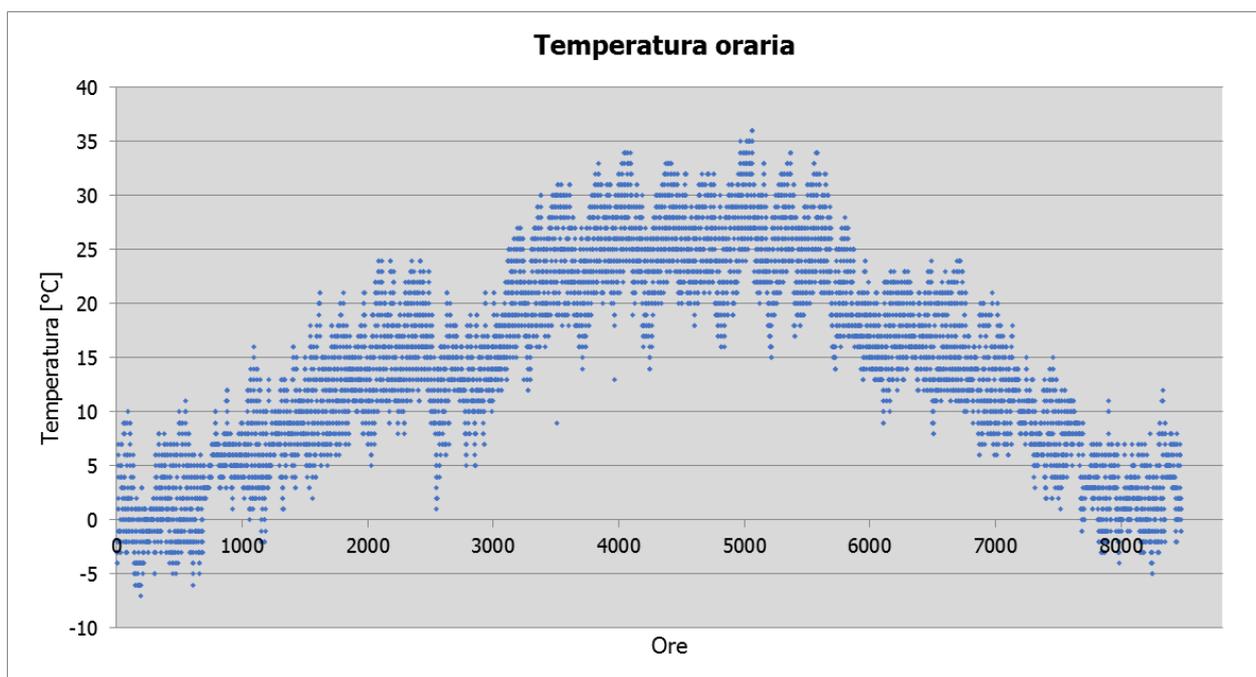


Figura 3-25 Temperatura oraria (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

3.2.2.3 Regime Anemometrico

L'intensità del vento registrata, Figura 3-26, assume dei picchi di valore nei periodi estivi che arrivano anche a valori di circa 25 m/s nel mese di Luglio, anche se durante tutto l'anno si mantiene una media assoluta di 2,5 m/s.

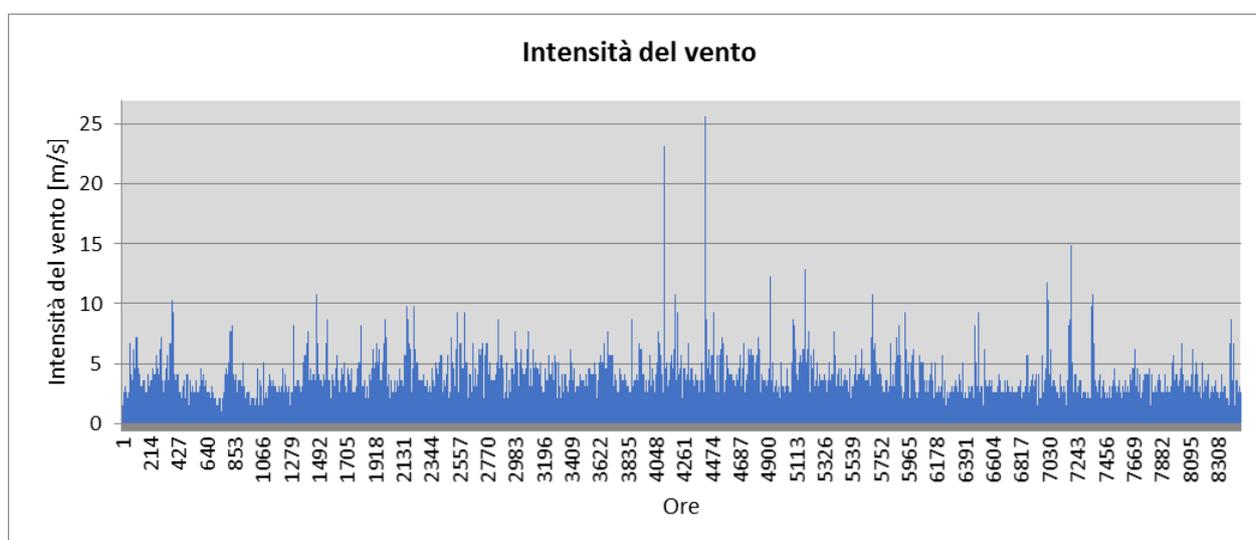


Figura 3-26 Intensità del vento (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 3-27, si nota come la direzione prevalente registrata sia ENE, NE ed W, in quanto si verifica in circa il 12% delle ore dell'anno.

Successivamente, con un valore circa pari al 10% delle occorrenze, si ha la direzione E. Le direzioni meno prevalenti sono invece N e S e NNW con meno del 4% delle ore dell'anno.

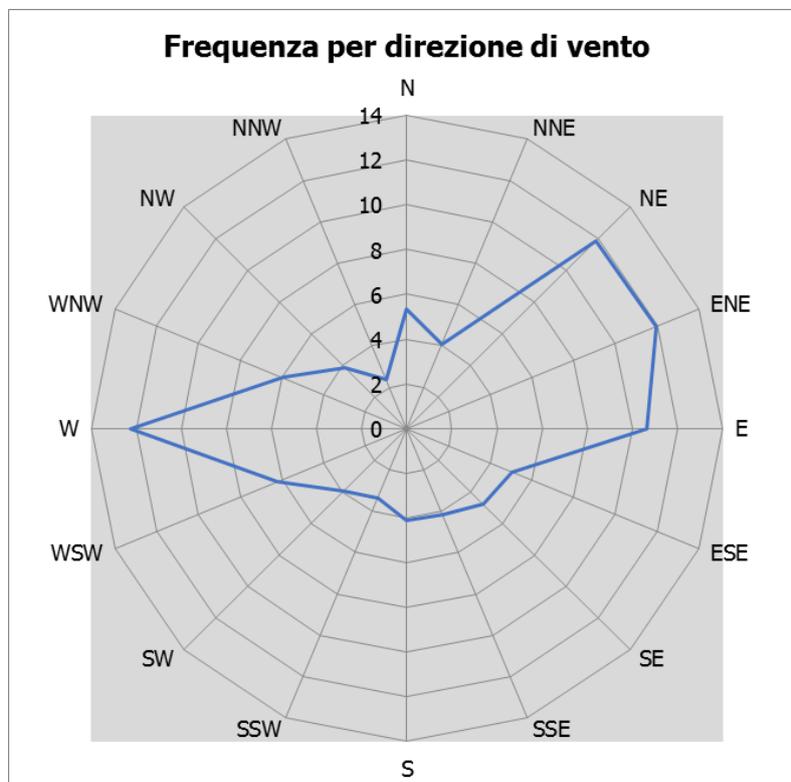


Figura 3-27 Frequenza per direzione di vento (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

3.2.3 Il confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento delle simulazioni

3.2.3.1 Parametri di confronto

Il dato meteorologico utilizzato per le simulazioni parte dalle rilevazioni effettuate dall'Aeronautica Militare per l'intero anno di riferimento. Tuttavia, al fine di validare la parte relativa alla meteorologia delle simulazioni, appare opportuno verificare la bontà del dato assunto in relazione al dato storico analizzato.

Quello che si intende valutare nel presente paragrafo è la significatività del dato rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di Montichiari. Data la conformazione del territorio, prevalentemente pianeggiante, è stato possibile effettuare il confronto tra i dati rilevati da due stazioni differenti, ma significativamente vicine. Infatti, i dati storici disponibili in prossimità dell'aeroporto di Brescia Montichiari sono stati registrati dalla stazione di Ghedi, mentre per i dati attuali si è fatto riferimento alla stazione di Montichiari più prossima al sedime aeroportuale.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato di riferimento sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alla meteo media storica analizzata nell'area in esame. In questo paragrafo, per brevità di trattazione, si prenderanno in considerazione i parametri principali

influenzanti le simulazioni modellistiche citate. Saranno considerati, pertanto, il regime termico ed il regime anemometrico.

3.2.3.2 Regime termico

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato *in primis* tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 3-28).

Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali.

In particolare, i dati dell'anno di riferimento registrano un incremento medio nell'anno inferiore dell'8%.

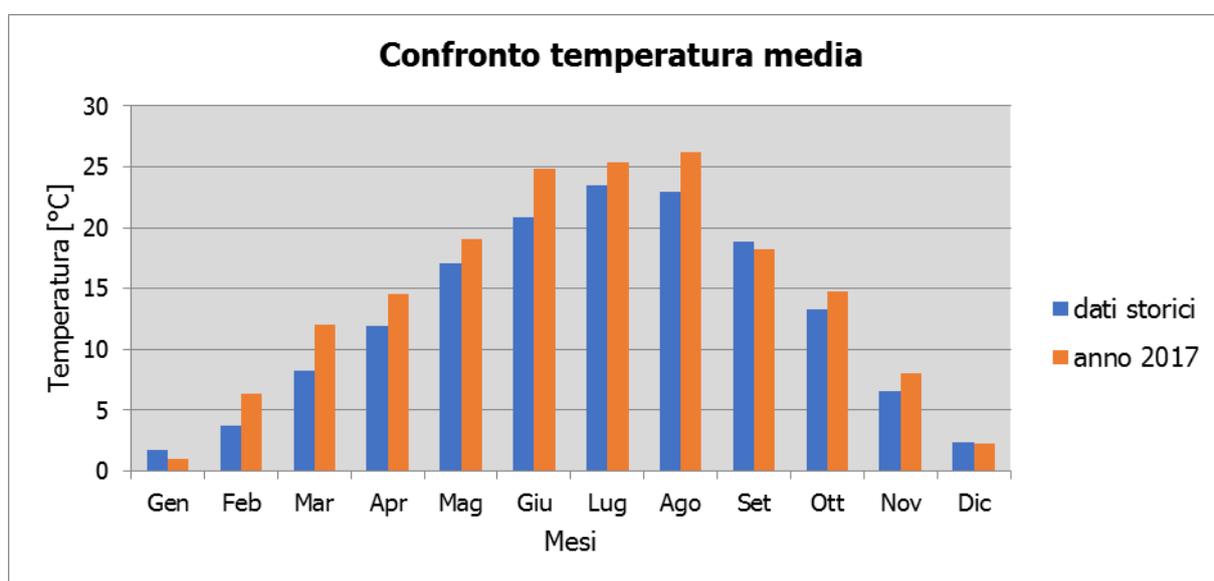


Figura 3-28 Confronto temperatura media (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 3-29 e Figura 3-30) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, non si registrano evidenti differenze di valori di tali temperature. Infatti, come è possibile notare dal grafico, per la temperatura massima media si registra un generale incremento dei valori di temperatura, pari in media a circa il 10% in più rispetto ai dati storici.

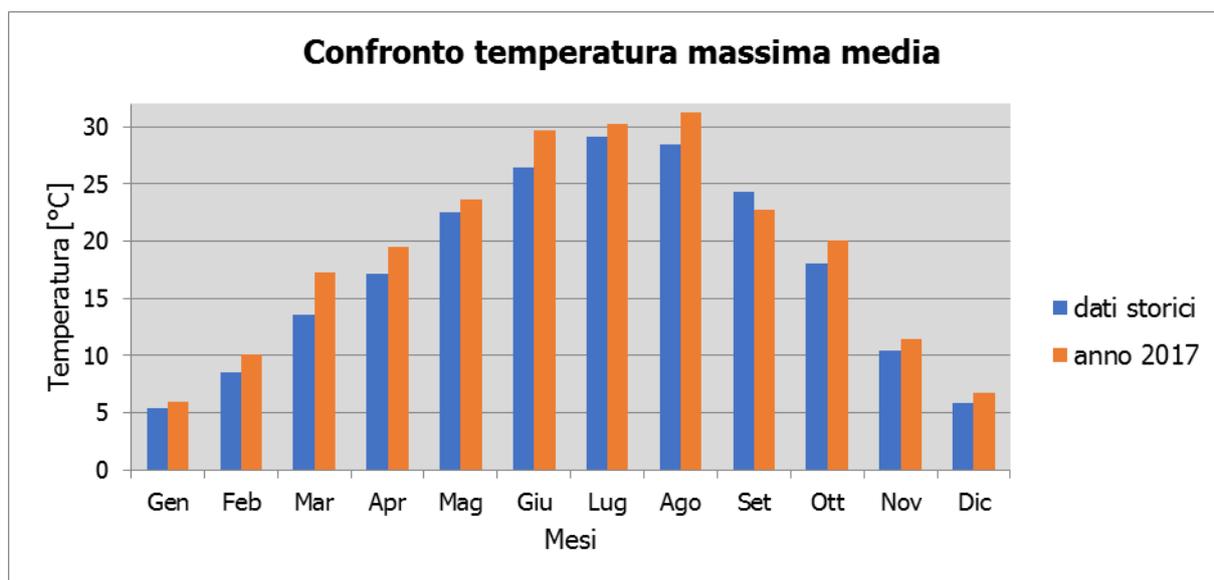


Figura 3-29 Confronto temperatura massima media (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

Per le temperature minime medie si può osservare come nei mesi invernali di Dicembre e Gennaio il dato storico registra temperature più elevate del dato attuale del 2017, al contrario degli altri mesi per cui prevale un incremento del dato attuale rispetto allo storico.

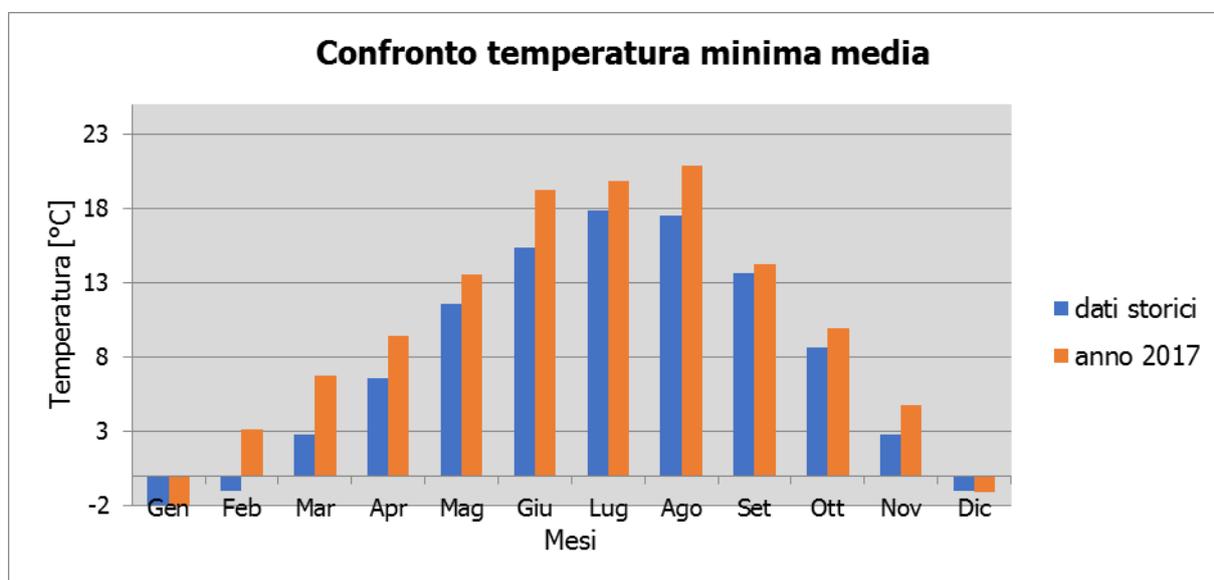


Figura 3-30 Confronto temperatura minima media (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

3.2.3.3 Regime Anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi.

Tale analisi, precedentemente effettuata per le tre decadi, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

Nella Tabella 3-10 è riportato un esempio dello studio effettuato. Essa mostra, in valori percentuali, le frequenze relative alla direzione dei venti suddivisi in tre classi di intensità. La prima classe comprende i valori dei nodi compresi tra 1 e 10, la seconda i valori tra 11 e 20 e la terza i valori superiori a 20.

Inverno			
	1≤N≤10	11≤N≤20	N>20
N	3.6	3.6	3.6
NNE	4.9	4.9	4.9
NE	10.8	11.1	11.1
ENE	8.7	9.6	9.6
E	8.5	8.6	8.6
ESE	3.5	3.6	3.6
SE	3.6	3.6	3.6
SSE	3.0	3.1	3.1
S	2.8	2.8	2.8
SSW	2.6	2.6	2.6
SW	3.7	3.7	3.7
WSW	7.4	7.4	7.4
W	13.3	13.6	13.6
WNW	6.7	6.7	6.7
NW	5.8	5.8	5.8
NNW	4.0	4.0	4.0

Tabella 3-10 Dati anemometrici - Inverno 2017

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico caratterizzante l'area di Montichiari, la prima analizzata è la stagione invernale.

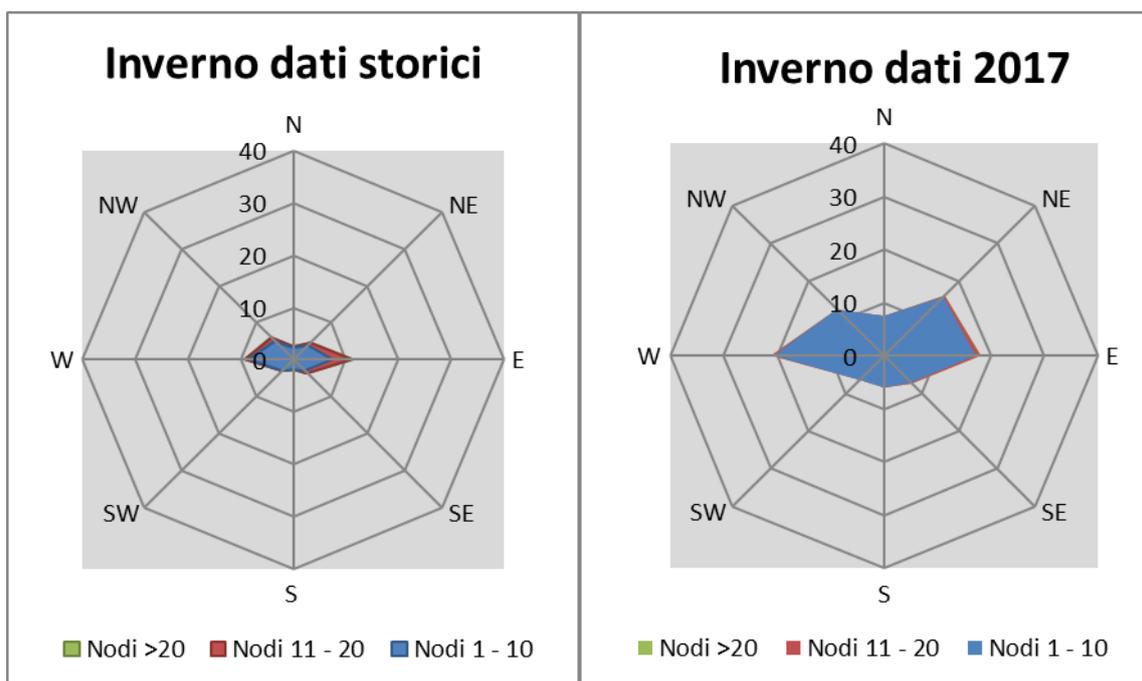


Figura 3-31 Confronto dati anemometrici stagione invernale (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

Dal confronto risulta come la direzione principale dei venti sia verso est ed ovest in entrambi i casi. Per quanto riguarda le velocità in termini di nodi, per entrambi i dati è presente una concentrazione principale nella prima classe. In linea generale è possibile affermare come vi sia una buona approssimazione del dato attuale rispetto allo storico per la stagione invernale. E' bene, però, ricordare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico, suddiviso in 8 classi di vento per direzione a differenza del dato attuale suddiviso in 16 classi e ricondotto in back analysis ad 8.

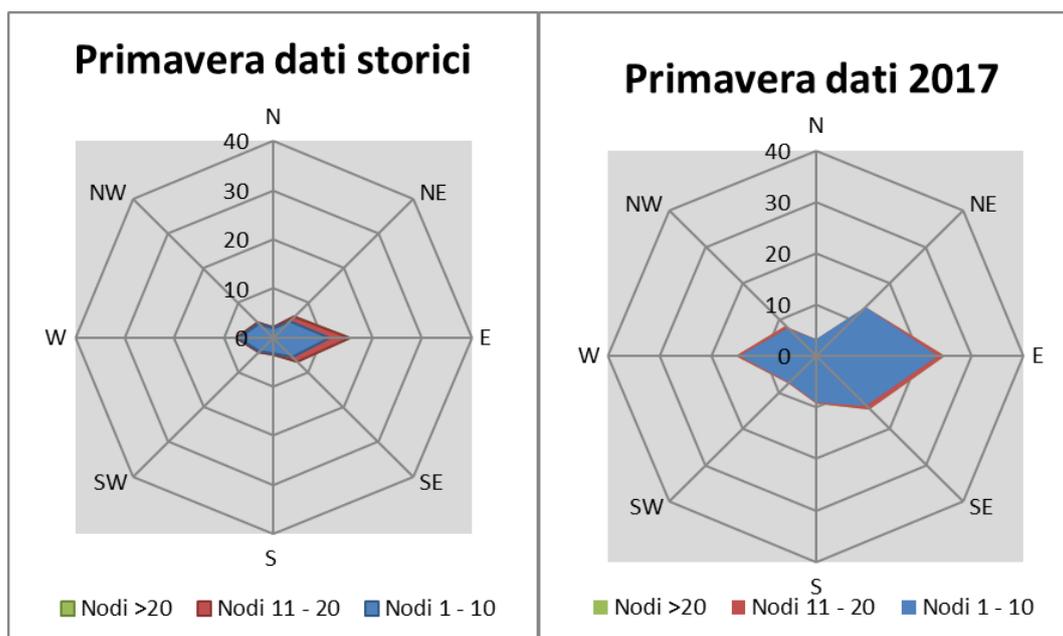


Figura 3-32 Confronto dati anemometrici stagione primaverile (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

Per la stagione primaverile, Figura 3-32, si ha, per entrambi gli archi temporali di riferimento, una buona percentuale di provenienza in direzione E. In termini di velocità del vento si registra anche una buona percentuale di dati nella seconda classe, con specifico riferimento ai dati storici, mentre i dati relativi all'anno 2017 riportano una prevalenza di velocità in prima classe. Anche per la stagione primaverile si registra una buona coerenza tra i due dati.

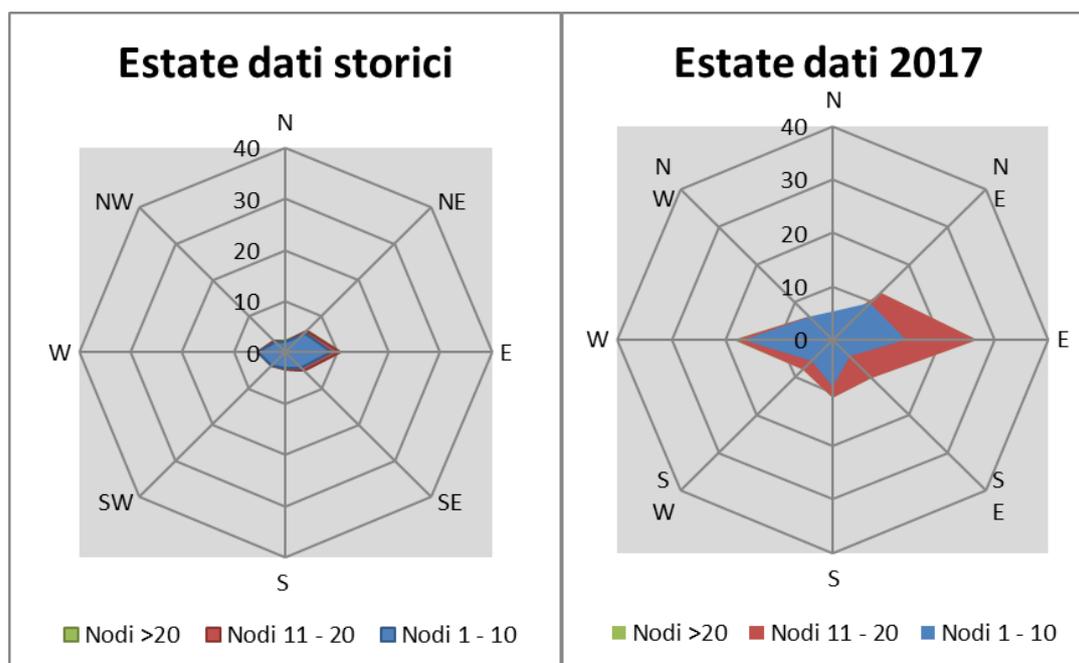


Figura 3-33 Confronto dati anemometrici stagione estiva (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

La stagione estiva, Figura 3-33, mostra un'evidente e marcata componente E ed in misura minore W. La componente E è chiaramente individuabile sia nel dato storico che nel dato attuale. Con riferimento all'intensità del vento, l'anno 2017 mostra un'elevata percentuale di dati in classe 2 mentre il dato storico mostra una prevalenza di registrazione in classe 1. Coerentemente a quanto visto per la stagione primaverile, considerando la combinazione direzione ed intensità, è possibile evidenziare una buona corrispondenza tra i due dati.

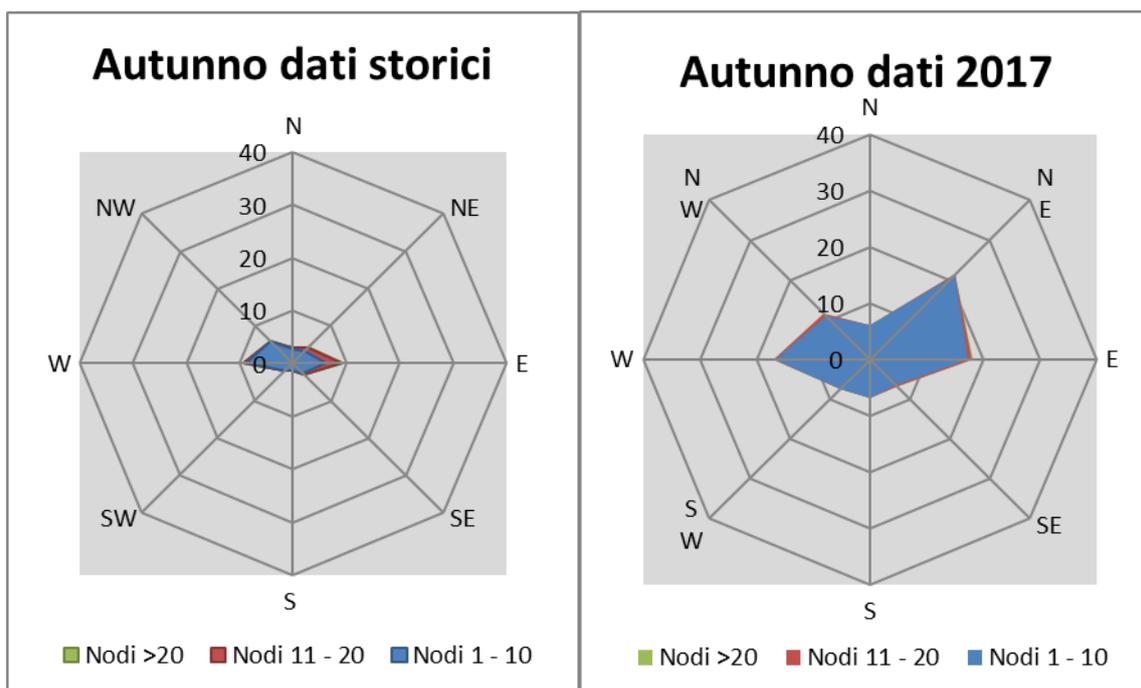


Figura 3-34 Confronto dati anemometrici stagione autunnale (Fonte: *elaborazione dati Aeronautica Militare*)

Ultimo confronto ha riguardato la stagione autunnale, così come mostrato in Figura 3-34. Analizzando il dato storico, la componente più marcata risulta essere la E e W, in accordo all'anno di riferimento dove si ha la stessa direzione dei venti con una appartenenza maggiore alla classe 1.

3.2.3.4 Conclusione

In virtù di quanto esposto nei paragrafi precedenti, prendendo a riferimento i parametri meteorologici principali influenzanti le modellazioni diffusionali (i cui risultati rappresentano la parte centrale delle analisi effettuate per la componente "Aria e clima" e che verranno esposte nel dettaglio nel proseguo della presente trattazione) è possibile evidenziare una buona corrispondenza del dato attuale al dato storico e pertanto considerare attendibile tale intervallo di analisi.

3.3 L'analisi emissiva

3.3.1 Aspetti generali sul cambiamento climatico

3.3.1.1 Le politiche a livello mondiale

Il fenomeno relativo al cambiamento climatico globale rappresenta una delle maggiori tematiche affrontate attualmente a livello mondiale.

Le problematiche complessive sul clima globale e sui cambiamenti climatici degli ultimi decenni, infatti, sono state oggetto di discussione di tutta la comunità scientifica internazionale. Dal 1988 è stato organizzato dall'ONU e dal WMO (World Meteorological Organization) un forum di scienziati IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) che controlla e tiene sotto osservazione i contributi scientifici di tutto il mondo e periodicamente emette un Rapporto di Valutazione che sintetizza il lavoro svolto sull'argomento e fornisce un riassunto al mondo politico e alla società sulle conoscenze al momento disponibili sul clima, sui cambiamenti climatici globali e sul loro impatto sul territorio.

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) è il principale accordo internazionale sull'azione per il clima ed è stata una delle tre convenzioni adottate al vertice sulla Terra di Rio nel 1992. Finora è stata ratificata da 195 paesi. All'inizio ha rappresentato uno strumento che consentiva ai paesi di collaborare al fine di limitare l'aumento della temperatura globale e i cambiamenti climatici e di affrontarne le conseguenze.

A metà degli anni 90, i firmatari dell'UNFCCC hanno compreso che per ridurre le emissioni erano necessarie disposizioni più severe. Nel 1997 hanno approvato il Protocollo di Kyoto, che ha introdotto obiettivi di riduzione delle emissioni giuridicamente vincolanti per i paesi sviluppati.

Il secondo periodo di adempimento del protocollo di Kyoto è iniziato il 1° gennaio 2013 e si concluderà nel 2020. Vi hanno aderito 38 paesi sviluppati, compresa l'UE e i suoi 28 Stati membri. Tale periodo rientra nell'emendamento di Doha, nell'ambito del quale i paesi partecipanti si sono impegnati a ridurre le emissioni almeno del 18% rispetto ai livelli del 1990. L'UE si è impegnata a diminuire le emissioni in tale periodo del 20% rispetto ai livelli del 1990.

La principale lacuna del Protocollo di Kyoto è che richiede unicamente ai paesi sviluppati di intervenire. Inoltre, considerando che gli Stati Uniti non hanno mai aderito al protocollo di Kyoto, che il Canada si è ritirato prima della fine del primo periodo di adempimento e che Russia, Giappone e Nuova Zelanda non prendono parte al secondo periodo, tale strumento si applica attualmente solo a circa il 14% delle emissioni mondiali. Oltre 70 paesi in via di sviluppo e sviluppati hanno tuttavia assunto vari impegni non vincolanti intesi a ridurre o limitare le rispettive emissioni di gas a effetto serra.

La conferenza di Parigi, ultimo accordo internazionale sui cambiamenti climatici, si è tenuta invece dal 30 novembre all'11 dicembre 2015.

Il 12 dicembre le parti hanno raggiunto un nuovo accordo globale sui cambiamenti climatici. Si tratta di un risultato equilibrato con un piano d'azione per limitare il riscaldamento globale "ben al di sotto" dei 2 °C.

L'accordo di Parigi, volto a regolare il periodo post-2020, è entrato in vigore il 4 novembre 2016, in seguito all'adempimento delle condizioni per la ratifica da parte di almeno 55 paesi che rappresentano almeno il 55% delle emissioni globali di gas ad effetto serra.

3.3.1.2 Le politiche a livello europeo

L'Unione Europea e i suoi 28 Stati membri hanno firmato sia la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) sia il Protocollo di Kyoto e il nuovo accordo di Parigi sui cambiamenti climatici.

Gli interventi volti ad affrontare i cambiamenti climatici e a ridurre le emissioni di gas a effetto serra sono, pertanto, una priorità per l'UE. In particolare, i leader dell'UE si sono impegnati a trasformare l'Europa in un'economia con un'efficienza energetica elevata e a basse emissioni di carbonio.

Nel marzo 2007, i leader dell'Unione europea hanno approvato un ambizioso piano per l'energia e il cambiamento climatico volto a limitare le emissioni di gas a effetto serra nell'Unione Europea almeno del 20% entro il 2020 (rispetto ai livelli del 1990) e a raggiungere, entro il 2020, un obiettivo del 20% di energia rinnovabile rispetto all'utilizzo complessivo di energia primaria nell'Unione europea.

Il primo pacchetto di misure dell'UE per il clima e l'energia (Pacchetto Clima e Energia - *Integrated Energy and Climate Change Package*, IECCP) è stato adottato, quindi, nel 2008 e ha fissato obiettivi per il 2020. Tali obiettivi denominati "Obiettivi 20-20-20" sono di seguito riassunti:

- una riduzione del 20% delle emissioni di gas a effetto serra;
- un aumento al 20% della quota di energie rinnovabili;
- un miglioramento dell'efficienza energetica del 20%.

L'Unione Europea sta compiendo passi avanti nella realizzazione di tali obiettivi, ma per fornire maggiori certezze agli investitori è necessario un quadro integrato che copra il periodo fino al 2030. L'UE ha pertanto approvato il quadro di politica climatica ed energetica a orizzonte 2030 che definisce una serie di obiettivi chiave e misure di intervento per il periodo 2020-2030. Il quadro "Quadro Clima-Energia 2030" prevede una serie di misure e obiettivi per rendere l'economia e il sistema energetico dell'UE più competitivi, sicuri e sostenibili:

- ridurre almeno del 40% le emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990;
- portare almeno al 27% la quota delle energie rinnovabili nel consumo totale di energia;
- aumentare almeno del 27% l'efficienza energetica.

Al fine di raggiungere tali obiettivi sono stati approvati numerosi provvedimenti legislativi; si ricordano in particolare la revisione della direttiva ETS (Direttiva n. 2018/410/UE), il nuovo regolamento per i settori non-ETS (Regolamento n. 2018/842/UE), nonché il c.d. regolamento LULUCF (Regolamento n. 2018/841/UE) relativo all'inclusione delle emissioni e degli assorbimenti di

gas-serra risultanti dall'uso del suolo, dal cambiamento di uso del suolo e dalla silvicoltura ed il Regolamento n. 2019/1999/UE che stabilisce la necessaria base legislativa per una governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima affidabile, che garantisca il conseguimento degli obiettivi e dei traguardi a lungo termine fino al 2030 dell'Unione dell'energia, in linea con l'accordo di Parigi del 2015 sui cambiamenti climatici.

Inoltre, la Commissione europea propugna un'Europa a impatto climatico zero entro il 2050. Il 28 novembre 2018, infatti, ha presentato la sua visione strategica a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra entro il 2050 ("Roadmap 2050").

L'Unione si è posta l'obiettivo di ridurre entro il 2050 le emissioni di gas a effetto serra dell'80-95% rispetto ai livelli del 1990.

La strategia evidenzia come l'Europa possa avere un ruolo guida per conseguire un impatto climatico zero, investendo in soluzioni tecnologiche realistiche, coinvolgendo i cittadini e armonizzando gli interventi in settori fondamentali, quali la politica industriale, la finanza o la ricerca - garantendo nel contempo equità sociale per una transizione giusta.

Facendo seguito agli inviti formulati dal Parlamento europeo e dal Consiglio europeo, la visione della Commissione per un futuro a impatto climatico zero interessa quasi tutte le politiche dell'UE ed è in linea con l'obiettivo dell'accordo di Parigi di mantenere l'aumento della temperatura mondiale ben al di sotto i 2°C e di proseguire gli sforzi per mantenere tale valore a 1,5°C.

Con riferimento al rapporto pubblicato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente "*National climate change vulnerability and risk assessments in Europe 2018*" risulta evidente l'attenzione posta dai paesi dell'Unione Europea sui cambiamenti climatici. Nel documento infatti sono state analizzate le valutazioni fatte dai Paesi dell'Area Economica Europea (AEE) sulla vulnerabilità e i rischi derivanti dai cambiamenti climatici e su come questi Paesi hanno deciso di utilizzare le informazioni ottenute per sviluppare politiche e strategie di adattamento. Nel documento sopra citato, sono, inoltre, state evidenziate alcune lacune rispetto alle attuali conoscenze e valutazioni su come gli eventi climatici fuori dall'Europa possono influenzare il vecchio continente, attraverso, ad esempio, le relazioni commerciali, i flussi idrici transfrontalieri o i migranti climatici. Inoltre, è stata sottolineata l'importanza del dialogo con i principali stakeholder dei settori più esposti ai cambiamenti climatici, come l'agricoltura, la pesca, la pianificazione territoriale, al fine di migliorare i risultati delle valutazioni e favorire l'adozione di adeguate politiche di adattamento. Il rapporto costituisce, in sintesi, uno strumento utile per una maggiore comprensione dei fenomeni climatici da parte di esperti e responsabili coinvolti nelle politiche e strategie di adattamento.

I principali strumenti normativi europei sono, quindi, di seguito riassunti:

- la Direttiva 2009/28/CE che impegna l'Italia a soddisfare, entro il 2020, il 17% dei consumi finali di energia mediante fonti rinnovabili, incluso l'uso di almeno il 10% di biocarburanti da fonti rinnovabili nei trasporti stradali e ferroviari;

- la Direttiva 2009/29/CE modifica la direttiva 2003/87/CE, che perfeziona e estende il sistema comunitario di scambio di quote di emissioni dei gas-serra (EU-ETS), ponendo un tetto unico europeo in materia di quote di emissioni dal 2013. Le quote disponibili per le emissioni verranno ridotte annualmente dell'1.74%, con una riduzione al 2020 del 21% rispetto all'anno base 2005;
- la Decisione 406/2009/CE (Effort Sharing Decision, ESD) concerne gli sforzi degli Stati membri per rispettare gli impegni comunitari di riduzione delle emissioni di gas-serra entro il 2020. La decisione assegna all'Italia l'obiettivo di riduzione delle emissioni del 13% al 2020 rispetto alle emissioni 2005 per tutti i settori non coperti dal sistema ETS, ovvero piccola-media industria, trasporti, civile, agricoltura e rifiuti;
- la Direttiva 2012/27/CE in materia di efficienza energetica che tuttavia non prevede obiettivi vincolanti per i singoli Stati membri;
- Direttiva del Parlamento Europeo e Consiglio UE 2016/2284/Ue concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici (Direttiva Nec).

3.3.1.3 Le politiche a livello nazionale

A livello nazionale il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) ha approvato la Delibera 17/2013 "Aggiornamento del piano di azione nazionale per la riduzione dei livelli di emissione di gas a effetto serra", per conseguire gli obiettivi fissati dal IECCP (Integrated Energy and Climate Change Package). La Delibera riporta l'elenco delle misure attuate e da attuare per conseguire gli obiettivi. Le principali politiche e misure sono indirizzate alla promozione delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica.

Inoltre, il Ministero dello Sviluppo Economico e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare hanno adottato la nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017). Le azioni proposte nella SEN si inseriscono nel contesto di un percorso di decarbonizzazione al 2050 per l'Italia secondo lo scenario "Roadmap2050" della Commissione Europea. Inoltre, la strategia individua una serie di misure da attuare, coerentemente con la Delibera CIPE 17/2013, per raggiungere gli obiettivi del 2020. In base alle proiezioni attualmente disponibili si evince un ampio margine di fiducia per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni dei gas-serra nel 2020 attraverso l'adozione delle misure aggiuntive previste dalla Delibera CIPE. Nel 2012 il contributo dell'energia rinnovabile sui consumi finali nazionali è stato del 13.5% e ha ampiamente superato l'obiettivo intermedio nazionale del 8.9% nel periodo 2011-2012, stabilito dal Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili. Per quanto riguarda l'efficienza energetica i consumi di energia primaria e finale del 2012 mostrano che l'Italia è in linea con il raggiungimento dell'obiettivo indicativo previsto per il 2020.

Fornendo alcuni riferimenti normativi si sottolinea che in Italia:

- il Protocollo di Kyoto è ratificato con la legge 120 del 2002, che prescrive la preparazione di un Piano di Azione Nazionale per la riduzione delle emissioni, successivamente redatto dal MATTM;
- la ratifica e l'esecuzione, da parte dell'Italia, dell'Emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto è prevista dalla legge 3 maggio 2016, n. 79.;
- la direttiva 2009/29/UE è recepita dall'Italia con il D.Lgs. 30/2013;
- la ratifica e l'esecuzione dell'Accordo di Parigi è prevista dalla legge 4 novembre 2016, n. 204. In base a quanto chiarito con il Comunicato del Ministero degli affari esteri pubblicato nella G.U. del 6 dicembre 2016, l'Accordo è entrato in vigore per l'Italia il giorno 11 dicembre 2016;
- la ratifica dell'emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto è prevista con DM Ambiente del 9/12/2016 – attuazione della legge 3 maggio 2016 n. 79 "Ratifica ed esecuzione accordi internazionali ambientali";
- con il D.Lgs. 30 maggio 2018 n. 81 viene attuata la direttiva Nec (Direttiva 2016/2284/UE) per la riduzione delle emissioni nazionali di determinanti inquinanti atmosferici.

Le politiche e le misure attuate per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra garantiscono il rispetto degli obiettivi di emissione fissati per il 2020. Gli obiettivi più ambiziosi previsti per il 2030, e finalizzati all'attuazione dell'Accordo di Parigi potranno invece essere raggiunti solo se saranno implementate le misure previste dalla Strategia Energetica Nazionale (SEN) sopra citata. Tali misure costituiscono la base del nuovo Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC). Ulteriori misure, di carattere normativo, sono contenute nella legge di bilancio 2019, nonché nei disegni di legge "europei".

In attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999 dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima, l'Italia ha inviato alla Commissione europea, in data 8 gennaio 2019, la propria proposta di PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia ed il Clima).

I principali obiettivi del Piano sono:

- una percentuale di produzione di energia da fonti rinnovabili nei consumi finali lordi di energia pari al 30%, in linea con gli obiettivi previsti per il nostro Paese dall'UE;
- una quota di energia da fonti rinnovabili nei consumi finali lordi di energia nei trasporti del 21,6% a fronte del 14% previsto dalla UE;
- una riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario di riferimento (PRIMES 2007) del 43% a fronte di un obiettivo UE del 32,5%;
- la riduzione dei "gas serra", rispetto al 2005, per tutti i settori non ETS del 33%, obiettivo superiore del 3% rispetto a quello previsto dall'UE.

In ultimo si ritiene opportuno far riferimento al "Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) - Prima stesura per la consultazione pubblica - Luglio 2017", che, pur non essendo stato ancora approvato, rappresenta uno strumento strategico per un Paese come l'Italia che vive ogni giorno gli effetti dei mutamenti climatici. Adattare per tempo il territorio nazionale non significa

solo scongiurare costi umani e naturali molto pesanti, ma anche renderlo più resiliente e competitivo sotto il profilo economico. Per tale ragione il Piano si integra coerentemente con le altre strategie sui cambiamenti climatici: dalla SEN alla Strategia per lo Sviluppo Sostenibile, da quella sull'Economia circolare al Piano Clima-Energia.

Elaborato dal lavoro del Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici costituisce il quadro aggiornato delle tendenze climatiche in atto a livello nazionale e sugli scenari climatici futuri, individuando possibili azioni di adattamento e relativi strumenti di monitoraggio e valutazione dell'efficacia. Il testo analizza gli impatti e le vulnerabilità territoriali, evidenziando quali aree e settori siano maggiormente a rischio. Attraverso un set di indicatori, definisce le macro-regioni climatiche e le cosiddette "aree climatiche omogenee": le prime vivono e hanno vissuto condizioni climatiche simili, le seconde sono caratterizzate da uguale condizione climatica attuale e da una stessa proiezione climatica di anomalia futura.

3.3.1.4 Cause/effetti del cambiamento climatico

Numerosi studi hanno rilevato che sempre più i cambiamenti del clima rendono preoccupanti le condizioni dell'uomo e dell'ambiente.

Le cause principali di tali cambiamenti a cui si può fare riferimento sono due:

- cause naturali;
- cause antropiche.

Relativamente alle prime, nel corso della storia della Terra si sono registrate diverse variazioni del clima che hanno condotto il pianeta ad attraversare ere glaciali alternate a periodi più caldi, detti ere interglaciali. Queste variazioni sono riconducibili principalmente a mutamenti periodici dell'assetto orbitale del nostro pianeta con perturbazioni dovute all'andamento periodico dell'attività solare e alle eruzioni vulcaniche, che generano emissione di CO₂ e di polveri.

A partire dal XX secolo il cambiamento climatico, ed in particolare l'innalzamento delle temperature, viene ricondotto non tanto a cause naturali, quanto a cause prevalentemente antropiche, ossia ad attività generate dall'uomo. Con il termine di "riscaldamento globale" s'intende, infatti, proprio il fenomeno di incremento delle temperature medie della superficie terrestre, riconducibile a cause prettamente umane.

Se è pur vero, quindi, che nel passato il clima è cambiato naturalmente, i repentini cambiamenti climatici che si sono verificati negli ultimi anni sembrano essere causati in modo sempre più evidente dall'inquinamento atmosferico, ovvero dall'alterazione della composizione naturale dell'aria per il crescente aumento di sostanze inquinanti, in parte di origine naturale, ma prevalentemente di origine antropica, emesse nell'atmosfera, che mettono a serio rischio non solo la salute umana, ma anche la stessa conservazione del pianeta.

Le principali cause naturali dell'inquinamento atmosferico sono da attribuire nello specifico: alle eruzioni vulcaniche che emettono nell'atmosfera, oltre al vapor d'acqua, diversi gas tra i quali CO₂,

HCl, H₂S; agli incendi boschivi che oltre a CO₂ e H₂O riversano nell'atmosfera fumo; agli effetti provocati dall'erosione del vento sulle rocce con formazione di polveri (piogge di sabbia nei deserti); alla decomposizione batterica di vari materiali organici che possono generare sostanze maleodoranti come ammine alifatiche e mercaptani e alle scariche elettriche che avvengono durante i temporali, che possono dare origine a ossidi di azoto e di ozono. A queste cause si aggiungono quelle di natura antropica, cioè provocate dalle attività dell'uomo che hanno cambiato nel corso degli anni le capacità termiche dell'atmosfera introducendo fattori che sono stati capaci di spostare l'equilibrio naturale esistente e le naturali fluttuazioni di questo equilibrio, generando, di fatto, un "effetto serra" aggiuntivo a quello naturale.

Recenti dati riportano che l'aumento della temperatura che si è già verificato comincia a essere di notevole rilevanza, paragonabile a quello delle più grandi variazioni climatiche della storia della Terra e si sta manifestando con una velocità assolutamente straordinaria.

L'aumento delle temperature comporta effetti, già parzialmente in atto, come la diminuzione delle precipitazioni annue, gli incendi più estesi, la siccità, il collasso dei ghiacciai, l'aumento del livello del mare, la desertificazione, la diffusione di malattie, il collasso di ecosistemi e le migrazioni di massa. A livello meteorologico, è già in atto il processo di rarefazione delle precipitazioni annue. Ad un aumento di temperatura corrisponde un aumento dell'evaporazione ed una maggiore difficoltà nella trasformazione del vapore acqueo in gocce di pioggia. Questa tendenza è soprattutto comune a tutta la fascia del globo compresa tra l'equatore e i 45 gradi di latitudine circa. Nonostante le precipitazioni annue siano diminuite, paradossalmente, quando piove, piove in modo più intenso. Questo processo determina forti e violente precipitazioni che provocano alluvioni, frane, inondazioni e altri dissesti idrogeologici.

Nell'ultimo secolo, infatti, il livello del mare è aumentato sia a causa dell'espansione termica che dello scioglimento dei ghiacciai continentali e montani. Il continuo aumento del livello dell'acqua comporterà maggiori rischi per i centri abitati in vicinanza delle zone costiere europee del Mediterraneo, mentre nelle zone dell'Atlantico porterà a un aumento dell'intensità degli uragani e si potrebbe verificare una contaminazione delle falde acquifere potabili. Diverse specie animali e vegetali saranno compromesse a causa delle scarse capacità di adattamento al clima e solo una minoranza ne trarrà vantaggi, cioè quelle molto adattabili che non sono a rischio di estinzione. Questo provocherà perdita delle biodiversità esistenti e l'insediamento di nuove, con la formazione di nuovi ecosistemi.

I principali effetti sopra descritti, generati dal cambiamento climatico, possono essere sinteticamente rappresentati nella Figura 3-35.

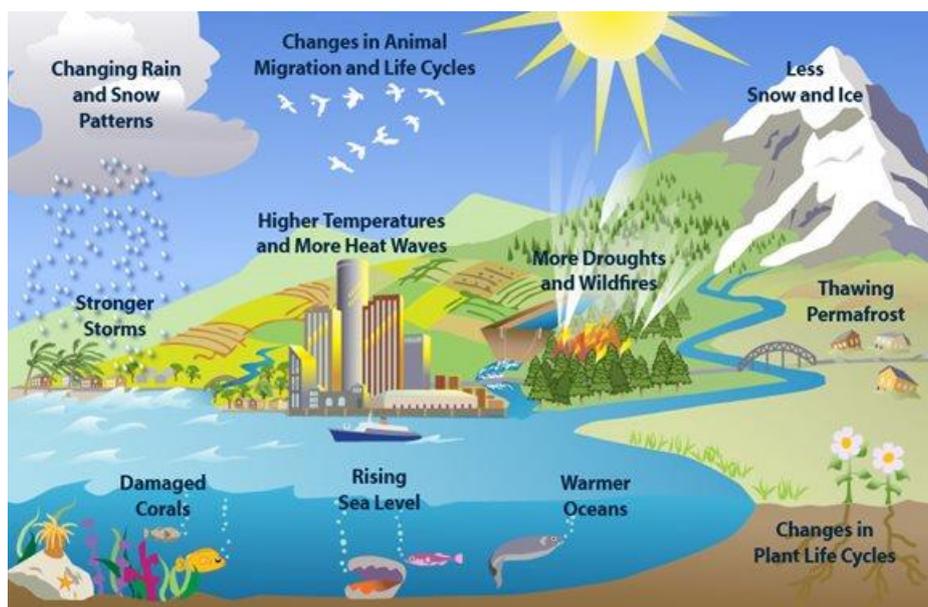


Figura 3-35 Rappresentazione effetti generati dai cambiamenti climatici sull'ambiente

Stanti tali considerazioni, risulta evidente come l'aria e il clima influenzino lo stato di salute di tutti gli esseri viventi. Tra i rischi maggiori previsti si sottolinea la diffusione di malattie infettive, poiché eventuali siccità o inondazioni potrebbero creare le condizioni ideali per il proliferare di parassiti, batteri e virus. Un'aria più pulita ridurrebbe l'incidenza di malattie delle vie respiratorie, del sistema immunitario, cardiocircolatorio e il rischio di tumori.

Per tali ragioni è sempre più necessario affrontare in maniera efficace il problema in modo da rimediare e/o evitare i gravi effetti causati dai cambiamenti climatici.

Rispetto alla tematica in esame, i lavori svolti a livello internazionale dall'IPCC insistono nell'affermare che, a fronte delle molteplici azioni oggi intraprese per gestire gli effetti connessi alla variabilità climatica, attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, tali effetti siano comunque inevitabili. Gli studi condotti dall'IPCC evidenziano, inoltre, come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature, le emissioni di CO₂ e il livello dei mari continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su specifiche aree del Pianeta. La maggior parte degli esperti riconducono il riscaldamento globale, prevalentemente, all'aumento delle concentrazioni di gas a effetto serra, ed in particolare alla CO₂, nell'atmosfera dovuto alle emissioni antropogeniche.

In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra sono: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs).

Come affermato dalla Comunità Europea, la CO₂ in particolare è un gas serra prodotto soprattutto dall'attività umana ed è responsabile del 63% del riscaldamento globale causato dall'uomo. La sua concentrazione nell'atmosfera supera attualmente del 40% il livello registrato agli inizi dell'era

industriale. L'attività dell'uomo negli ultimi secoli ha, infatti, incrementato l'ammontare di gas serra nell'atmosfera modificando l'equilibrio radiativo e la partizione energetica superficiale.

I principali responsabili di un incremento globale dell'anidride carbonica sono i combustibili fossili che vengono bruciati dall'uomo per produrre energia, utilizzata per soddisfare i consumi di elettricità e riscaldamento e per il settore dei trasporti.

Anche la deforestazione contribuisce all'aumento di CO₂ nell'atmosfera: le foreste, infatti, specialmente quelle tropicali, hanno la funzione di assorbire e trattenere l'anidride carbonica; perciò la loro distruzione, oltre ad impedire il regolare assorbimento, libera nell'aria ulteriore anidride carbonica contenuta nel legno.

Sulla base di quanto fin qui esposto risulta evidente come gli esperti sulla tematica siano d'accordo nell'affermare che la causa principale del cambiamento climatico sia dovuta all'incremento di emissioni di CO₂ e altri gas serra generati dalle attività antropiche.

3.3.2 I dati ISPRA

L'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è responsabile della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati. L'inventario viene correntemente utilizzato per verificare il rispetto degli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale nell'ambito della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici.

Nel caso in esame dell'Aeroporto di Brescia Montichiari, attraverso i dati forniti dall'ISPRA sulle emissioni, è stato possibile ricavare le emissioni dei gas ad effetto serra, ed in particolare di CO₂, generate da tutte le sorgenti aeroportuali presenti sul territorio nazionale, al fine di confrontare queste, in un momento successivo, con i dati emissivi risultanti dalle simulazioni condotte all'interno del presente Studio di Impatto Ambientale.

Dall'Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera è stato possibile individuare i valori medi annui delle emissioni di CO₂ generate dal settore "Aviazione Nazionale", nonché un trend rappresentativo di tali emissioni negli anni monitorati (dal 1990 al 2017).

Il grafico seguente, pertanto, riporta i valori di emissione di CO₂ medi, generati dalle sorgenti aeronautiche nazionali, per ogni anno di riferimento.

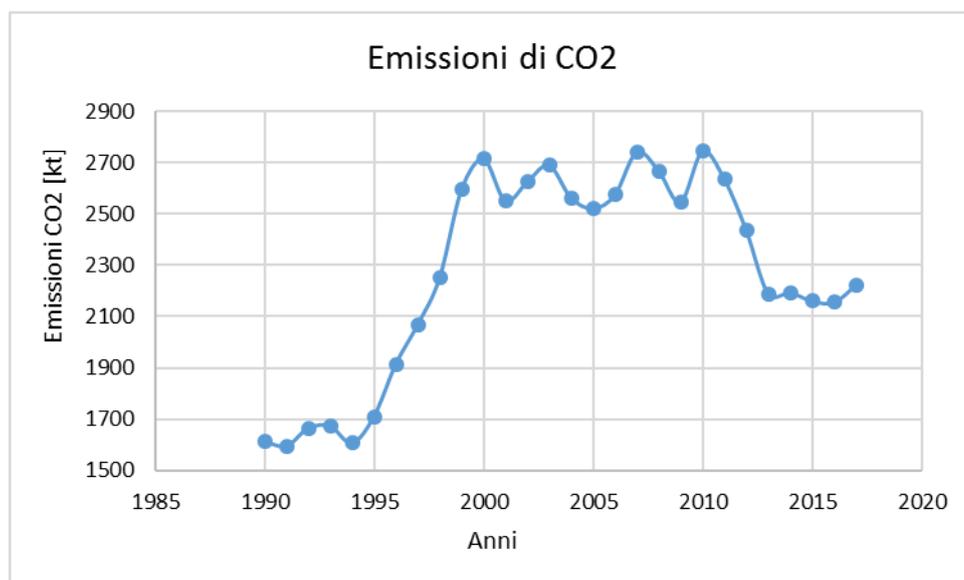


Figura 3-36 Valori di emissione di CO₂ medi annui (Fonte: elaborazione dati ISPRA - *Inventario Nazionale Emissioni in Atmosfera*) – Sorgente aeronautica nazionale

Dal grafico sopra riportato non è possibile individuare un trend ben definito delle emissioni di CO₂ durante il periodo di riferimento. Si può notare, però, come dal 1990 al 1994 le emissioni rimangono costanti intorno alle 1.630 kt, per poi crescere fino all'anno 2000 arrivando ad un valore emissivo di CO₂, pari a 2.717,38 kt. Dal 2000 fino al 2010 si registra, invece, un andamento pressoché costante, quasi sinusoidale, intorno alle 2.600 kt e successivamente un andamento decrescente fino al 2015, con un successivo stazionamento fino all'ultimo anno di riferimento, al 2017, in cui le emissioni di CO₂ risultano pari a 2.220,72 kt. Tale andamento decrescente negli ultimi anni potrebbe essere spiegato dal fatto che in campo aeronautico le nuove tecnologie garantiscono sempre più la riduzione di emissioni di CO₂.

3.3.3 I dati INEMAR Regione Lombardia

A livello regionale, la Regione Lombardia fornisce le emissioni dei diversi inquinanti prodotte da tutte le sorgenti presenti sul territorio regionale. Dall'analisi delle principali fonti emissive di ciascun inquinante, attraverso i dati INEMAR della Regione Lombardia (INventario EMISSIONI ARia – Regione Lombardia) relativi al 2014 (ultimo dato disponibile), caratterizzanti in particolare il territorio della Provincia di Brescia, si evince che:

- per il PM10, la principale fonte emissiva è rappresentata dal macrosettore «*Combustione non industriale*» (48%), all'interno del quale la quasi totalità delle emissioni è legata alla combustione della legna nel riscaldamento domestico o all'aperto;
- per le emissioni di Ossidi di azoto (NO_x), queste sono principalmente dovute ai macrosettori «*Trasporto su strada*» (52%) e «*Combustione nell'industria*» (20%);
- per il Biossido di zolfo (SO₂), le principali fonti emissive sono connesse ai macrosettori «*Combustione nell'industria*» (59%) e «*Processi produttivi*» (27%).

- per l'anidride carbonica non si evidenzia una sostanziale percentuale relativa ad un macrosettore, in quanto le fonti emissive sono distribuite più omogeneamente: tra i macrosettori maggiormente connessi alla produzione di CO₂ si evidenziano «*Combustione nell'industria*» (36%) e «*Trasporto su strada*» (39%), «*Combustione non industriale*» (24%) e «*Processi produttivi*» (12%).

Il Macrosettore «*Altre sorgenti mobili e macchinari*», all'interno del quale è compreso il traffico aereo nazionale ed internazionale nonché i mezzi di supporto a terra (GSE), ha un contributo sul totale emissivo provinciale pari a circa il 12% per l'NO_x, il 4% per il PM₁₀, l'1 per l'SO₂ ed il 3% per la CO₂. Di seguito si riportano in forma tabellare e grafica i valori di emissione della Provincia di Brescia, suddivisi per macrosettori.

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	181	261	26	140	161	206	17	2,2	5,8	6,7	7,3	214	365	11
Combustione non industriale	108	1.448	1.917	1.360	15.224	1.651	88	40	1.601	1.640	1.729	1.711	5.377	37
Combustione nell'industria	1.652	3.806	456	73	3.425	2.427	47	7,0	141	220	285	2.442	5.477	135
Processi produttivi	754	823	1.795	88	9.772	824	30	9,0	103	167	248	835	3.875	42
Estrazione e distribuzione combustibili			817	8.390								210	935	
Uso di solventi	0,7	5,5	9.257		5,7			0,1	102	114	166	315	9.264	0,1
Trasporto su strada	17	9.958	2.014	176	10.039	2.688	89	168	536	728	947	2.719	15.269	227
Altre sorgenti mobili e macchinari	16	2.277	236	5,7	755	206	10	0,5	120	121	123	209	3.097	50
Trattamento e smaltimento rifiuti	82	433	422	32.268	141	99	68	49	3,2	3,5	4,1	926	1.418	15
Agricoltura		72	10.261	56.215			2.909	28.872	115	290	573	2.272	11.136	1.700
Altre sorgenti e assorbimenti	2,2	10	9.953	1.948	282	-1.275	0,3	8,4	83	106	122	-1.226	10.023	0,8
Totale	2.813	19.093	37.156	100.663	39.804	6.825	3.258	29.156	2.811	3.396	4.204	10.628	66.237	2.218

Tabella 3-11 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori nella Provincia di Brescia fonte: *INEMAR Regione Lombardia 2014*

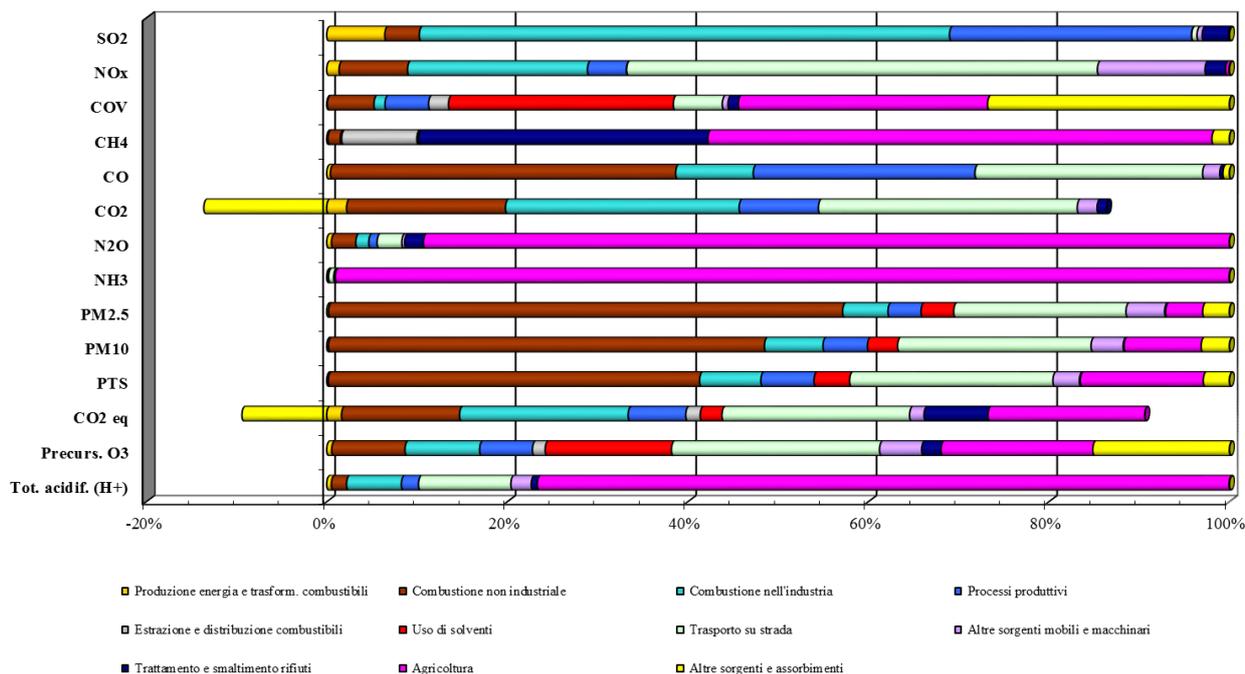


Figura 3-37 Ripartizione delle emissioni per i macrosettori nella Provincia di Brescia fonte: *INEMAR Regione Lombardia 2014*

Per un maggior approfondimento sugli aspetti climatici, prendendo come inquinante di riferimento l'anidride carbonica, sulla base dei dati forniti da INEMAR, è stato inoltre possibile individuare un trend di distribuzione delle emissioni di CO₂ nella Provincia di Brescia. Gli anni presi come riferimento per condurre l'analisi storica sono stati quelli disponibili, ossia 2003, 2005, 2007, 2008, 2010, 2012 e 2014.

Nella tabella seguente si riportano i valori di emissione di CO₂ per ogni anno di riferimento per ogni macrosettore.

Macrosettori	CO ₂ (kt/anno)						
	2003	2005	2007	2008	2010	2012	2014
Produzione energia e trasform. combustibili	643	585	525	425	280	265	206
Combustione non industriale	2.168	2.467	2.215	2.281	2.341	2.087	1.651
Combustione nell'industria	2.200	2.374	2.588	2.942	2.714	2.252	2.427
Processi produttivi	1.204	820	817	787	1.130	941	824
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	-	-	-	-
Uso di solventi	-	-	-	-	-	-	-
Trasporto su strada	2.856	2.740	2.929	3.013	3.154	2.710	2.688
Altre sorgenti mobili e macchinari	350	359	250	218	223	216	206
Trattamento e smaltimento rifiuti	238	54	224	217	252	235	99
Agricoltura	-	-	-	-	-	-	-
Altre sorgenti e assorbimenti	-	-	-739	-444	-1.193	-1.207	-1.275
Totale	9.658	9.399	8.808	9.439	8.901	7.498	6.825

Tabella 3-12 Emissioni di CO₂ Provincia di Brescia fonte: *INEMAR Regione Lombardia 2014*

Analizzando il dato totale (senza considerare la suddivisione per macrosettore), dal grafico sottostante è possibile osservare un trend decrescente nel periodo di riferimento, pur con qualche eccezione per cui in alcuni anni le emissioni di CO₂ restano costanti o aumentano leggermente (come nel caso del 2008). L'andamento medio decrescente delle emissioni di CO₂ negli anni dal 2003 al 2014, come visto per i dati ISPRA, potrebbe essere associato al fatto che sempre più si sta ponendo l'attenzione su una gestione delle attività ambientalmente sostenibile, pertanto si prevede, grazie alle nuove tecnologie, una riduzione degli anni delle emissioni di gas ad effetto serra.

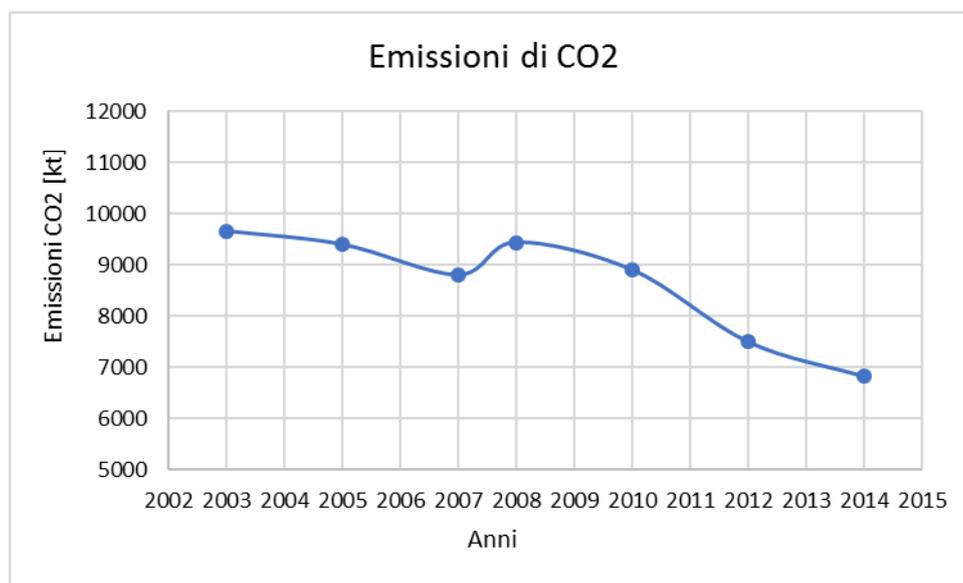


Figura 3-38 Trend di emissioni di CO₂ Provincia di Brescia fonte: *INEMAR Regione Lombardia*

3.4 Analisi della qualità dell'aria

3.4.1 Quadro normativo europeo

L'Unione Europea ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare:

- Direttiva 96/62/CE relativa alla "valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente"; stabilisce il contesto entro il quale effettuare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell'unione europea (direttiva quadro), demandando poi a direttive "figlie" la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per gruppi di inquinanti;
- Direttiva 99/30/CE relativa ai "valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo", stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo (prima direttiva figlia);

- Direttiva 00/69/CE relativa ai "valori limite di qualità dell'aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio", stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (seconda direttiva figlia);
- Direttiva 02/03/CE relativa all'"ozono nell'aria" (terza direttiva figlia);
- Direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri di biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili non metanici (COV) e ammoniaca (NH₃);
- Direttiva 04/107/CE relativa all'"arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria" che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla "qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Ha abrogato tutte le direttive sopra citate tranne la 2004/107/CE ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM_{2.5} tra gli inquinanti da monitorare.
- Direttiva Europea UE 2016/2284 pubblicata sulla GU.U.E. del 17/12/2016 ed entrata in vigore il 31.12.2016. La cosiddetta "NEC" stabilisce i nuovi obiettivi strategici per il periodo fino al 2030, con l'intento di progredire verso l'obiettivo di miglioramento di lungo termine dell'Unione attraverso l'indicazione di percentuali di riduzione delle emissioni nazionali dal 2020 al 2029 e poi a partire dal 2030.

3.4.2 Quadro normativo nazionale

L'emanazione dei diversi decreti di recepimento delle direttive europee ha contribuito a razionalizzare il quadro di riferimento e a qualificare gli strumenti di controllo e pianificazione del territorio. I principali riferimenti sono:

- Il D. Lgs. 351 del 4 agosto 1999 recepisce la direttiva 96/62/CE e costituisce quindi il riferimento "quadro" per l'attuale legislazione italiana;
- Il D.M. 60 del 2 aprile 2002 è la norma che recepisce la prima e la seconda direttiva figlia; definisce, infatti, per gli inquinanti di cui al gruppo I del D.Lgs. 351/1999 con l'aggiunta di benzene e monossido di carbonio (CO); i valori limite e le soglie di allarme, il margine di tolleranza, il termine entro il quale il limite deve essere raggiunto, i criteri per la raccolta dei dati di qualità dell'aria compreso il numero di punti di campionamento, i metodi di riferimento per le modalità di prelievo e di analisi;
- Il D.M. 261 dell'1 ottobre 2002 individua le modalità di valutazione preliminare della qualità dell'aria lì dove mancano i dati e i criteri per l'elaborazione di piani e programmi per il raggiungimento dei limiti previsti nei tempi indicati dal D.M. 60/2002;
- Il D. Lgs. 183 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 02/03/CE riguardante l'ozono in atmosfera (terza direttiva figlia), in particolare indica "valori bersaglio" da

raggiungere entro il 2010, demanda a Regioni e Province autonome la definizione di zone e agglomerati in cui la concentrazione di ozono superi il valore bersaglio; per tali zone dovranno essere adottati piani e programmi per il raggiungimento dei valori bersaglio. Piani e programmi dovranno essere redatti sulla base delle indicazioni del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. La normativa riporta anche valori a lungo termine (al disotto dei quali non ci si attende alcun effetto sulla salute), soglie di informazione (valori al di sopra dei quali possono esserci rischi per gruppi sensibili) e soglie di allarme (concentrazioni che possono determinare effetti anche per esposizioni a breve termine);

- Il D. Lgs. 171 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 2001/81/CE, riguardante i limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri, individua gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione;
- Il D.Lgs. 152/2007 (che recepisce la direttiva 2004/107/CE) è l'ultima norma figlia emanata e si riferisce ad un gruppo di inquinanti (l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), per cui non è ancora possibile una misura in continuo e che si trovano prevalentemente all'interno del particolato sottile. Anche in questo caso vengono stabiliti i limiti di qualità dell'aria, le modalità di misura e le informazioni da fornire al pubblico.

L'insieme di tutte queste norme costituisce la base normativa su cui si fonda il controllo e la gestione attuale della qualità dell'aria.

Il D.lgs. 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest'unica norma sostituisce sia la legge quadro (DL 351/99) sia i decreti attuativi (che fornivano modalità di misura, indicazioni sul numero e sulla collocazione delle postazioni di monitoraggio, limiti e valori di riferimento per i diversi inquinanti) ribadendo i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio e introducendo, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità.

Oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. Nella tabella seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010.

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti	Data risp. limite
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	-	24	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	-	3	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m ³	-	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Biossido di azoto NO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	-	18	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-	-	-
Ossidi di azoto NO _x	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Particolato PM ₁₀	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	-	35	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2005
Particolato fine PM _{2.5}	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti	Data risp. limite
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³			
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-	-	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m ³	-	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m ³	-	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m ³	-	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m ³	-	-	-

Tabella 3-13 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono fonte: *Allegati XI e XIII D.Lgs. 155/2010*

3.4.3 La pianificazione della qualità dell'aria: il Piano regionale degli Interventi per la Qualità dell'Aria

Il Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria (PRIA) costituisce il nuovo strumento di pianificazione e di programmazione per Regione Lombardia in materia di qualità dell'aria, aggiornando ed integrando quelli già esistenti, ovvero il Piano Regionale di Risanamento della Qualità dell'Aria (P.R.Q.A.) del 1998. Nato nel 1998 in collaborazione con la Fondazione Lombardia per l'Ambiente. Il P.R.Q.A. ha offerto una sintesi delle conoscenze sulle differenti tipologie di inquinanti atmosferici e sulle caratteristiche meteo-climatiche che ne condizionano la diffusione, necessari a supportare la futura politica di regolamentazione delle emissioni.

Il PRIA è dunque lo strumento specifico mirato a prevenire l'inquinamento atmosferico e a ridurre le emissioni a tutela della salute e dell'ambiente.

Di seguito se ne riportano i principali step riguardanti l'iter approvativo:

- D.g.r. n.6501 del 19/10/2001 la definizione della zonizzazione del territorio lombardo;
- Il 4 agosto 2005 la Giunta Regionale della Lombardia, con DGR n. 580, ha approvato il documento "Misure Strutturali per la Qualità dell'Aria in Regione Lombardia - 2005-2010";
- L'11 dicembre 2006 è stata approvata la Legge n. 24/2006 "Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente";

- Con la d.g.r. n.VII/5547 del 10 ottobre 2007 è stato approvato l'aggiornamento del P.R.Q.A;
- D.g.r. n. 5290 del 02/08/2007: aggiornamento zonizzazione;
- Con DGR n. 2603 del 30.11.2011 la Giunta ha deliberato l'avvio di procedimento per l'approvazione del PRIA, comprensivo della Valutazione Ambientale Strategica (VAS);
- Con D.G.R. n. 2605 del 30.11.2011 viene adeguata la zonizzazione, revocando la precedente;
- Con DGR n. 4384 del 7.11.2012 la Giunta ha preso atto della proposta di Piano, unitamente alla Proposta di Rapporto Ambientale, Sintesi non tecnica e Studio di incidenza, pubblicati sul BURL del 13.11.2012;
- Nella seduta del 6 settembre 2013, con delibera n. 593, la Giunta ha approvato definitivamente il P.R.I.A.;
- Con delibera n. 6438 del 3.4.2017 la Giunta ha dato avvio al procedimento per l'aggiornamento del Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria (PRIA)
- È stato approvato l'aggiornamento di Piano - PRIA 2018 - con d.G.R. n. 449 del 2 agosto 2018.

Come specificato dagli step sopradescritti, la Regione Lombardia, con la D.G.R. 30.11.2011, n. 2605 ha messo in atto tale adeguamento della zonizzazione, revocando la precedente (varata con d.G.R n. 5290 del 2007) e presentando pertanto la ripartizione del territorio regionale in differenti zone e agglomerati così come mostrato in Figura 3-39.

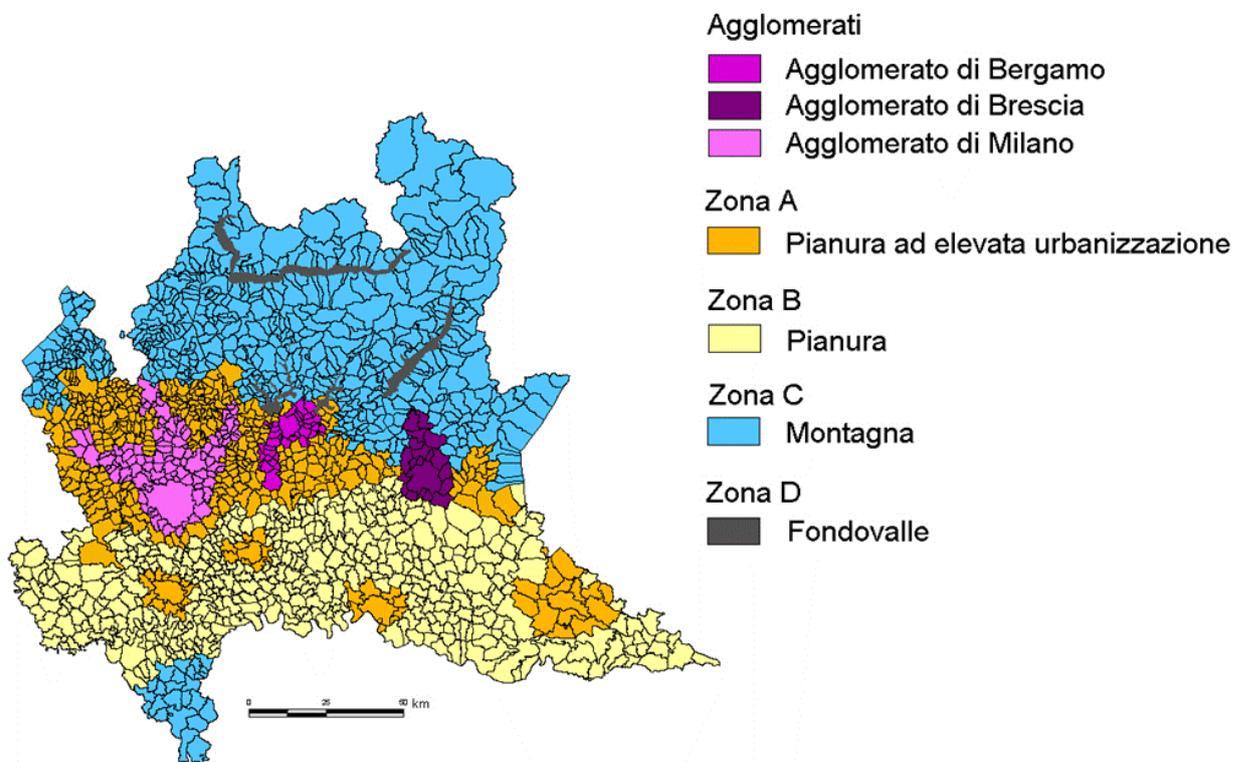


Figura 3-39 Zonizzazione del territorio regionale (Fonte: Piano Regionale degli Interventi per la Qualità dell'Aria)

Sono quindi evidenziabili tre agglomerati urbani, e quattro zone così definite:

- Agglomerati di Bergamo;
- Agglomerato di Brescia;
- Agglomerato di Milano;
- Zona A – pianura ad elevata urbanizzazione;
- Zona B – pianura;
- Zona C – montagna
- Zona D – fondovalle.

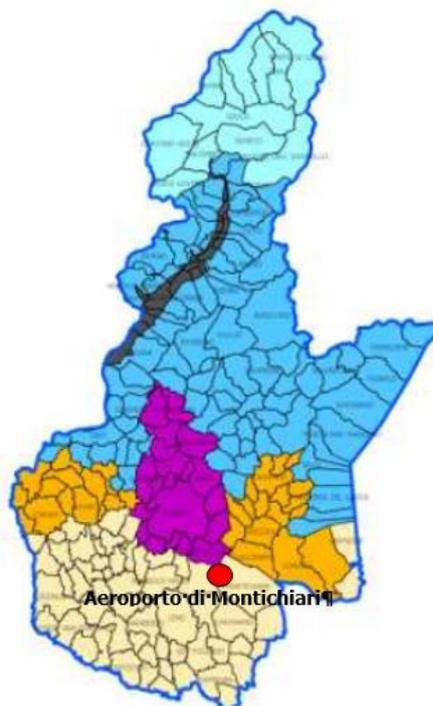


Figura 3-40 Zonizzazione della Provincia di Brescia (Fonte: Rapporto annuale sulla qualità dell'aria – Anno 2017)

Nel caso specifico l'aeroporto di Brescia Montichiari lambisce a nord ovest l'agglomerato di Brescia e principalmente occupa il territorio classificato come "zona B – pianura", definita dal Piano in questi termini: *"L'area è caratterizzata da densità emissiva inferiore rispetto alla zona A e da concentrazioni elevate di PM10, con componente secondaria percentualmente rilevante. Essendo una zona con elevata presenza di attività agricole e di allevamento, è interessata anche da emissioni di ammoniaca. Come la zona A, le condizioni meteorologiche sono avverse per la dispersione degli inquinanti"*.

Considerato che le elevate concentrazioni di PM10 sono prodotte principalmente dalle sorgenti legate al traffico veicolare, si specifica come con il nuovo aggiornamento del PRIA nel 2018 siano state inserite le nuove limitazioni ai veicoli inquinanti, attive dal 1° ottobre 2018. Il PRIA, infatti, individua l'anno 2025 quale data per il possibile rientro di tutti gli inquinanti monitorati, conseguentemente all'attuazione delle misure di Piano individuate.

Relativamente a tali misure, sono in vigore in Lombardia i provvedimenti di limitazione della circolazione per i veicoli più inquinanti e oltre a queste limitazioni strutturali e permanenti si aggiungono le misure temporanee a livello locale previste al verificarsi di episodi di accumulo del livello di PM10 in atmosfera.

In accompagnamento alle limitazioni è stata approvata con d.G.R. n. 499/18 la misura di incentivazione alla sostituzione dei veicoli commerciali più inquinanti rivolta alle micro, piccole e medie imprese lombarde, attuata con il decreto n. 13405/18 che ha approvato il bando "Rinnova veicoli" attivo dal 16 ottobre 2018.

3.4.4 Lo stato della qualità dell'aria

3.4.4.1 Analisi della rete delle centraline fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria

La rete di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA Lombardia è costituita da 85 stazioni fisse che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria). Le specie di inquinanti monitorate in continuo sono NOX, SO2, CO, O3, PM10, PM2.5 e benzene.

A seconda del contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio, diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare. Pertanto, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

Le postazioni regionali sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio rispettando i criteri definiti dal D.Lgs. 155/2010. I dati forniti dalle stazioni fisse vengono integrati con quelli rilevati durante campagne temporanee di misura mediante laboratori mobili e campionatori utilizzati per il rilevamento del particolato fine, oltre che altra strumentazione avanzata quale ad esempio Contatori Ottici di Particelle e analizzatori di Black Carbon.

Con specifico riferimento alla provincia di Brescia, la rete di rilevamento è caratterizzata da 12 stazioni fisse di misura, tutte pubbliche, di cui la maggior parte appartenenti alla tipologia "fondo", due alla tipologia "traffico" ed altre due a quella "industriale", come riporta la Figura 3-41.

Nome stazione	Rete	Tipo zona	Tipo Stazione	Altitudine [mslm]
		D.Lgs. 155/2010	D.Lgs.155/2010	
stazioni del programma di valutazione				
BS Broletto	PUB	URBANA	TRAFFICO	150
BS Turati	PUB	URBANA	TRAFFICO	150
BS Villaggio Sereno	PUB	URBANA	FONDO	122
Darfo	PUB	URBANA	FONDO	223
Gambara	PUB	URBANA	FONDO	48
Lonato	PUB	URBANA	FONDO	184
Odolo	PUB	RURALE	FONDO	345
Rezzato	PUB	SUBURBANA	INDUSTRIALE	154
Sarezzo	PUB	SUBURBANA	FONDO	265
altre stazioni				
BS Ziziola	PUB	URBANA	INDUSTRIALE	125
Breno	PUB	URBANA	FONDO	328
Ospitaletto	PUB	URBANA	FONDO	150

Figura 3-41 Stazioni fisse di misura nella Provincia di Brescia (Fonte: *Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Brescia - Anno 2017*)

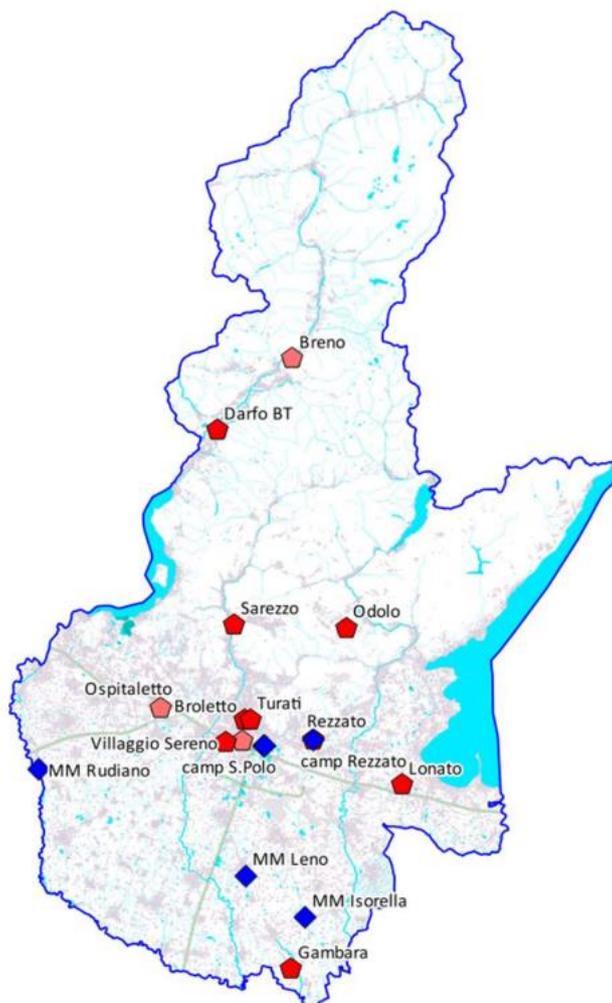


Figura 3-42 Localizzazione stazioni fisse (in rosso) e delle campagne con laboratorio mobile (in blu) nella Provincia di Brescia (Fonte: *Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Brescia - Anno 2017*)

3.4.4.2 Campagne di misura con mezzi mobili

Il monitoraggio in continuo attraverso la rete delle centraline fisse viene integrato da una serie di campagne mobili effettuate da ARPA Lombardia in tutto il territorio provinciale mediante l'uso di un laboratorio mobile e una serie di campionatori passivi.

Per quanto riguarda il territorio nell'intorno aeroportuale interessato dal sorvolo degli aeromobili, si può far riferimento alla campagna di monitoraggio mobile condotta tra il 27 settembre ed il 15 dicembre del 2005 nel Comune di Castenedolo.

La campagna è stata programmata da ARPA al fine di rilevare l'inquinamento atmosferico sull'area critica di Brescia, così come definita dalla DGR n. 7/11485 del 6 dicembre 2002. La postazione di campionamento è stata individuata in accordo con il Comune in Viale della Rimembranza, 2.



Figura 3-43 Localizzazione stazione mobile di monitoraggio della qualità dell'aria (Fonte: ARPA Lombardia)

Nello specifico il laboratorio mobile è stato collocato nei pressi del Centro di Aggregazione Giovanile.



Figura 3-44 Laboratorio mobile (Fonte: Laboratorio mobile – Campagna di misura inquinamento atmosferico – Comune di Castenedolo 27/09/2005 – 15/12/2005)

Il laboratorio mobile utilizzato è attrezzato per il rilevamento dei parametri di seguito specificati:

- Ozono (O₃) con analizzatore Monitor Labs 8810;
- Ossidi di azoto (NO_x) con analizzatore Monitor Labs 8841;
- Polveri fini (PM₁₀) con campionatore sequenziale gravimetrico Mod. Explorer Zambelli;
- Monossido di Carbonio (CO) con analizzatore Environnement 10M;
- Biossido di Zolfo (SO₂) con analizzatore Environnement AF21M;
- Parametri meteorologici acquisiti con sensori Micros.

Con riferimento agli inquinanti maggiormente interessati dall'analisi in esame, si riportano i risultati dei livelli di concentrazione registrati dalla centralina mobile, in termini medi e massimi, nonché il numero di superamenti rispetto al valore limite definito in normativa.

LABORATORIO MOBILE - CASTENEDOLO			
Inquinante	Concentrazione media (µg/m³)	Max concentrazione media 1h (µg/m³)	N. superamenti
Biossido di Azoto	37.7	89.9	0
Inquinante	Concentrazione media (µg/m³)	Max concentrazione media 24h (µg/m³)	N. superamenti
PM ₁₀	55	97	26
Inquinante	Concentrazione media (µg/m³)	Max concentrazione media 1h (µg/m³)	N. superamenti
Biossido di Zolfo	17.1	33.8	0

Tabella 3-14 Risultati campagna di monitoraggio con mezzo mobile – Castenedolo (Fonte: *elaborazione da Laboratorio mobile – Campagna di misura inquinamento atmosferico – Comune di Castenedolo 27/09/2005 – 15/12/2005*)

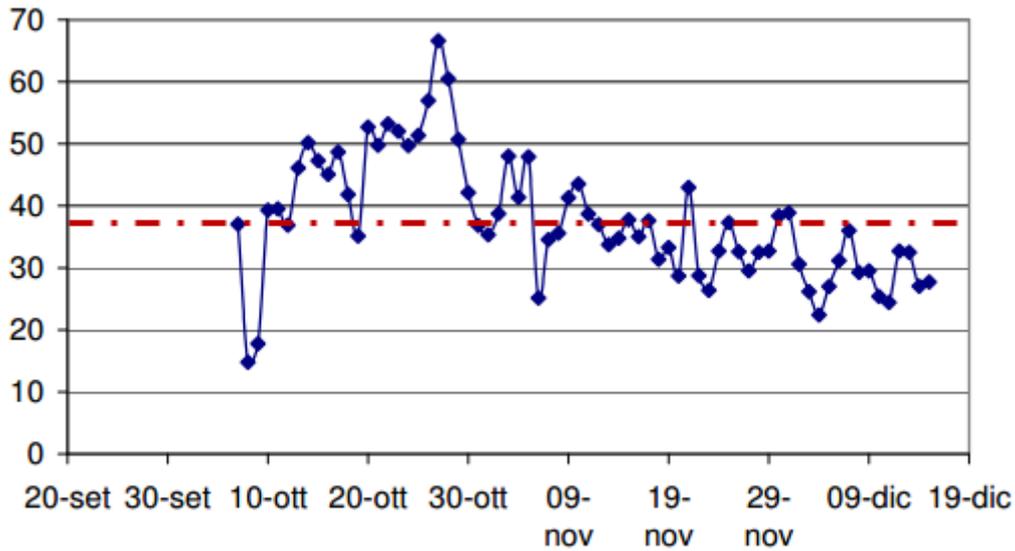


Figura 3-45 Concentrazioni medie giornaliere di NO2 (Fonte: Laboratorio mobile – Campagna di misura inquinamento atmosferico – Comune di Castenedolo 27/09/2005 – 15/12/2005)

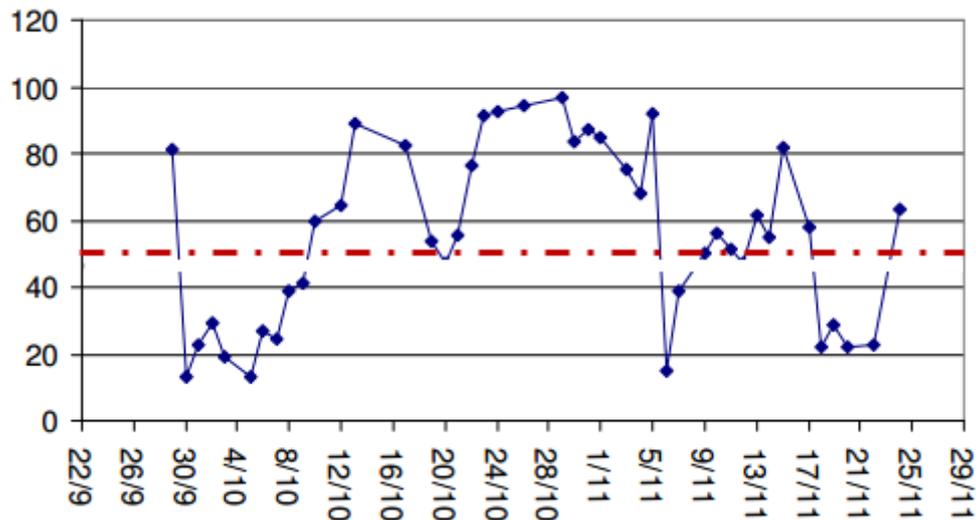


Figura 3-46 Concentrazioni medie giornaliere di PM10 (Fonte: Laboratorio mobile – Campagna di misura inquinamento atmosferico – Comune di Castenedolo 27/09/2005 – 15/12/2005)

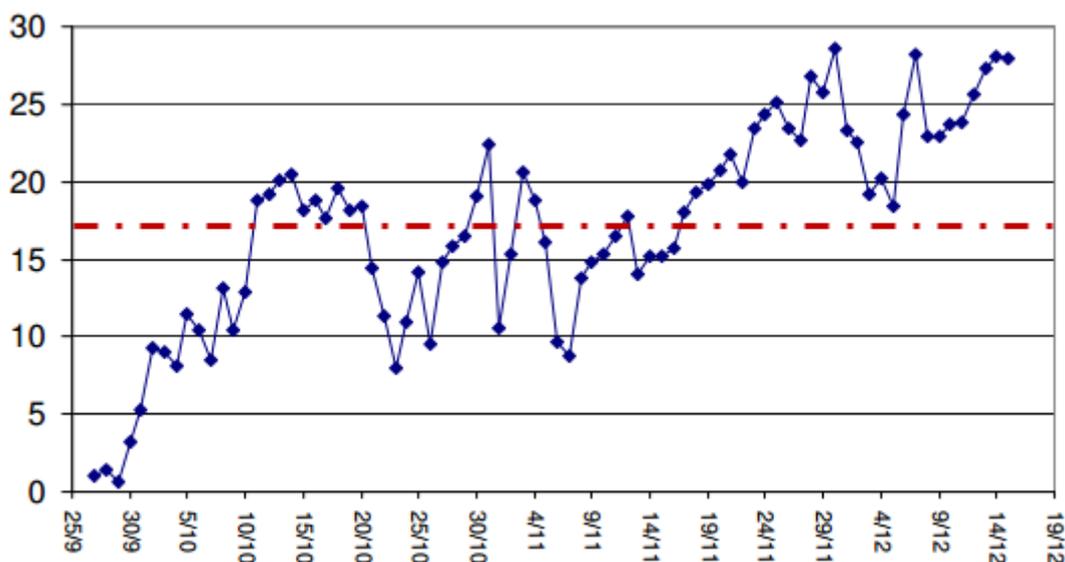


Figura 3-47 Concentrazioni medie giornaliere di SO₂ (Fonte: Laboratorio mobile – Campagna di misura inquinamento atmosferico – Comune di Castenedolo 27/09/2005 – 15/12/2005)

3.4.4.3 Scelta della centralina di riferimento

3.4.4.3.1 Confronto tra le centraline

A valle di una prima analisi delle centraline presenti nella Provincia di Brescia, sono state selezionate quelle più prossime al sedime aeroportuale e maggiormente significative, che corrispondono nello specifico alla stazione di BS-Villaggio Sereno e alla stazione di Rezzato.

Tali centraline sono localizzate ad una distanza confrontabile dall'aeroporto di Montichiari, pari a circa 12 km. A valle di un'analisi territoriale tra l'area specifica in cui è situato l'aeroporto e la tipologia di zona definita per le centraline di riferimento dal D. Lgs. 155/2010 è emerso come il territorio nell'intorno della stazione di Rezzato classificato come suburbano è più simile all'ambito aeroportuale rispetto al contesto urbano della centralina di BS – Villaggio Sereno.

Inoltre, considerando che in prossimità dell'aeroporto non vi è una forte urbanizzazione, piuttosto una modesta area industrializzata, si è ritenuto consono far riferimento alla centralina di Rezzato di tipo industriale, piuttosto che a quella di BS – Villaggio sereno di tipo "fondo" influenzata dalla forte urbanizzazione nell'intorno territoriale.

Alla luce di ciò, data la notevole distanza tra la stazione di Rezzato e l'aeroporto si è ritenuto necessario procedere ad un confronto tra i dati di concentrazione registrati dalla stazione mobile durante la campagna di monitoraggio in prossimità di Castenedolo avvenuta nel 2005 con i dati rilevati nello stesso periodo di riferimento dalla centralina di Rezzato.

Dal confronto è emerso un andamento confrontabile per il PM₁₀ e dei valori di concentrazione di NO₂ maggiori in corrispondenza della centralina di Rezzato rispetto alla centralina mobile. Da tali

considerazioni è stato possibile scegliere la centralina di Rezzato come rappresentativa della qualità dell'aria in prossimità dell'aeroporto, da tenere in considerazione nelle analisi modellistiche effettuate per la valutazione della componente Aria e clima.

Gli inquinanti monitorati dalla stazione di Rezzato, nell'anno preso come riferimento per lo stato attuale (2017), sono:

- Ossidi di Azoto;
- Biossido di Azoto;
- Particolato PM10.

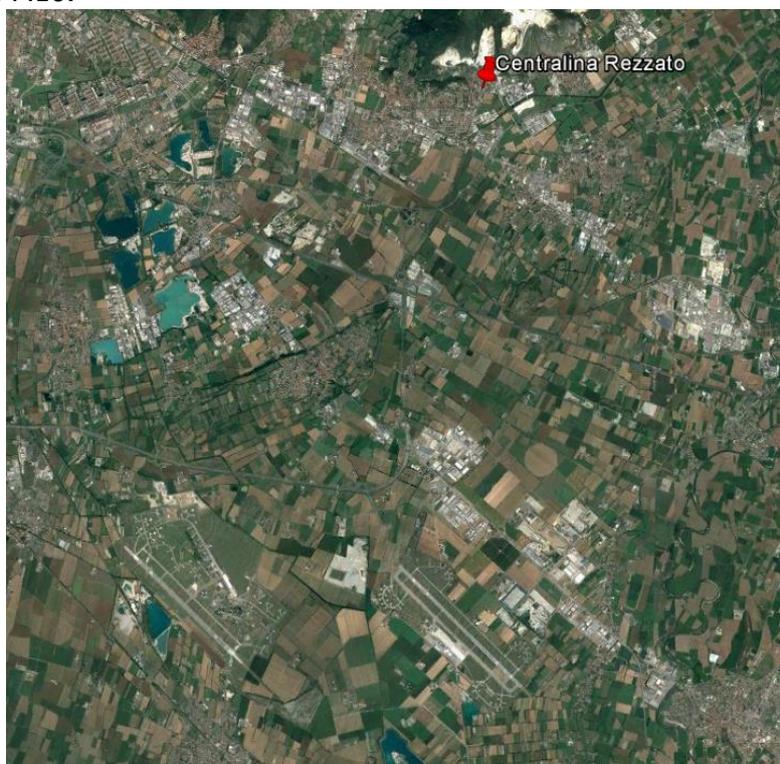


Figura 3-48 Localizzazione centralina Rezzato

3.4.4.3.2 Ossidi di Azoto

Le caratteristiche

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

Durante le combustioni l'azoto molecolare (N₂) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto (NO₂), che è quindi un inquinante secondario, perché non emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario": si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

L'ossido di azoto (NO), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitriti.

Da notare che gli NO_x vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

Effetti sull'uomo

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente blanda; a causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido. Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica diminuzione delle difese polmonari con conseguente aumento di rischio di affezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

Effetti sull'ambiente

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, lunghi periodi causano invece la senescenza e la caduta delle foglie più giovani. Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Da notare che l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno fra cui l'azotofissazione.

Si stima inoltre che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscano per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato in molti casi irreversibile.

Concentrazioni di NO_x

Tramite i dati della centralina è stato possibile analizzare l'evoluzione negli anni dell'inquinante NO_x, in particolare è stato preso in considerazione un intervallo temporale di 13 anni, dal 2005 al 2017. Nella Tabella 3-15 sono riportati tutti i valori calcolati per l'NO_x nei diversi anni.

Anno	Valore Medio	Percentili					Valore Massimo	Superamenti
		50°	85°	90°	95°	99°		
2005	80,25	42,20	150,31	192,77	285,51	494,87	930,70	-
2006	88,86	45,90	175,32	221,71	309,76	535,30	1202,40	-
2007	92,21	51,30	173,80	228,73	316,71	503,79	984,50	-
2008	74,67	41,10	142,60	182,40	255,33	425,99	988,00	-
2009	71,44	40,00	127,80	165,60	242,55	445,60	772,90	-
2010	68,35	37,90	128,63	164,75	232,78	385,32	853,50	-
2011	67,45	30,65	136,43	176,00	251,03	437,46	792,50	-
2012	62,37	35,20	111,11	151,74	221,38	370,35	821,00	-
2013	66,08	35,80	112,16	147,60	229,98	496,78	958,30	-
2014	46,72	27,50	87,38	112,35	157,33	246,70	519,10	-
2015	60,94	32,80	112,53	151,53	218,88	366,91	650,30	-
2016	54,49	26,80	103,06	143,60	202,97	333,21	696,00	-
2017	51,73	26,60	93,40	121,96	181,03	335,36	632,20	-

Tabella 3-15 Analisi dei percentili NOx negli anni 2005-2017 – Stazione di Rezzato

Al fine di agevolare la lettura del dato tabellare sono stati quindi elaborati i grafici mostrati nella Figura 3-49 e Figura 3-50.

In particolare, la Figura 3-49 riporta l'analisi dei percentili della distribuzione. Quello che è possibile evidenziare è come, le diverse distribuzioni annuali si discostino significativamente solo nell'ultima parte della distribuzione (ovvero per poche ore all'anno). Le differenze più marcate si possono notare, infatti, rispetto al 99° percentile e rispetto ai valori massimi.

Effettuando un'analisi storica di tali valori si può notare come negli anni sia diminuita la quantità massima di concentrazione oraria di tale inquinante, passando, in termini di massimo assoluto, dai 1202 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2006 (valore massimo registrato in tutte le distribuzioni orarie dei diversi anni) ai 632 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2017.

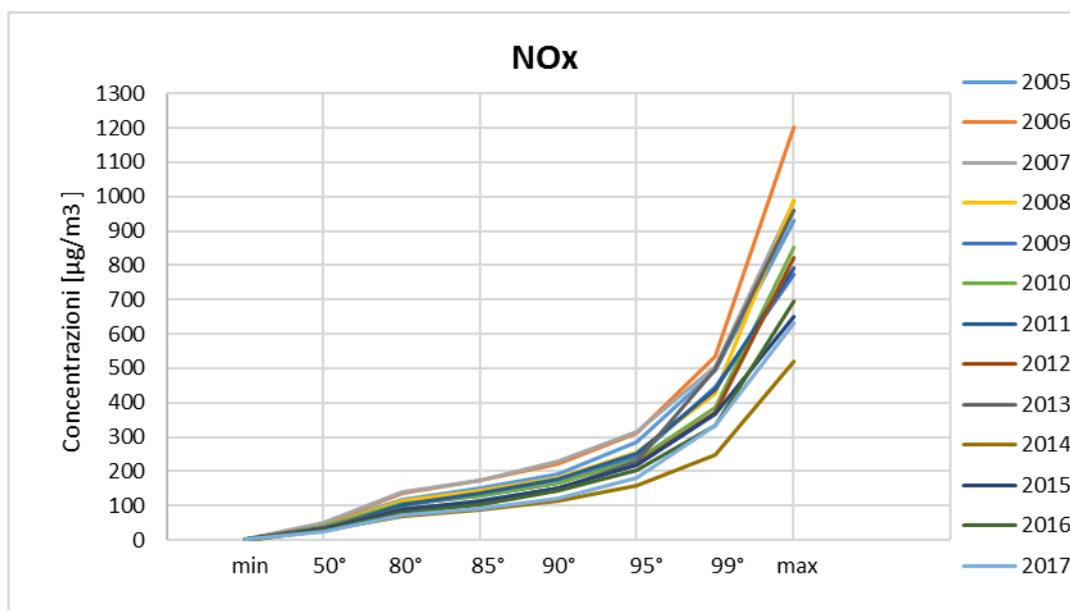


Figura 3-49 Percentili e valori massimi annui NOx (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

Sono state inoltre analizzate le medie annuali dal 2005 al 2017. Quello che è possibile notare è come dagli anni, dal 2005 al 2007, sia stato registrato un trend crescente, mentre dal 2007 al 2017 un trend sempre decrescente con un minimo registrato nel 2014 (cfr. Figura 3-50).

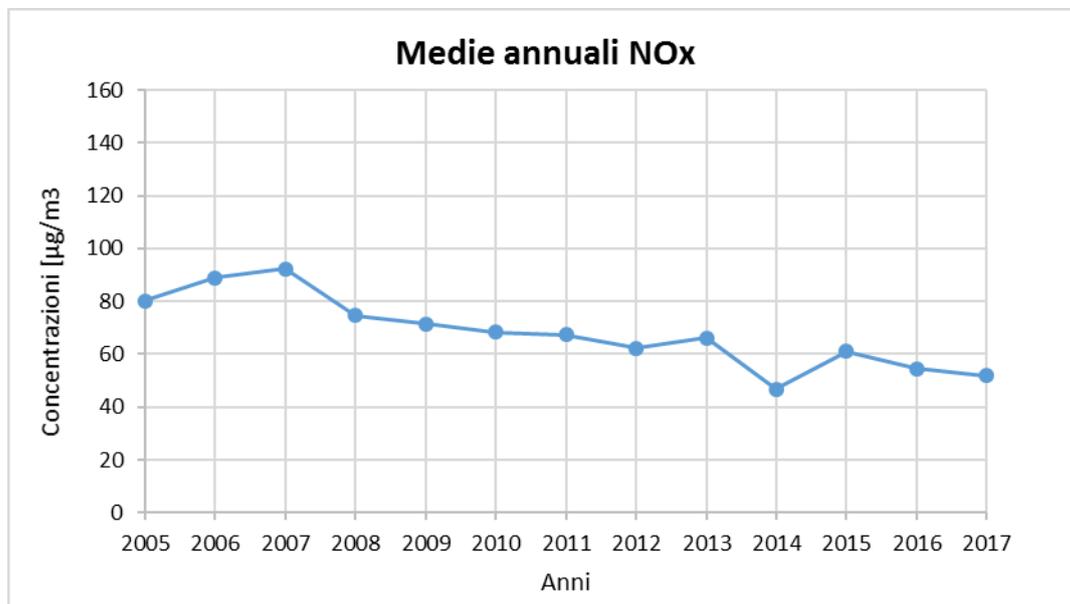
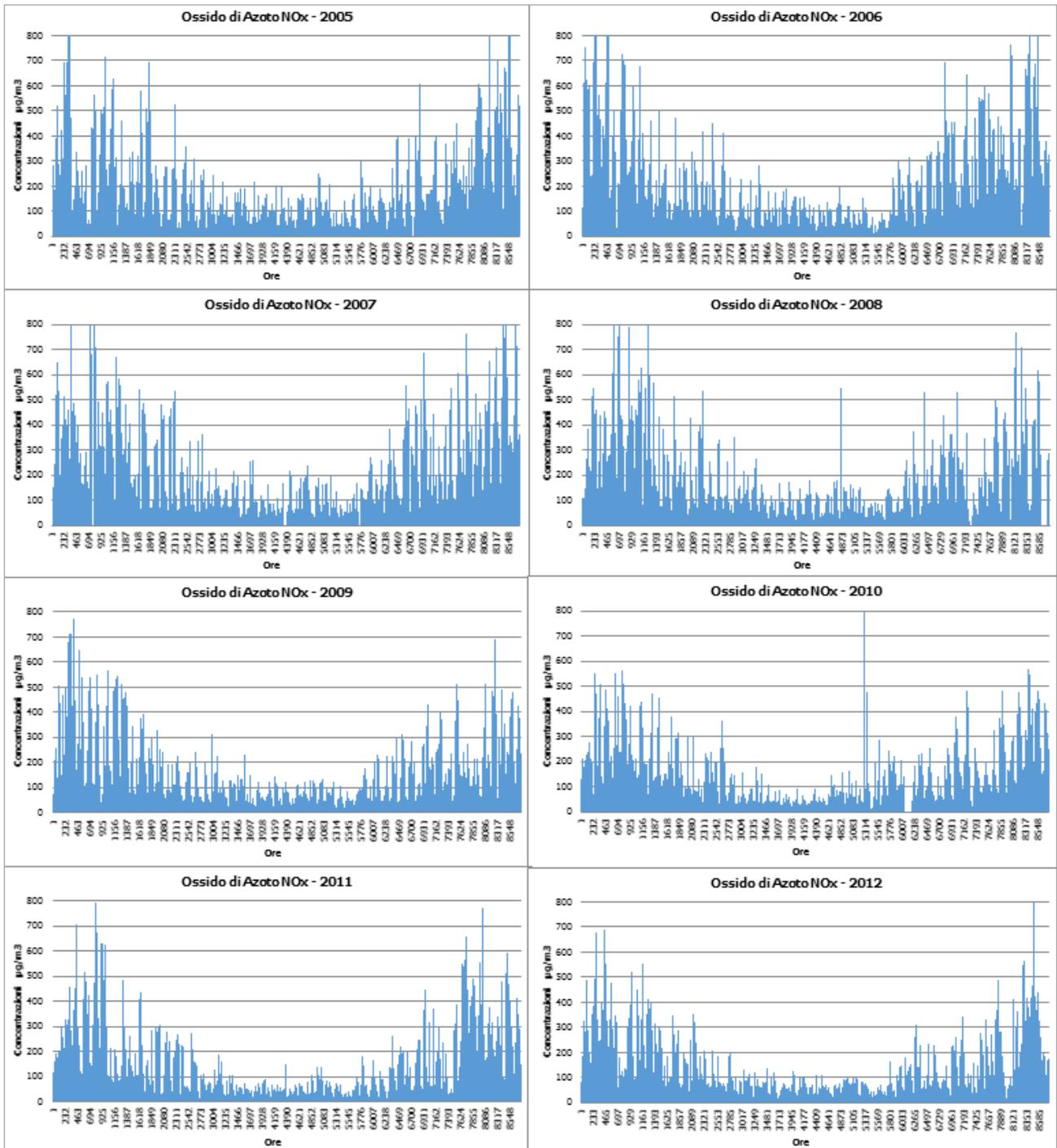


Figura 3-50 Medie annuali NOx (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

Vengono, inoltre, presentati tutti i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2005-2017, degli Ossidi di Azoto. Si nota come, anche dai valori orari, è possibile evidenziare un trend di riduzione all'interno dell'arco temporale di riferimento (cfr. Figura 3-51).



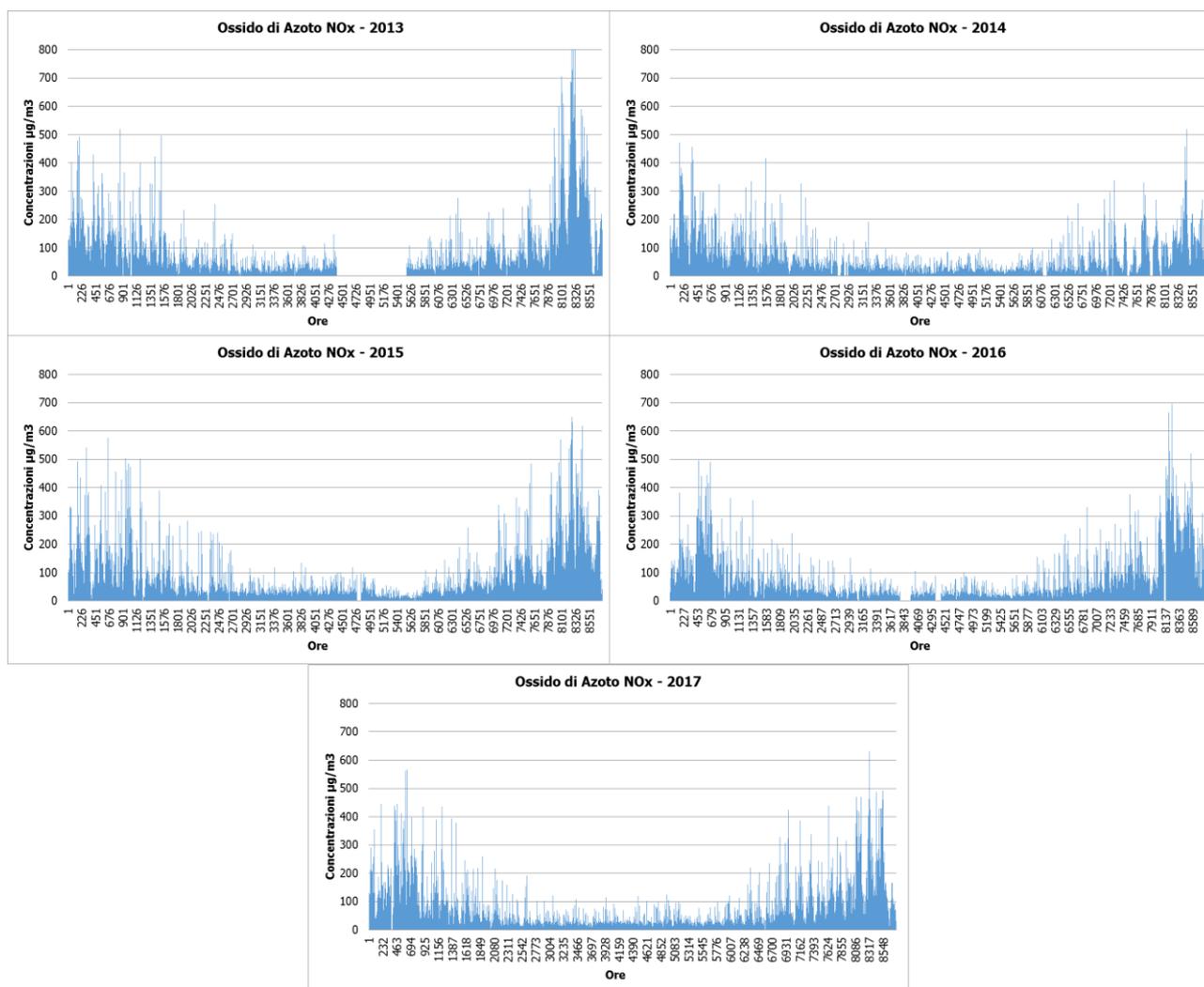


Figura 3-51 Valori orari di NOx anni 2005-2017 stazione di Rezzato (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

Concentrazioni di NO₂

I soli NO_x, tuttavia, non forniscono dati sufficienti ad un'analisi completa del territorio e soprattutto non verificano i limiti normativi. Pertanto, è stato condotto uno studio analogo anche sul Biossido di Azoto NO₂. Sono stati riassunti, nella Tabella 3-16, i dati presenti per il Biossido di Azoto dei 13 anni rilevati.

Anno	Valore Medio	Percentili					Valore Massimo	Superamenti
		50°	85°	90°	95°	99°		
2005	38,86	33,20	67,50	75,70	90,73	120,27	209,00	1
2006	42,14	37,00	71,30	80,80	95,80	131,20	212,10	3
2007	42,83	39,75	67,50	74,20	85,90	110,50	168,90	0
2008	36,40	32,10	60,70	67,20	77,00	101,35	193,80	0
2009	33,54	29,90	53,90	61,20	71,50	100,45	174,40	0
2010	31,54	29,40	51,70	56,40	63,33	76,10	115,80	0

Anno	Valore Medio	Percentili					Valore Massimo	Superamenti
		50°	85°	90°	95°	99°		
2011	28,66	25,70	47,30	52,90	60,90	75,67	102,00	0
2012	30,56	27,50	49,90	55,80	64,50	84,81	128,30	0
2013	31,84	29,50	49,30	54,10	62,80	89,68	214,60	3
2014	22,63	20,40	38,40	41,90	47,10	58,80	75,30	0
2015	29,74	27,20	49,00	54,40	62,80	78,00	114,20	0
2016	26,05	23,20	42,80	47,70	54,61	67,50	88,60	0
2017	26,20	22,10	45,10	50,20	57,30	70,92	91,00	0

Tabella 3-16 Analisi dei percentili NO₂ negli anni 2005-2017 – Stazione di Rezzato (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

In analogia a quanto visto per gli NO_x, rappresentando in forma grafica tali valori è possibile ottimizzare la lettura del dato. Il primo grafico proposto (cfr. Figura 3-52) permette di notare, come già visto nel medesimo grafico relativo agli Ossidi di Azoto, come i valori relativi a tutti i percentili analizzati siano diminuiti. Anche il valore massimo annuo è diminuito, dimezzando il proprio valore dal 2005 al 2017.

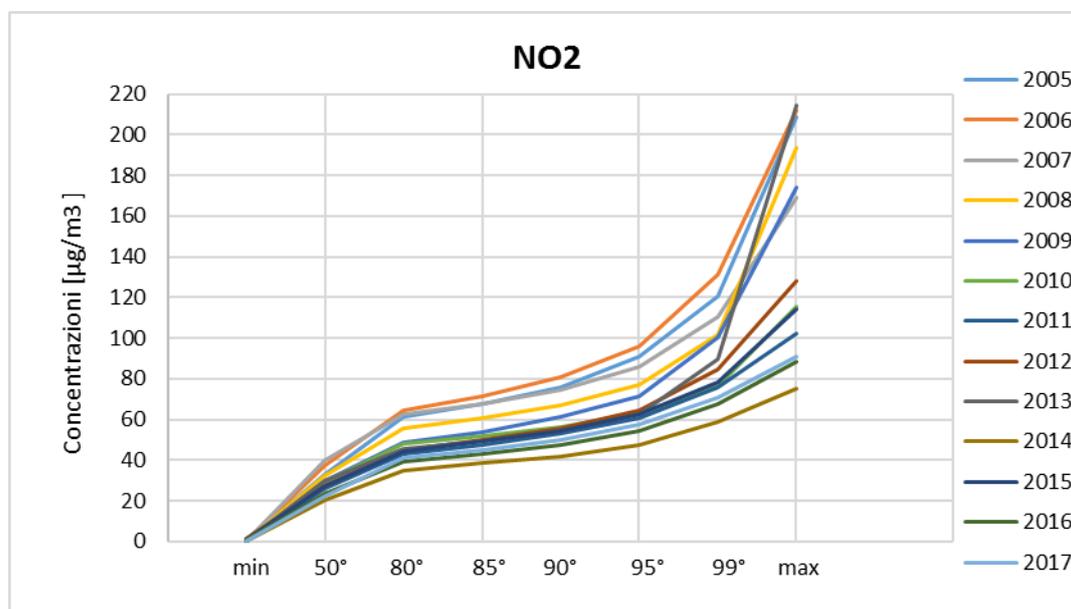


Figura 3-52 Percentili e valori massimi annui NO₂ (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

In accordo con gli Ossidi di Azoto, per quanto riguarda le medie per ogni anno rilevato (cfr. Figura 3-53), si può notare come col passare degli anni il trend sia decrescente, registrando un minimo, coerentemente all'analisi degli ossidi di azoto, nel 2014.

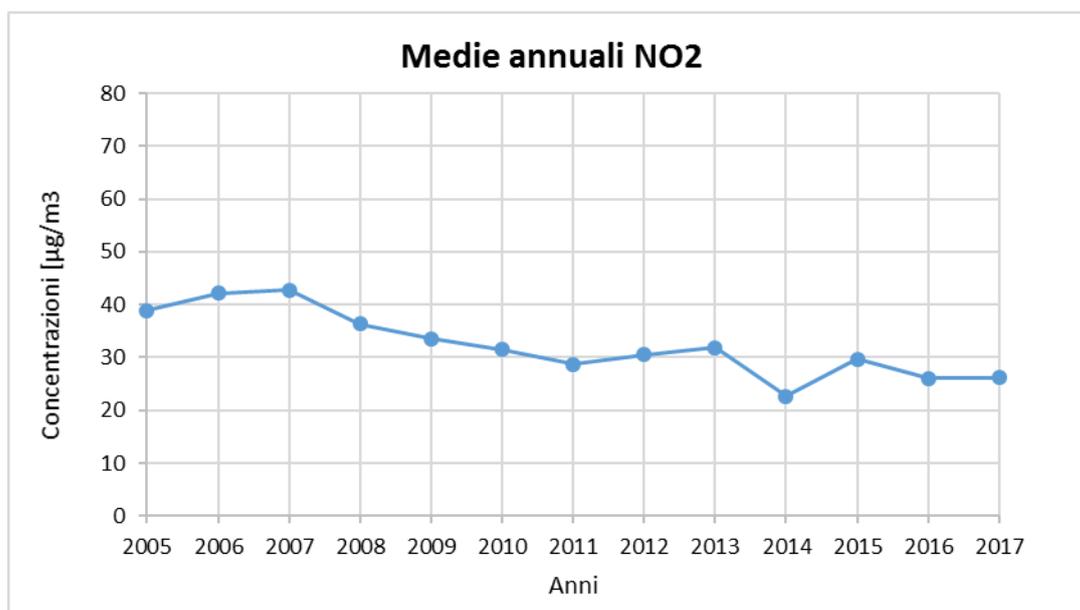
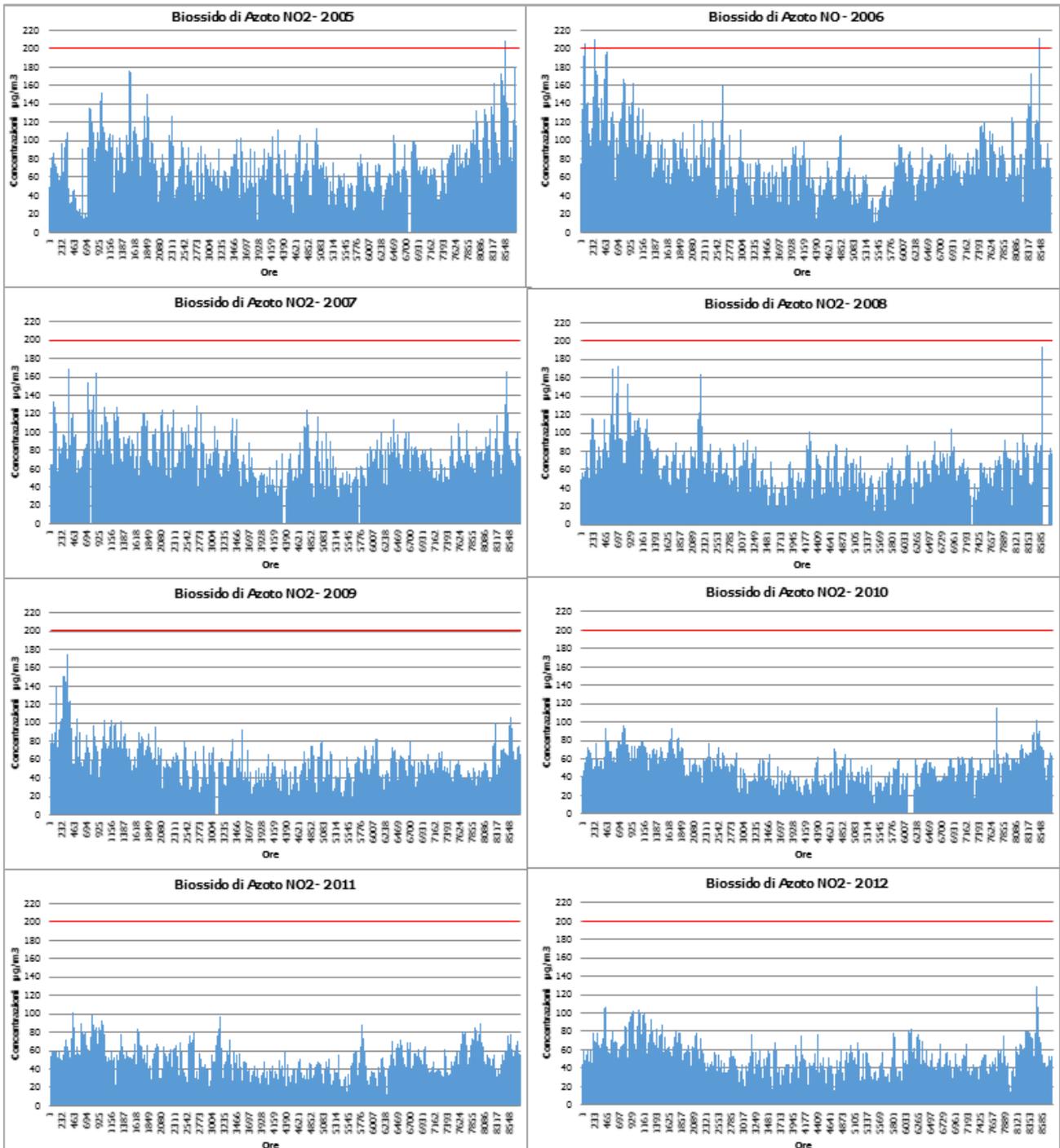


Figura 3-53 Medie annuali NO2 (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

Sono stati, inoltre, presentati i valori registrati, ora per ora, di tutti gli anni analizzati, 2005-2017, dei Biossidi di Azoto. Si nota come, anche dai valori orari, si può notare un trend di diminuzione in questo arco temporale (cfr. Figura 3-54).



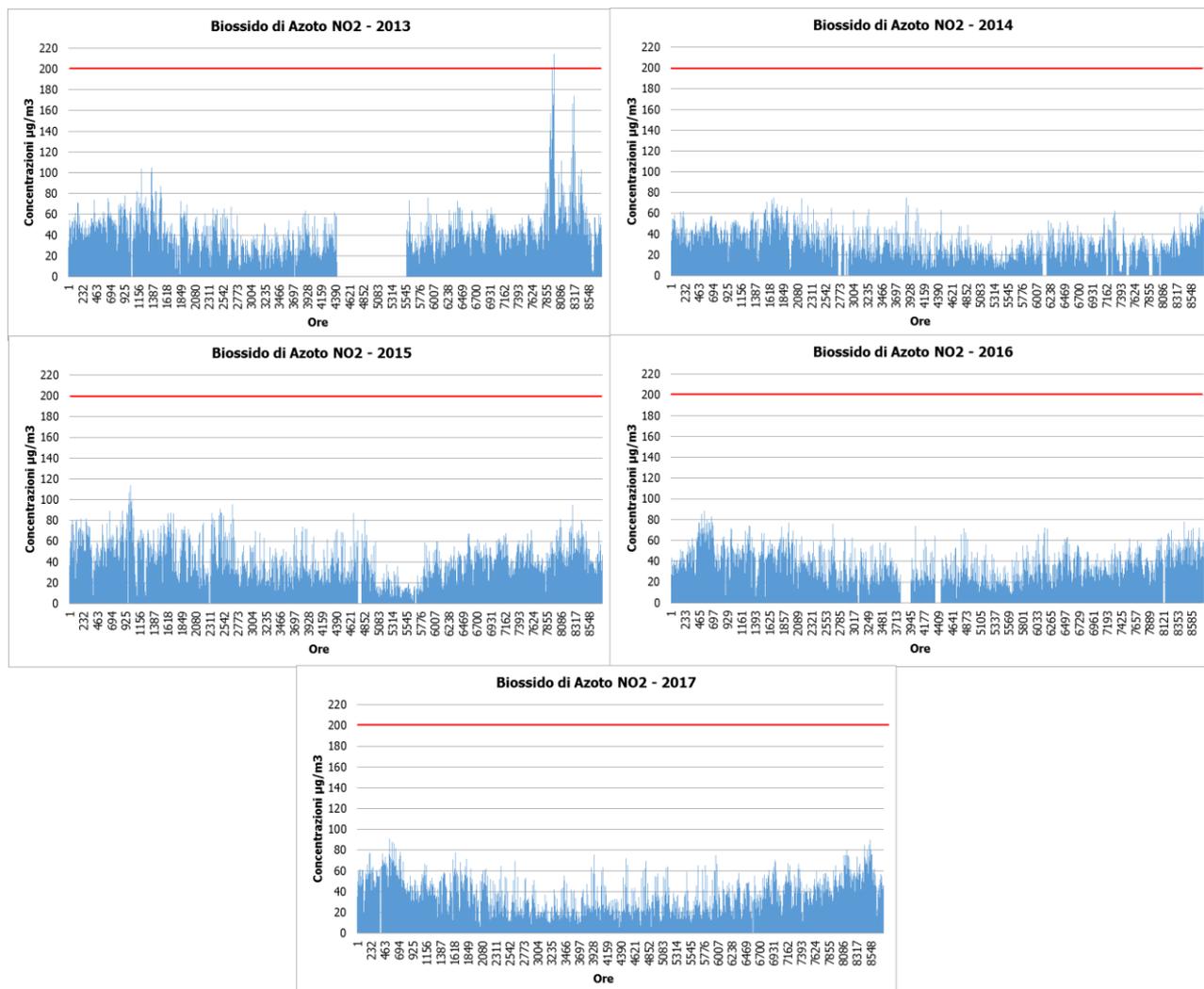


Figura 3-54 Valori orari di NO₂ anni 2005-2017 stazione di Rezzato (Fonte: *elaborazione dati ARPA*), in rosso il valore limite

Relazione NO_x-NO₂

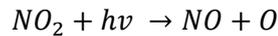
Il dato di partenza delle analisi, con particolare riferimento a quanto calcolato attraverso i modelli di analisi diffusionale degli inquinanti, è relativo agli ossidi di azoto NO_x. Con tale termine generalmente vengono indicati le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO₂.

Tali ossidi sono prodotti dal processo di combustione e dipendono fortemente dalla temperatura e dalla presenza di ossigeno durante la combustione. In termini generali la produzione primaria di ossidi di azoto da combustione è perlopiù composta da ossido di azoto (90%) e solo da una quota parte di biossido di azoto (10%). Tuttavia, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto nei processi di combustione si può convertire in NO₂, costituendo così una produzione secondaria di biossido di azoto, nonché producendo ozono.

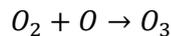
L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico.

Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni:

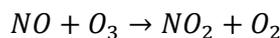
1. L'NO₂ prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi



2. Gli atomi di ossigeno altamente reattivi si combinano con le molecole di O₂ dando origine all'ozono O₃



3. L'O₃ reagisce con l'NO per formare nuovamente NO₂ e O₂



Le reazioni sin qui esposte rappresentano un ciclo che a sua volta rappresenta solo una quota parte delle reazioni chimiche che hanno luogo nella parte inferiore dell'atmosfera. Gli idrocarburi presenti in aria interferiscono nel ciclo, favorendo la conversione di NO in NO₂ in maniera più rapida rispetto al processo inverso, favorendo così l'accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera. Allo stesso modo andrebbero poi considerate le interazioni tra tali gas e l'umidità atmosferica, la quale porterebbe alla produzione acido nitrico e di nitrati.

Come descritto il processo di trasformazione da ossidi di azoto in biossido di azoto (inquinante rispetto al quale è possibile effettuare un confronto con i limiti normativi) è molto complesso e dipende da molte variabili.

Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo "Derwent and Middleton" 1996¹ il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NO_x-NO₂ ricavato da numerose misure sperimentali nell'area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da "Düring et al." nel 2011², anch'esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, "ARPA Emilia Romagna" ³, è stato evidenziato come il valore del rapporto NO₂/NO_x sia pari al 10% "...si può ritenere che la produzione di NO₂, quale inquinante primario, sia pari al 10 % dell'ossido di azoto complessivamente generato...".

Continuando l'analisi bibliografica è stato possibile determinare ulteriori relazioni relative alle trasformazioni degli NO_x nelle due componenti principali NO e NO₂. Uno studio condotto in Cina (Suqin Han et al.,2011).⁴ ha valutato il rapporto NO₂/NO_x relazionandolo all'ozono, O₃.

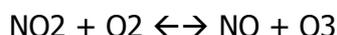
¹ Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO₂:NO_x. Clean Air, 26: 57-60.

² Düring I, Bächlin W, Ketzel M, et al. (2011) A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift 20:67-73. doi: 10.1127/0941-2948/2011/0491

³ Arpa Emilia Romagna

⁴ Analysis of the Relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China Suqin Han, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaoling Zhang, 2011

Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006 ⁵ hanno messo in evidenza come lo sviluppo, nel tempo, dei rapporti NO₂ / NO_x e l'ozono O₃ indichi la correlazione fotochimica tra gli ossidi di azoto e ozono. Un approccio semplice è l'equilibrio foto-stazionario:



Secondo la legge di azione di massa si ha la seguente relazione:

$$\frac{\text{NO} \cdot \text{O}_3}{\text{NO}_2} = k,$$

dove k è la costante di equilibrio.

Tuttavia, per la valutazione del caso in esame, ed in funzione delle variabili da cui dipende il ciclo di trasformazione sopraesposto, si è ritenuto importante considerare una legge empirica che potesse tener conto delle condizioni locali. A tale scopo è stata effettuata un'elaborazione specifica per determinare la correlazione tra NO_x e NO₂ in funzione dei dati rilevati dalle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria esposte nei capitoli precedenti.

Tale analisi ha mostrato un andamento parabolico della relazione tra $\frac{\text{NO}_2}{\text{NO}_x}$.

Infatti, dalla nuvola di punti, Figura 3-55, è stato possibile determinare una legge di regressione tra NO_x e NO₂.

⁵ Unexpectedly low decrease of NO₂ air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions
Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

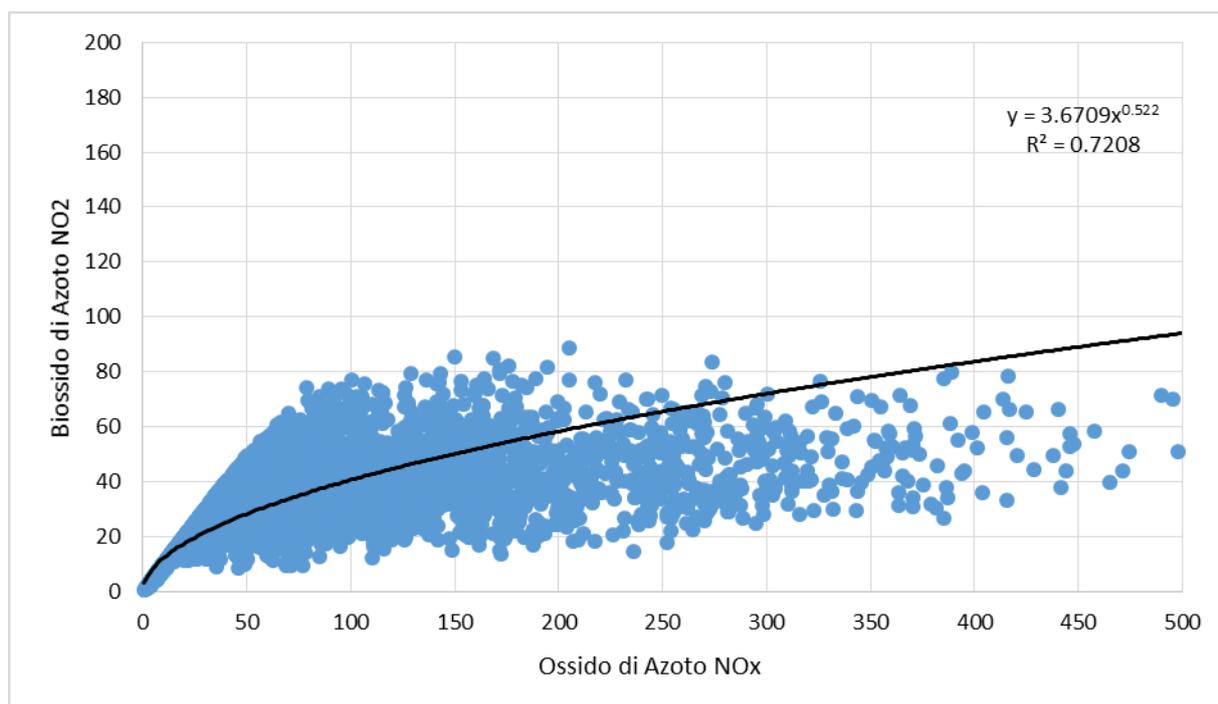


Figura 3-55 Nuvola di punti NO_x - NO₂ medie orarie fonte: *elaborazione dati ARPA*

La linea di tendenza che meglio approssima la nuvola di punti è rappresentata dalla potenza, che presenta un'alta affidabilità con un coefficiente di determinazione pari a $R^2=0,7208$.

Analizzando la curva si può notare come per valori di NO_x inferiori a 4,14, l'NO₂ risulti maggiori, perciò per tali valori si approssima la curva alla retta $y=x$.

In definitiva, quindi, la formulazione considerata con riferimento ai valori orari pertanto sarà la seguente:

$$NO_2 = \begin{cases} NO_x, & NO_x < 4,14 \\ (3,6709 NO_x)^{0,522}, & NO_x \geq 4,14 \end{cases}$$

3.4.4.3.3 Polveri

Le caratteristiche

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese, anche indicate come PM (Particulate Matter), sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1 μm);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 μm ;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 μm e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2 μm e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 μm ;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500 μm .

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera. Conseguenze diverse si hanno in relazione alla differente grandezza della particella inalata, distinguiamo le particelle fini che sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5 μm , e le altre dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 μm e vengono anche dette polveri inalabili perché sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Una frazione di circa il 60% di queste è costituita dalle polveri PM2,5 che rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron. Le PM2,5 sono anche dette polveri respirabili perché possono penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

Effetti sull'uomo

A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni più ridotte, infatti nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 μm vengono generalmente rimosse dal naso.

Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, ecc.).

Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono anche adsorbire dall'aria sostanze chimiche cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza, accentuandone gli effetti.

Le particelle più piccole penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose, possono infatti aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

Le persone più vulnerabili sono gli anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo. Nei luoghi di lavoro più soggetti all'inquinamento da particolato l'inalazione prolungata di queste particelle può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano una broncopolmonite cronica accompagnata spesso da enfisema polmonare.

Effetti sull'ambiente

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Il particolato dei fumi e delle esalazioni provoca una diminuzione della visibilità atmosferica; allo stesso tempo diminuisce anche la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è notata una diminuzione della visibilità del 50%, ed il fenomeno risulta tanto più grave quanto più ci si avvicina alle grandi aree abitative ed industriali. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensazione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua, di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli. Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici, insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti.

Le polveri (ad esempio quelle emesse dai cementifici), possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Gli effetti del particolato sul clima della terra sono invece piuttosto discussi; sicuramente un aumento del particolato in atmosfera comporta una diminuzione della temperatura terrestre per un effetto di riflessione e schermatura della luce solare, in ogni caso tale azione è comunque mitigata dal fatto che le particelle riflettono anche le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra.

E' stato comunque dimostrato che negli anni immediatamente successivi alle più grandi eruzioni vulcaniche di tipo esplosivo (caratterizzate dalla emissione in atmosfera di un'enorme quantità di particolato) sono seguiti degli anni con inverni particolarmente rigidi.

Alcune ricerche affermano che un aumento di 4 volte della concentrazione del particolato in atmosfera comporterebbe una diminuzione della temperatura globale della terra pari a 3,5°C.

Concentrazioni PM10

Per analizzare i valori di concentrazione del PM10 sono stati visionati i dati registrati dal 2005 al 2017, omogeneamente all'analisi condotta per gli ossidi ed i biossidi di azoto. Tali dati hanno permesso di comprendere l'evoluzione, in questo arco temporale, dell'inquinante.

Sono stati riassunti, nella Tabella 3-17, i dati presenti per il PM10 negli anni rilevati, dalla quale emerge la criticità del PM10 nell'area di riferimento, dato l'elevato numero di superamenti del limite normativo.

Anno	Valore Medio	Percentili					Valore Massimo	Superamenti
		50°	85°	90°	95°	99°		
2005	53,24	44,00	89,00	101,00	123,00	170,43	184,00	149
2006	57,34	49,00	92,00	108,20	130,80	186,00	224,00	172
2007	58,18	48,00	93,50	101,00	128,50	172,00	192,00	163
2008	50,55	41,00	79,30	95,20	118,00	171,52	189,00	132
2009	48,15	43,00	73,10	82,00	99,70	145,34	186,00	130
2010	43,56	38,00	68,00	78,00	99,00	120,40	154,00	105
2011	54,16	45,50	88,00	101,00	120,70	152,17	178,00	154
2012	46,14	39,00	74,00	81,00	103,65	128,64	149,00	115
2013	41,92	34,00	68,00	80,00	99,80	145,58	162,00	90
2014	37,41	31,00	60,00	67,00	88,00	110,80	117,00	90
2015	42,71	36,00	70,00	83,00	95,45	115,43	126,00	111
2016	39,47	32,00	64,00	79,20	103,20	146,12	156,00	82
2017	42,32	33,00	74,35	87,00	105,80	136,49	175,00	100

Tabella 3-17 Analisi dei percentili PM10 negli anni 2005-2017 – Stazione di Rezzato (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

La sintesi di questi dati permette una lettura più chiara dell'andamento nel tempo del PM10. Il primo grafico analizzato, Figura 3-56, permette di notare, come i valori relativi a tutti i percentili analizzati siano diminuiti negli anni.

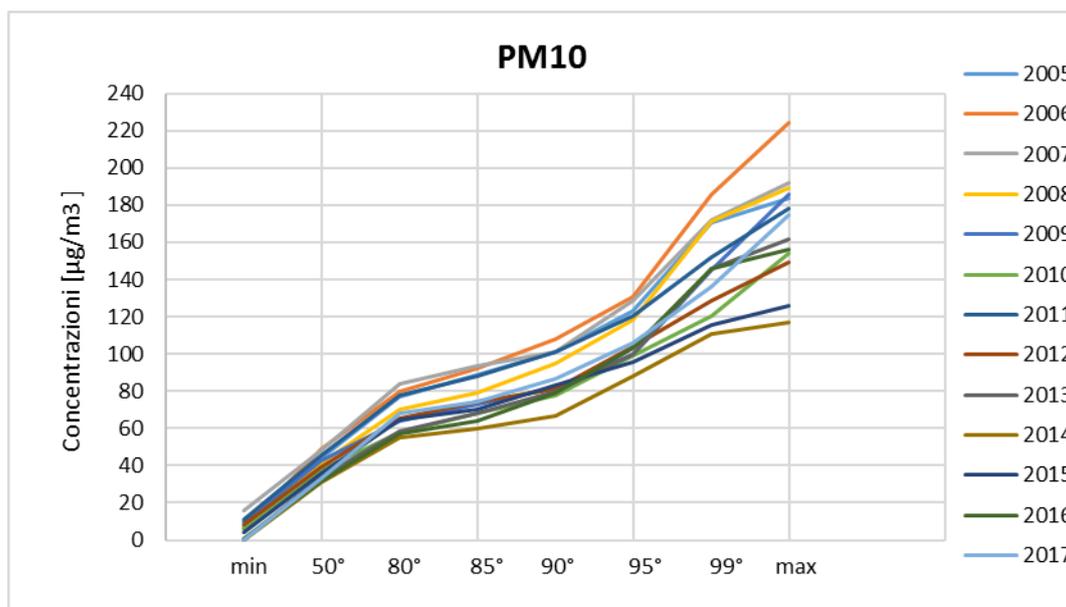


Figura 3-56 Percentili e valori massimi annui PM10 (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

Analizzando le medie, Figura 3-57, si evidenzia, invece, come il valore medio sia oscillante, registrando una crescita dal 2005 al 2007, una decrescita dal 2007 al 2010, per poi risalire con un picco nel 2011 e successivamente diminuire con un minimo nel 2014.

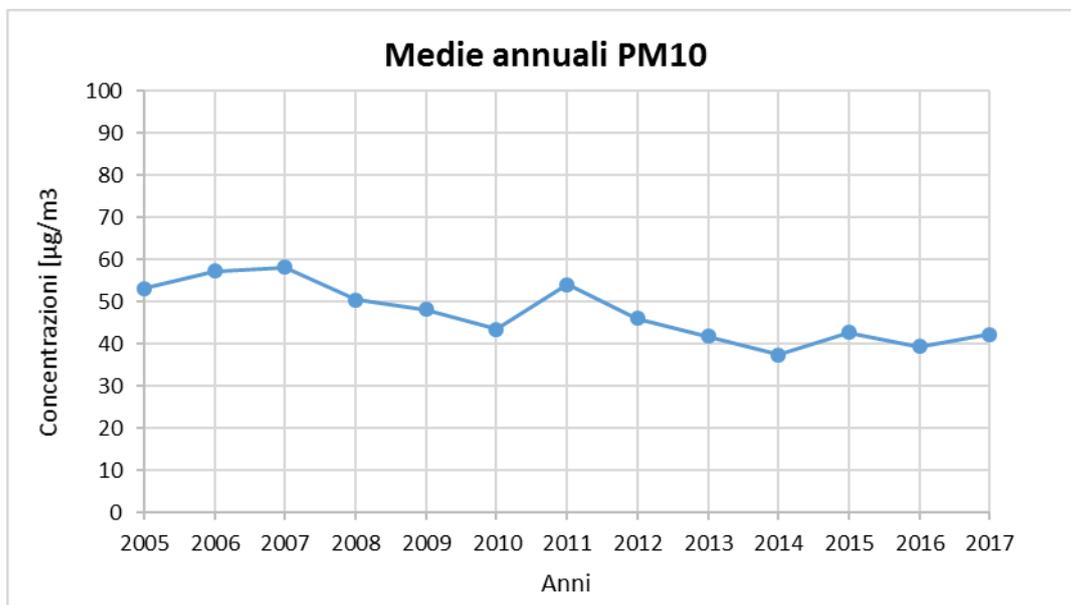
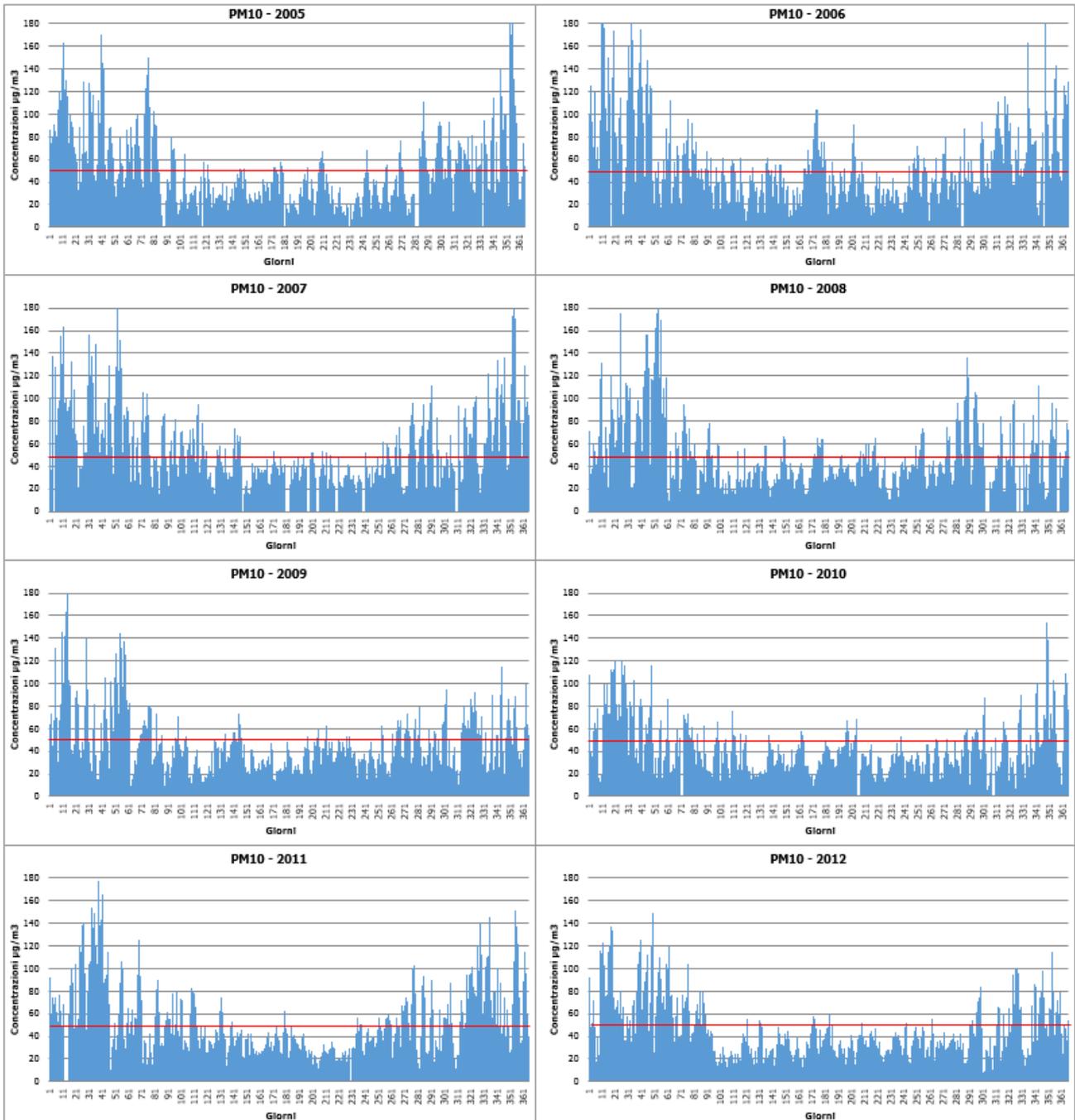


Figura 3-57 Medie annuali PM10 (Fonte: *elaborazione dati ARPA*)

Questo andamento generale dei valori di PM10 è evidenziato in parte anche confrontando il dato orario per i diversi anni analizzati, riportato in Figura 3-58.

Come è possibile osservare dalle figure e come visto anche dalla Pianificazione in materia di qualità dell'aria, i valori di PM10 risultano molto critici nell'area in esame, con numerosi superamenti del limite normativo giornaliero e anche con superamenti del valore di media annua, che ad esempio nel 2017 è pari a 42,32 µg/m³.



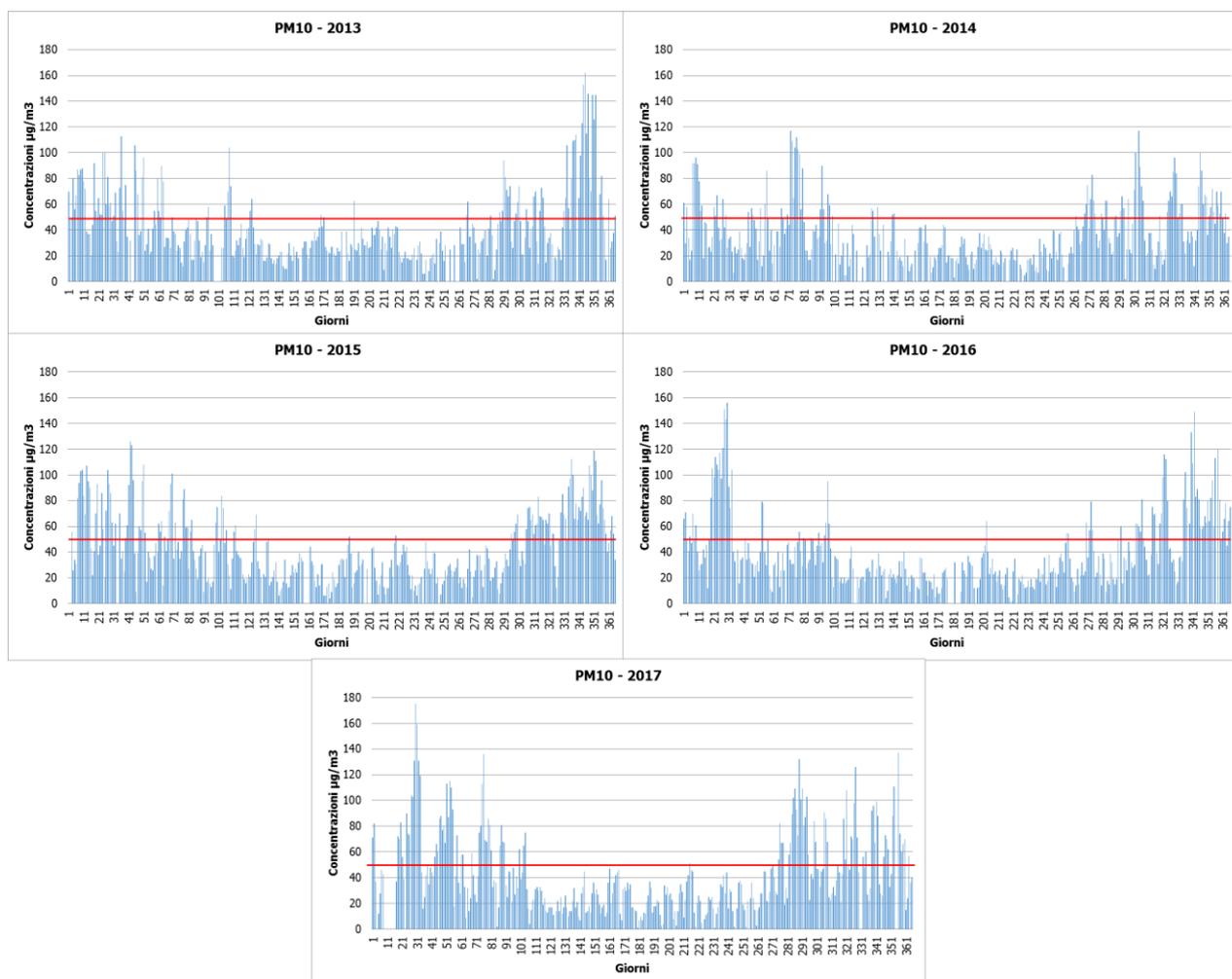


Figura 3-58 Valori orari di PM10 anni 2005-2017 stazione di Rezzato (Fonte: *elaborazione dati ARPA*), in rosso il valore limite

3.4.4.3.4 Quadro sinottico della qualità dell'aria

Nel presente paragrafo si riassumono i valori di qualità dell'aria relativi alla centralina di Rezzato rappresentativa della qualità dell'aria nell'area aeroportuale di Montichiari. La Tabella 3-18 nello specifico mostra i valori di riferimento all'anno 2017, anno di riferimento dello scenario attuale per le analisi effettuate.

Inquinante	Valore di qualità dell'aria media annua 2017
Ossido di Azoto – NO _x	51,7 µg/m ³
Biossido di Azoto – NO ₂	26,2 µg/m ³
Particolato – PM ₁₀	42,3 µg/m ³

Tabella 3-18 Valori di qualità dell'aria media annua

3.5 Le simulazioni modellistiche allo scenario attuale

3.5.1 Il modello di simulazione emissivo e diffusionale: EDMS

Il modello di simulazione è uno strumento utilizzabile per studiare da un lato le emissioni dei principali inquinanti prodotti dalle sorgenti connesse all'esercizio di infrastrutture aeroportuali, dall'altro il trasporto e la dispersione di tali inquinanti in atmosfera attraverso l'uso di modelli matematici.

Al fine di una corretta stima delle concentrazioni, il modello da applicare deve essere scelto dopo aver risposto ad alcune domande di carattere generale. Deve essere preliminarmente definito lo scenario di applicazione, inteso come l'insieme degli elementi caratteristici del problema che consentono di individuare la categoria di modelli appropriata. In tal senso devono essere definite:

- la scala spaziale e temporale;
- complessità territoriale, orografica e meteorologica dell'area;
- tipologia delle sorgenti di emissione;
- sostanze inquinanti da considerare.

In secondo luogo, si devono verificare in dettaglio i requisiti degli output che si desiderano dal modello e la disponibilità di tutti i dati di input necessari e delle risorse hardware e software.

Il modello utilizzato è il software realizzato dalla FAA (Federal Aviation Administration) in collaborazione con la USAF (U.S. Air Force) ed è attualmente il modello più utilizzato al mondo per studiare la dispersione dell'inquinamento atmosferico prodotto da un aeroporto. Questo modello, denominato EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System), viene costantemente aggiornato al fine di garantire risultati sempre più attendibili.

La sua struttura prevede una serie di sottomodelli in grado di considerare e valutare le emissioni generate dalle sorgenti presenti sia all'interno sia all'esterno dell'aeroporto. In maniera schematica si distinguono due moduli principali: uno relativo alla trattazione dei fenomeni di emissione (Emission Module) e l'altro relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera (Dispersion Module).

Nel primo modulo avviene la stima della quantità e delle tipologie di inquinanti immesse in atmosfera da ogni singola sorgente. Una volta determinata la quantità di inquinante in atmosfera, il secondo modulo ne segue il destino, considerando i processi fisici legati alle condizioni meteorologiche a cui ciascun inquinante è sottoposto; in questa fase avviene la stima delle concentrazioni degli inquinanti nei siti indicati come recettori.

EDMS si appoggia ad un database interno ed interagisce con l'utente attraverso un'interfaccia grafica utilizzando in entrambi i moduli algoritmi approvati dall'agenzia per la protezione ambientale americana (EPA-Environmental Protection Agency).

Al fine di procedere all'applicazione del modello è necessaria una dettagliata ricerca circa tutte le attività presenti all'interno del sedime aeroportuale che emettano particelle inquinanti, contribuendo in quantità più o meno significativa all'alterazione delle condizioni atmosferiche.

Una volta catalogate le sorgenti inquinanti è necessario affiancare ad esse le informazioni topografiche e meteorologiche del sito, raccolte nello stesso periodo temporale, dal momento che sono le principali responsabili della diffusione delle emissioni prodotte. L'output fornito dal modello è rappresentato dalle concentrazioni medie, orarie, giornaliere e annuali, dei singoli inquinanti previste in corrispondenza di recettori definiti, ovvero su una maglia di punti di calcolo.

Attraverso un'interfaccia grafica il software permette l'immissione di tutti i dati necessari ad effettuare, a seconda delle esigenze, sia un inventario delle emissioni presenti nell'aeroporto esaminato sia ad abbinare a queste le informazioni necessarie per calcolarne la dispersione.

Utilizzando metodologie approvate dall'EPA, il primo modulo del programma fornisce una panoramica delle emissioni prodotte dalle varie sorgenti presenti in una struttura aeroportuale, quali gli aeroplani e tutti i veicoli a motore (interni ed esterni all'aeroporto), nonché una serie di sorgenti stazionarie come gli inceneritori o le centrali termiche.

La dispersione di questi inquinanti, trasportati anche fuori dall'aeroporto, è stimata dal secondo modulo che richiede per questo informazioni sia sui dati meteorologici caratterizzanti il sito sia informazioni sull'orografia della zona.

In dettaglio EDMS utilizza il modello AERMOD, modello di dispersione degli inquinanti sviluppato dall'EPA, e AERMET, preprocessore meteorologico di AERMOD, per restituire in formato di testo i valori delle concentrazioni degli inquinanti nell'area studiata.

Per cominciare occorre impostare un "nuovo studio" specificando il nome dell'aeroporto ed indicandone la posizione attraverso la latitudine, la longitudine e l'altezza sul livello del mare. Si passa quindi ad inserire l'elenco completo delle sorgenti inquinanti presenti nel sedime analizzato, indicandone la tipologia, l'eventuale carburante utilizzato, il tempo di attività e, unicamente se si desidera utilizzare anche il Dispersion Module, la distribuzione di tale attività nelle diverse ore della giornata e nei diversi periodi dell'anno.

A questo punto il modello contiene tutti i dati necessari per generare un inventario delle emissioni che restituisca sia per singola sorgente che come totale prodotto dall'unione di tutte le fonti inquinanti legate alle attività aeroportuali.

Per calcolare la dispersione delle emissioni quantificate sono necessarie una serie di ulteriori informazioni; oltre al già menzionato profilo operativo che descrive la distribuzione delle attività durante le ore della giornata influenzate anche dai diversi periodi dell'anno, è richiesta l'introduzione delle coordinate di ogni singola sorgente in modo da costruire una piantina in scala del sedime studiato. Utilizzando poi l'elenco degli aerei inserito nel primo modulo si deve assegnare ad ognuno di questi la pista di atterraggio, il gate di stazionamento con il percorso per raggiungerlo e la pista di decollo.

Il programma, infine, consente di inserire fino a 1500 punti recettori, per i quali indicherà per ogni inquinante trasportatovi la variazione oraria della sua concentrazione.

Un passaggio chiave nello studio della dispersione è la creazione dei due file meteorologici utilizzati da AERMET, uno contenente le condizioni climatiche sulla superficie, l'altro la situazione meteorologica in quota.

A questo punto EDMS ha sufficienti informazioni per creare un file di input per AERMOD che calcolerà così la dispersione degli inquinanti nei punti recettori precedentemente inseriti; i risultati, salvati in un file di testo, possono essere letti, stampati o utilizzati in altri programmi (quali ad esempio EXCEL e SURFER) per effettuare dei grafici rappresentativi della situazione.

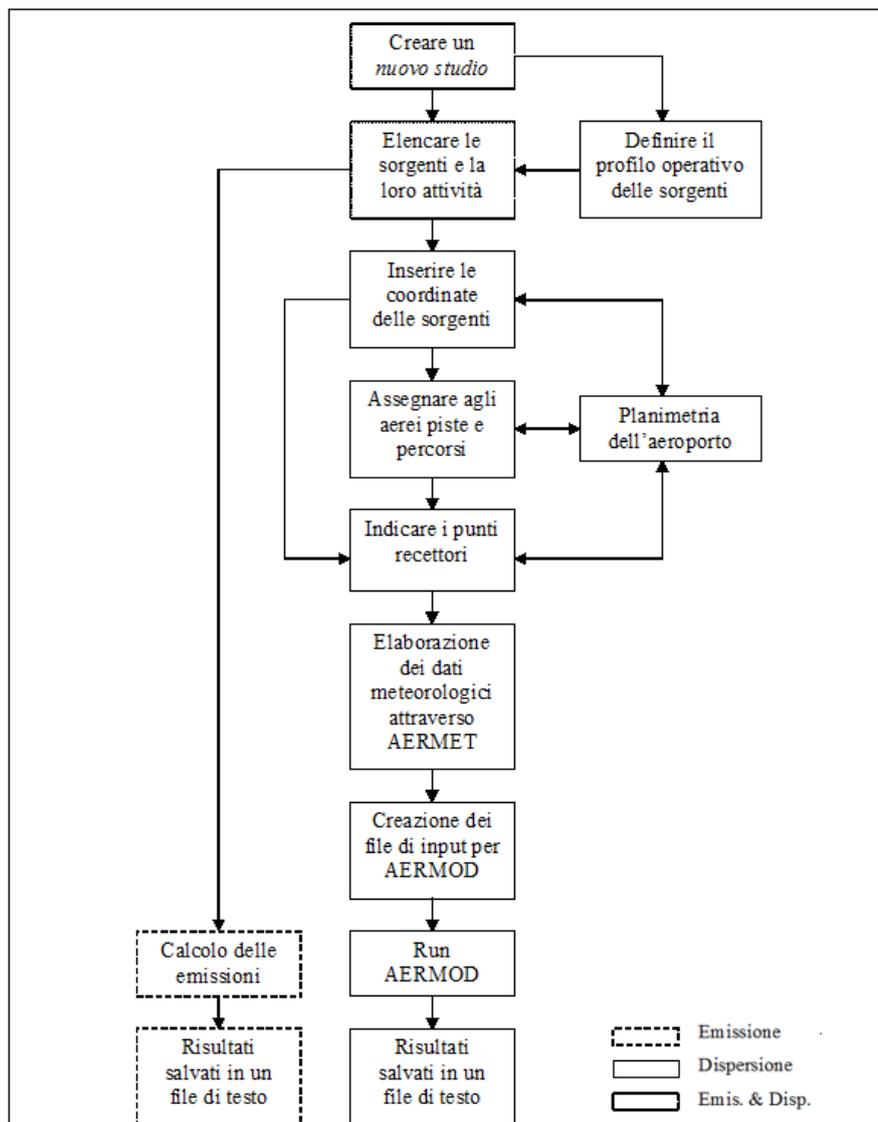


Figura 3-59 Diagramma di flusso del software EDMS.

"Emission Module"

Questa prima parte del software permette di calcolare la quantità di sostanze inquinanti immesse nell'ambiente dalle diverse sorgenti presenti in un aeroporto. Attraverso delle finestre di dialogo il programma invita l'utente ad inserire i dati necessari riguardanti prima gli aerei e le attività ad essi connesse, poi gli autoveicoli, sia in moto che in sosta, ed infine una serie di sorgenti stazionarie. Per ogni dato che il programma richiede di inserire, come i modelli di aerei utilizzati o le macchine operatrici (GSE) di cui necessitano, è disponibile un ricchissimo database composto dalla quasi totalità dei modelli presenti sul mercato attuale; è però sempre possibile creare un nuovo modello non presente nella lista inserendone tutte le caratteristiche fornite direttamente dalla casa produttrice o ricercate in letteratura, quali ad esempio il consumo di carburante con i relativi indici di emissione (EPA,1992; EPA et al, 1996).

"Dispersion Module"

Il secondo modulo genera dei file di input utilizzabili dal modello di dispersione AERMOD con il suo preprocessore meteorologico AERMET, al fine di restituire le concentrazioni orarie degli inquinanti nei punti recettori precedentemente definiti a diverse distanze dalle sorgenti.

Il modello AERMOD assume una distribuzione della concentrazione di forma gaussiana sia in direzione orizzontale sia lungo la verticale se si è in condizioni di stabilità atmosferica; in uno strato limite convettivo, lungo l'orizzontale la dispersione è gaussiana mentre in direzione verticale la concentrazione è calcolata con una funzione di probabilità della densità.

La teoria di approccio al problema della dispersione utilizzata dal modello è quella euleriana che studia il trasporto e la dispersione rispetto ad un sistema fisso solidale con la terra, contrapponendosi a quella lagrangiana che sfrutta un sistema di riferimento solidale con la particella in movimento con l'ipotesi semplificativa della conservazione della massa nel tempo.

3.5.1.1 Inventario delle principali sorgenti inquinanti

Il principale contributo alle emissioni o dell'aria è dato ovviamente dagli *aeromobili*, per una notevole emissione di particelle inquinanti e la grande quantità di ossigeno bruciato dai suoi motori. Per la combustione di ogni chilogrammo di kerosene vengono utilizzati infatti circa 3,4 kg di ossigeno e le medie delle quantità di alcuni prodotti di tale combustione, sebbene possano variare molto da motore a motore, possono rientrare nei seguenti intervalli:

CO	0,7-2,5 g/kg
NOx	6-20 g/kg
SO2	1-2 g/kg
CO2	3-4 kg/kg
CxHy	0,1-0,7 g/kg
H2O	1-2 kg/kg

Tabella 3-19 Quantità medie di inquinanti prodotti ogni kg di combustibile

Questi possono variare a seconda dell'attività svolta dal mezzo, ovvero della fase in cui si trova ad operare l'aeromobile la quale caratterizza la fase di funzionamento del motore dell'aeromobile steso. A titolo esemplificativo nella fase di decollo si producono principalmente gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo e le particelle in sospensione mentre durante l'atterraggio il monossido di carbonio e gli idrocarburi.

Strettamente connesse all'aeromobile sono poi una lunga serie di attività anch'esse inquinanti, indicate con la sigla *GSE (Ground Support Equipment)*, che l'affiancano dal momento dell'atterraggio fino al successivo decollo; tra queste possiamo citare le più comuni come i mezzi di trasporto per l'imbarco dei passeggeri, i mezzi adibiti al carico e scarico merci, i rimorchiatori degli aeromobili che li guidano negli spostamenti, i deicers.

Oltre a tali sorgenti è opportuno ricordare i Gruppi Elettrogeni Ausiliari degli aerei, più noti con la sigla *APU (Auxiliary Power Unit)*, anch'essi responsabili di una quota parte dell'inquinamento aeroportuale. Questi sono utilizzati sia come generatori di corrente per procurarsi l'energia necessaria per l'utilizzo delle apparecchiature elettriche di bordo anche dopo l'atterraggio e il conseguente spegnimento dei motori, sia per garantire il continuo funzionamento dei condizionatori d'aria.

Un tempo utilizzati senza limitazioni, oggi, in ragione di una maggiore sensibilità verso le problematiche ambientali, se ne limita il più possibile l'impiego grazie al ricorso alle prese di corrente a 400 Hz da cui l'aereo in sosta può trarre l'energia di cui necessita, disponibili presso i gate di tutti i maggiori aeroporti. Per quanto riguarda invece il condizionamento dell'aria sono utilizzate delle macchine (appartenenti anch'esse a quell'insieme di attrezzature denominato GSE) che, una volta portatesi sotto l'aereo, lo forniscono di aria già condizionata.

Oltre a tali sorgenti, direttamente correlabili al funzionamento dell'aeroporto, vi sono delle sorgenti che si potrebbero definire indirette, ma che contribuiscono in maniera significativa all'inquinamento atmosferico locale.

Tra questi, un ruolo non trascurabile è ricoperto dal *traffico veicolare*, costituito, oltre che dalle automobili utilizzate dagli operatori aeroportuali per spostarsi all'interno del sedime e dai già menzionati mezzi adibiti all'assistenza degli aerei in sosta (GSE), i flussi originati ed attratti dall'aeroporto stesso, termine con il quale si è soliti individuare sia la componente passeggeri che quella addetti.

In ogni caso, a prescindere dalle diverse componenti di traffico, tali flussi sono costituiti per la maggior parte da mezzi mossi da motori a combustione ed alimentati a benzina verde o gasolio.

Un'ultima sorgente emissiva non trascurabile, spesso presente nei grandi aeroporti, sono le centrali termiche utilizzate dall'aeroporto per la produzione propria dell'energia necessaria alle attività quotidiane.

Nei capitoli successivi si descriveranno in maniera sintetica le metodologie di calcolo delle emissioni delle sorgenti sopracitate considerate all'interno del software EDMS.

3.5.1.2 Calcolo delle emissioni prodotte dagli aeromobili

Il calcolo delle emissioni prodotte dagli aeromobili è condotto mediante il software EDMS (descritto nel precedente capitolo) che contiene una banca dati con un elenco di quasi 500 modelli diversi di aeromobili e per ognuno di essi propone una lista di motori di cui l'aereo considerato può essere fornito. Una volta inserito il modello di aereo con i rispettivi motori si deve indicare quanti movimenti effettua durante il periodo in cui si esegue lo studio. L'attività di un aereo è calcolata per ogni Landing-Takeoff Cycle (LTO), cioè l'insieme delle varie fasi che si susseguono dall'avvicinamento al suolo e atterraggio (landing), a cui segue lo spostamento a terra fino a raggiungere il gate assegnato da cui ripartire una volta effettuate tutte le operazioni, spostandosi verso la pista di decollo dove si attende il proprio turno per il rialzarsi in volo (takeoff).

Il programma contiene inoltre un database in cui ad ogni modello di aeromobile associa i minuti necessari all'avvicinamento al suolo e atterraggio e i minuti necessari al decollo e salita in quota. Altre informazioni richieste per il singolo modello di aereo inserito sono il tipo di APU di cui è fornito, anch'esso da scegliere in un elenco di modelli compatibili con l'aereo, e indicare tutte le unità operative di cui necessità durante la sosta al gate.

Unendo i dati inseriti alle nozioni presenti nel database che il software contiene, quali ad esempio gli indici di emissioni di alcuni inquinanti, espressi in grammi prodotti per kg di carburante utilizzato, o la quantità di carburante necessaria ad un dato aereo nelle varie fasi di LTO, EDMS restituisce per il periodo considerato la quantità di ogni singolo inquinante prodotta da ogni aereo nelle sue diverse fasi utilizzando formule matematiche con la seguente struttura:

$$E_{ij} = \sum \left(TF_{jk} \times \frac{FC_{jk}}{1000} IE_{jk} \times NM_j \right)$$

dove:

- E_{ij} = emissione dell'inquinante i prodotto dal modello di aereo j in un singolo *LTO Cycle*;
- TF_{jk} = durata della fase k per il modello di aereo j ;
- FC_{jk} = flusso di carburante durante la fase k per ogni motore usato dal modello di aereo j ;
- IE_{ijk} = indice di emissione dell'inquinante i durante la fase k per il modello di aereo j ;
- NM_j = numero di motori montati sul modello di aereo j .

MODELLO	OPERAZIONE	FLUSSO DI CARBURANTE [Kg/s]	CO [g/kg]	HC [g/kg]	NOx [g/kg]	SOx [g/kg]
Airbus320	Approach	0,000051	25,046	4,923	4,090	1,717
Airbus320	Climb Out	0,921	0,946	0,243	22,889	1,717

MODELLO	OPERAZIONE	FLUSSO DI CARBURANTE [Kg/s]	CO [g/kg]	HC [g/kg]	NOx [g/kg]	SOx [g/kg]
Airbus320	Takeoff	1,102	0,924	0,237	25,988	1,717
Airbus320	Taxi	0,512	0,924	0,386	13,882	1,717

Tabella 3-20 Esempio di flusso di carburante (FC) e di indici di emissione (IE) per il modello Airbus Industrie 320 nelle diverse attività svolte

Per calcolare il totale delle emissioni prodotte dagli aeromobili bisogna moltiplicare quelle ora calcolate per il modello di aereo j durante un singolo LTO per il numero di LTO effettuati nel periodo in esame ed eseguire poi una sommatoria di tutti i modelli considerati:

$$E_{ti} = \sum (EI_{ij} \times LTO_j)$$

dove:

- E_{ti} = emissione totale dell'inquinante i prodotto dagli aerei transitanti nel sito nel periodo considerato;
- EI_{ij} = emissione dell'inquinante i prodotto dal modello di aereo j in un singolo LTO Cycle;
- LTO_j = numero di Landing and Takeoff Cycle effettuati dal modello di aereo j durante il periodo in esame.

3.5.1.3 Calcolo delle emissioni prodotte dagli APU

Per il calcolo di queste emissioni basta conoscere il modello di APU di cui un aereo è dotato e la durata del suo funzionamento.

Anche in questo caso il software possiede un elenco di APU compatibili con l'aereo inserito e ne conosce le caratteristiche tecniche necessarie quali il consumo di carburante e gli indici di emissione dei vari inquinanti, disponibili comunque in letteratura (EPA et al, 1996).

Il calcolo delle emissioni prodotte dagli APU viene calcolato per un singolo LTO ed è direttamente proporzionale al suo tempo di funzionamento:

$$E_{ij} = T \times \frac{FF_j}{1000} \times E_{ij} \times N_j$$

dove:

- E_{ij} = emissione dell'inquinante i prodotto dal modello di APU installato sul modello di aereo j in un singolo LTO Cycle;
- T = tempo di funzionamento dell'APU in un LTO Cycle;
- FF_j = flusso di carburante per ogni APU utilizzato dal modello di aereo j;
- E_{ij} = indice di emissione dell'inquinante i per ogni APU installato sul modello di aereo j;
- N_j = numero di APU installati sul modello di aereo j.

Per calcolare il totale delle emissioni prodotte bisogna moltiplicare quelle ora calcolate per il modello di aereo j durante un singolo LTO per il numero di LTO eseguiti da questo aeromobile nel periodo considerato ed eseguire poi una sommatoria di tutti gli aerei transitanti nel sito:

$$E_{ti} = \sum (EI_{ij} \times LTO_j)$$

dove:

- E_{ti} = emissione totale dell'inquinante i prodotto dagli APU installati su tutti i modelli di aerei considerati;
- EI_{ij} = emissione dell'inquinante i prodotto dal modello di APU installato sul modello di aereo j in un singolo LTO Cycle;
- TO_j = numero di Landing and Takeoff Cycle effettuati dal modello di aereo j durante il periodo in esame.

3.5.1.4 Calcolo delle emissioni prodotte dai GSE

Arrivato al gate, all'aereo si affiancano una lunga serie di altri mezzi indicati con la sigla GSE (Ground Support Equipment) ognuno con un compito specifico come ad esempio il carico-scarico bagagli, il rifornimento carburante e il trasporto dei passeggeri. Sono circa 200 i mezzi presenti nel database del software con indicate tutte le loro caratteristiche tecniche, è comunque possibile inserire una macchina particolare o di nuova produzione che non compare nella lista una volta documentatisi sul tipo di alimentazione e la potenza del motore e i rispettivi indici di emissione (Jagielsky et al,1994). La seguente equazione viene utilizzata per calcolare l'emissione di un determinato inquinante effettuata dal mezzo in esame:

$$E_{it} = BHP_t \times FC_t \times T_t \times IE_{it}$$

dove:

- E_{it} = emissione dell'inquinante i prodotto dal GSE t ;
- HPT_t = potenza effettiva del motore del GSE t ;
- FC_t = fattore di carico del mezzo t ;
- T_t = tempo di attività del mezzo t ;
- IE_{it} = indice di emissione dell'inquinante i per il mezzo t .

Il termine T_t di questa equazione può riferirsi direttamente alle ore annue di attività del singolo mezzo considerato in modo da poter effettuare il calcolo senza tenere conto dall'abbinamento del mezzo ad uno specifico aereo ed i suoi LTO.

3.5.1.5 Calcolo delle emissioni prodotte dagli autoveicoli

L'inquinamento prodotto dagli autoveicoli si differenzia a seconda dell'attività svolta dal mezzo: la differenza principale sta nel calcolo delle emissioni durante la marcia del veicolo (EPA, 1992; EPA, 1993) e nel calcolo delle sostanze emesse durante la sosta (EPA, 1993b).

Il modello matematico utilizzato permette di considerare sia i veicoli presenti all'interno del sedime aeroportuale, sia le automobili che transitano sulle maggiori vie di comunicazione che portano all'aeroporto.

Il calcolo delle emissioni legate ai veicoli in movimento richiede l'inserimento del numero di automobili che percorrono un dato tragitto, la velocità media, il carburante utilizzato e la lunghezza del tratto percorso; a questi dati sono affiancati gli indici di emissione presenti nel database interno al programma al fine di utilizzare la seguente formula:

$$E_i = EI_{ivc} \times D \times N$$

dove:

- E_i = emissione dell'inquinante i prodotto dal veicolo considerato;
- EI_{ivc} = indice di emissione dell'inquinante i per una data velocità media v utilizzando un carburante c ;
- D = distanza percorsa;
- N = numero di veicoli considerati.

Tuttavia, è possibile inserire manualmente il fattore di emissione EI_{ivc} al fine di calcolare le emissioni da traffico veicolare circolante.

Il codice di calcolo per la stima delle emissioni implementato all'interno di EDMS è il modello Mobile sviluppato dall'US EPA. Tale modello è sviluppato sulle basi del parco veicolare circolante americano. Al fine di considerare la differente composizione nonché i differenti limiti imposti dalla normativa europea si è scelto di inserire il fattore di emissione desunto dall'applicazione della metodologia sviluppata dalla EEA nell'ambito del progetto Corinair, implementata nel software COEPRT IV.

In ultimo sono state considerate quali sorgenti emissive oltre alle strade anche i parcheggi presenti all'interno del sedime aeroportuale e a servizio dell'aeroporto stesso.

3.5.1.6 Calcolo delle emissioni prodotte da altre sorgenti stazionarie

Per calcolare le emissioni prodotte dalle centrali termiche è necessario conoscere la quantità e la tipologia del combustibile utilizzato ed alcune caratteristiche dell'impianto per poter risalire agli indici di emissione (EPA, 1998) e poter applicare la seguente formula:

$$E_{ti} = Q \times IE_i$$

dove:

- E_{ti} = emissione dell'inquinante i per il periodo considerato;
- Q = quantità totale del combustibile usato nel periodo in esame;
- IE_i = indice di emissione dell'inquinante i .

Il software contiene un ricco database con le caratteristiche delle possibili tipologie di sorgenti che si possono incontrare in modo da limitare la lista degli input necessari. In analogia a quanto visto per le sorgenti stradali anche per le sorgenti puntuali è possibile inserire dei fattori di emissione definiti dall'utente.

3.5.2 Dati di input meteorologici

Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato è stato necessario costruire adeguati file meteorologici in formati compatibili con il preprocessore meteorologico utilizzato dal modello di simulazione EDMS, denominato Aermet.

I file meteorologici necessari alle simulazioni sono due, uno descrittivo delle condizioni meteorologiche registrate al suolo nel sito di studio, l'altro descrittivo dell'andamento verticale dei principali parametri meteorologici.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati meteo monitorati all'interno del sedime aeroportuale per la costruzione del primo file suddetto, mentre i dati profilometrici sono stati calcolati attraverso l'applicazione del "Upper Air Estimator" sviluppato dalla Lakes Environmental e citato quale metodo applicabile dalla stessa FAA.

Dai dati grezzi sono stati costruiti i file compatibili col preprocessore Aermet: il file descrittivo dei parametri al suolo è stato realizzato in formato "SCRAM".

Per descrivere la condizione meteorologica al suolo, il software EDMS richiede di inserire un file, con estensione ".dat", contenente le informazioni caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

Il formato con cui deve essere scritto tale file deve essere uno dei seguenti:

- TD 3280 Variable-Length Blocks,
- TD 3280 Fixed-Length Blocks,
- TD 3505-ISHD,
- CD-144,
- HUSWO,
- SCRAM,
- SAMSON.

I dati grezzi descritti e commentati precedentemente sono quindi stati riorganizzati nel formato SCRAM, che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti.

1608817010100999020030280000
1608817010101999330020270000
1608817010102999200030270000
1608817010103999040020270000
1608817010104999360030250000

Figura 3-60 Stralcio del file SCRAM creato

Per leggere il file il software associa ad ogni posizione di un carattere all'interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a secondo della casella che occupa:

- 1-5: indicano il codice della postazione meteorologica che ha registrato i dati; nell'esempio mostrato è stata denominata "16088".
- 6-7: indicano l'anno che si sta considerando; questo studio riguarda l'anno 2017 che viene indicato con le ultime due cifre "17".
- 8-9: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a Gennaio: "01".
- 10-11: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di Gennaio: "01".
- 12-13: si specifica l'ora, lasciando vuota la prima casella nel caso di numeri ad una sola cifra.
- 14-16: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in centinaia di piedi.
- 17-18: indicano la direzione del vento, espressa come decine di gradi (esempio $40^\circ = 04$).
- 19-21: si indica la velocità del vento, espressa in nodi ($002 \text{ Knot} = 3706 \text{ m/h}$).
- 22-24: la temperatura espressa in queste tre caselle è indicata in gradi Fahrenheit (Si ricorda la relazione: $T^\circ f = 9/5 (T^\circ c + 32)$).
- 25-28: si indica la quantità di nuvole: le prime due cifre, in una scala che va da zero a dieci, indicano la percentuale di nuvole presenti su tutta la zona, mentre le seconde due cifre, con la medesima scala, indicano la foschia presente sopra il sedime.

I file così costruiti sono poi trattati mediante il preprocessore meteorologico AERMET, che analizza i dati e li riordina in modo da poter essere utilizzati dal software di simulazione.

Per inserire il file caratterizzante la situazione in quota come definito in precedenza si è scelto di utilizzare l'upper air estimator fornito dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA⁶ ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator⁷.

⁶ http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/

⁷ Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models – Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode

3.5.3 Dati di input progettuali

3.5.3.1 Il quadro delle sorgenti

Per effettuare le simulazioni modellistiche necessarie a stimare la produzione di inquinamento prodotta dall'aeroporto, dalle sue attività sia dirette che indotte, e la diffusione di tali inquinanti sul territorio a causa degli agenti meteo climatici, è stato necessario ricreare attraverso il modello EDMS l'esatto scenario che caratterizza il sito nell'arco di un intero anno, sia dal punto di vista delle attività svolte (sorgenti inquinanti), sia dal punto di vista dei fenomeni atmosferici specifici. Si evidenzia che per la caratterizzazione del traffico aereo attuale, nella simulazione modellistica, si è fatto riferimento ai dati registrati al 2017, nonostante attualmente siano a disposizione i dati del 2018. Tale assunzione risulta cautelativa da un punto di vista atmosferico in quanto dal 2017 al 2018 i movimenti aerei complessivi si sono ridotti.

Il quadro delle sorgenti prese in considerazione nello studio modellistico dello scenario attuale è così composto:

- A. Traffico aeromobili e relativi APU;
- B. Mezzi tecnici di supporto (GSE);
- C. Traffico veicolare indotto dall'aeroporto;
- D. Parcheggi a servizio dell'area aeroportuale.

3.5.3.2 Traffico aeromobili ed APU

3.5.3.2.1 Composizione ed entità della flotta

Rispettando la configurazione reale dell'aeroporto, sono state rappresentate tutte le sorgenti emissive, partendo dalla pista esistente, la tipologia delle sorgenti inquinanti e quindi, ad esempio, il modello di aereo o il tipo di mezzo tecnico di rampa utilizzato.

Infatti, all'interno del software di simulazione utilizzato, per ottenere un calcolo sulla dispersione il più esatto possibile, sono state inserite le informazioni relative al quantitativo di movimenti annuali registrati nel 2017, pari a 8.180, distinti per tipologia di aeromobile.

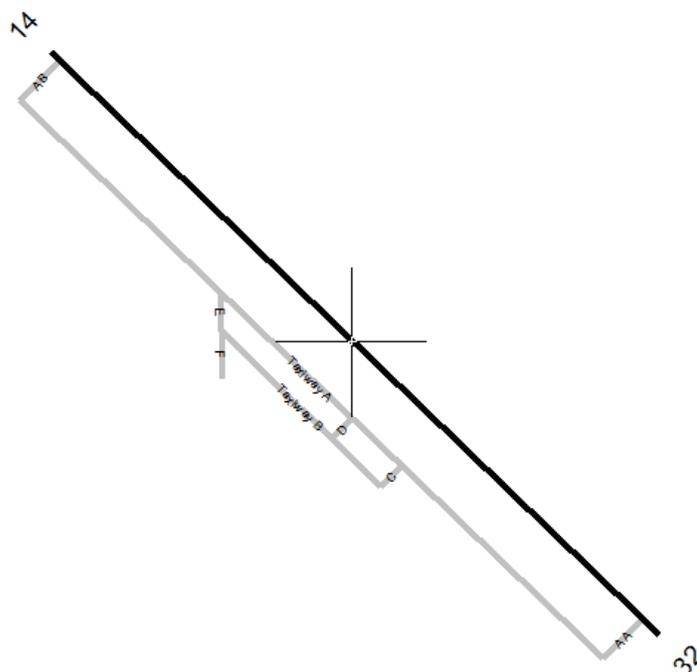


Figura 3-61 Configurazione della pista e delle taxiways

Sono stati inoltre costruiti i percorsi schematizzati delle percorrenze dai gates alla pista e viceversa. Per ogni movimento di aeromobile sono state inserite, oltre alle caratteristiche del mezzo stesso, quali ad esempio il tipo di motore ed il tipo di APU utilizzati, l'utilizzo della pista, sia per i decolli che per gli atterraggi (in termini di testate utilizzate), le 'taxiways' percorse, i 'gates' di sosta e la tipologia delle macchine utilizzate dopo l'atterraggio per le attività di supporto all'aeromobile.

In ultimo il file di input ha permesso di fornire la schedulazione oraria dei movimenti, garantendo così la massima precisione nella ricostruzione dello scenario simulato.

3.5.3.2.2 Aircraft Power Unit

É quindi necessario stimare le sorgenti ausiliare, Aircraft Power Unit (APU), che sono correlate alle operazioni di decollo e atterraggio degli aeromobili; infatti, in relazione al tipo di aeromobile, qualora necessario, viene associato un determinato modello di APU, con un tempo di funzionamento medio posto costante per la fase di atterraggio e di decollo pari a 13 minuti.

Le configurazioni adottate sono quelle standard, proposte dal modello EDMS stesso. Nella Tabella 3-21 sono richiamati i modelli di APU considerati nel modello in relazione alle diverse tipologie di aeromobili.

Modello APU	Aereo Associato
APU 131 - 9	B737-7 B737-9

Modello APU	Aereo Associato
APU GTCP 36-100	CL600 GLF2 GLF4
APU GTCP 36-150	ERJ135 ERJ145 F2TH F900 D328 G100 G150 G200 H25B
APU GTCP 36-150 [RR]	F100 CRJ200
APU GTCP 36-300 (80 HP)	A318-1 A320-1 A321-1
APU GTCP 85 (200 HP)	BD-700 YK42
APU GTCP 30-54	F50
APU GTCP 331-200ER (143 HP)	B757-2
APU GTCP85-129 (200 HP)	B737-3 B737-4 B737-5
APU PW 901 A	B747-4

Tabella 3-21 APU ed aeromobili associati

3.5.3.3 Mezzi tecnici di supporto (GSE)

Al fine di poter correttamente simulare lo stato attuale dell'aeroporto, è stato schematizzato il piazzale aeromobili per poter successivamente definire le diverse tipologie di macchine operatrici che supportano le attività di manutenzione e riorganizzazione dell'aeromobile (cfr. Figura 3-62).

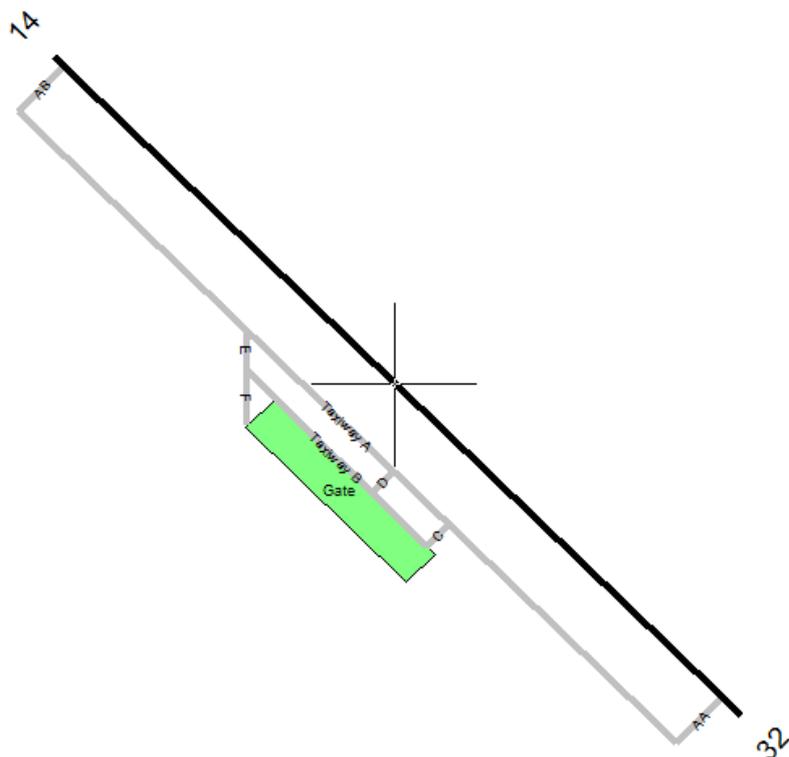


Figura 3-62 Schematizzazione del gate implementato per lo stato attuale

Sono stati quindi definiti, per ogni tipologia di aeromobile i GSE associati. Nello specifico i mezzi di supporto sono stati distinti in funzione della tipologia di aeromobile, ovvero per aeromobili di aviazione generale, aeromobili cargo ed aeromobili passeggeri, come riportato in Tabella 3-22.

Tipologie di aeromobili	GSE
Aviazione Generale	GPU
	Generator
	Air start
	Deicer
	Sweeper
Cargo	GPU
	Generator
	Air start
	Deicer
	Sweeper
	Lift
	Cargo Loader
Passeggeri	GPU
	Generator
	Air start

Tipologie di aeromobili	GSE
	Deicer
	Sweeper
	Catering track
	Belt Loader
	Baggage Tractor
	Water Service
	Service Truck
	Passenger Stand
	Lavatory Truck

Tabella 3-22 Mezzi tecnici di supporto GSE

3.5.3.4 Sorgenti stradali

3.5.3.4.1 Finalità e metodologia

Al fine di considerare il contributo inquinante derivante dalla sorgente traffico veicolare nel suo complesso, lo studio è stato condotto con riferimento al traffico veicolare indotto dall'aeroporto.

Al fine di stimare quanto più fedelmente possibile le emissioni e le concentrazioni correlate al traffico veicolare si è scelto di non utilizzare il modello integrato in EDMS, MOBILE poiché sviluppato e tarato su di un parco veicolare circolante tipico americano. Si è quindi scelto di determinare il contributo emissivo del traffico veicolare adottando metodologie di calcolo sviluppate in Europa e tarate sul parco veicolare circolante, nonché sulla legislazione emissiva dei veicoli circolanti in Europa.

Come definito nei paragrafi successivi la metodologia presa a riferimento è quella sviluppata nell'ambito del progetto Corinair dalla European Environmental Agency e posto alla base del modello COPERT 5 sviluppato dall'EMISIA. Attraverso tale metodologia e la conoscenza del parco veicolare circolante preso a riferimento per lo studio in esame è stato possibile determinare i fattori di emissione da implementare all'interno di EDMS al fine di poter effettuare la stima diffusionale delle emissioni.

3.5.3.4.2 Composizione del parco veicolare circolante

Elemento fondamentale nella definizione dei fattori di emissione risulta essere la stima della tipologia, ovvero della composizione in termini di caratteristiche meccaniche e normativa di riferimento, del parco veicolare circolante. A tale scopo, i dati ufficiali a cui poter fare riferimento sono quelli forniti dall'Automobile Club d'Italia.

Nello specifico si è fatto riferimento al documento "Autoritratto 2017", l'ultimo disponibile, il quale risulta essere la rappresentazione del parco veicolare italiano, aggiornato all'anno 2017. Tale pubblicazione è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico-giuridiche relative ai veicoli. E' possibile fare pertanto riferimento ai dati del traffico circolante

suddivise in classi "Copert" ovvero secondo le classi individuate secondo la metodologia dell'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è suddiviso in funzione dell'ambito territoriale di riferimento nelle seguenti classi:

- Area territoriale (area vasta generalmente più regioni es. Centro, Meridione, Isole ecc);
- Regionale;
- Provinciale;
- Comunale.

In questo caso l'ambito a cui fare riferimento è funzione dell'importanza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae".

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e allo stesso tempo cautelativo, si è scelto di fare riferimento alla suddivisione Regionale del parco veicolare, in quanto più rappresentativo del parco veicolare realmente circolante sulle infrastrutture stradali in esame.

Le tipologie veicolari prese in considerazione nello studio sono:

- Autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- Veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- Veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- Autobus distinti per uso.

Tali dati sono poi stati adattati ai fini della simulazione, andando ad eliminare le classi i cui fattori di emissioni non erano presenti o la cui percentuale fosse trascurabile ai fini del calcolo finale.

Autovetture Regione Lombardia - Anno 2017											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	221,390	52,792	262,205	329,059	804,789	493,927	398,399		1,469	2,564,030
	1401 - 2000	90,110	40,043	104,009	74,701	186,553	79,196	49,994		327	624,933
	Oltre 2000	20,905	5,436	9,946	9,260	22,107	6,771	5,401		71	79,897
	Non definita	42	1			1	1	1		7	53
BENZINA Totale		332,447	98,272	376,160	413,020	1,013,450	579,895	453,795		1,874	3,268,913
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	5,849	893	3,698	4,396	115,169	62,202	41,359		20	233,586
	1401 - 2000	8,776	3,164	7,430	5,024	33,817	16,806	4,666		11	79,694
	Oltre 2000	1,154	407	1,118	1,145	4,002	338	25		2	8,191
	Non definita	1				1				1	3
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		15,780	4,464	12,246	10,565	152,989	79,346	46,050		34	321,474
BENZINA E METANO	Fino a 1400	792	178	782	850	19,246	20,929	10,966		2	53,745
	1401 - 2000	887	366	1,082	1,628	8,876	1,771	487		2	15,099
	Oltre 2000	98	26	57	44	395	36	4			660
	Non definita	1,777	570	1,921	2,522	28,517	22,736	11,457		4	69,504
BENZINA E METANO Totale											
ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400					203	1,869	1,372			3,444
	1401 - 2000					1,305	13,703	26,021			41,029
	Oltre 2000				9	921	933	6,046			7,909
	Non contemplato								1,542		1,542
ELETTRICO-IBRIDO Totale					9	2,429	16,505	33,439	1,542		53,924
GASOLIO	Fino a 1400	5,340	248	292	46,101	161,769	105,392	31,781		2	350,925
	1401 - 2000	29,451	8,263	59,855	252,262	436,429	513,782	353,406		14	1,653,462
	Oltre 2000	22,625	7,374	31,564	77,445	97,507	79,611	48,923		11	365,060
	Non definita	6				1					7
GASOLIO Totale		57,422	15,885	91,711	375,808	695,706	698,785	434,110		27	2,369,454
ALTRE	Fino a 1400	80									80
	1401 - 2000				1	5					6
	Oltre 2000			1							1
	Non definita	1									1
ALTRE Totale		81	1	1	1	5					88
NON DEFINITO	Fino a 1400	206	2	3	12	2				9	234
	1401 - 2000	33	6	8	11	2				3	63
	Oltre 2000	6	1		1	1				1	10
	Non definita	45	1			1				22	69
NON DEFINITO Totale		290	10	11	24	6				35	376
TOTALE		407,797	119,201	482,050	801,949	1,893,102	1,397,267	978,851	1,542	1,974	6,083,733

Tabella 3-23 Suddivisione Autovetture, Regione Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

Veicoli industriali leggeri Regione Lombardia - Anno 2017											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
BENZINA	fino a 3,5	7,090	2,431	4,754	5,046	7,236	3,364	1,932		115	31,968
	Non definita	445	14	3	1	1	2	12		1	479
BENZINA Totale		7,535	2,445	4,757	5,047	7,237	3,366	1,944		116	32,447
BENZINA E GAS LIQUIDO	fino a 3,5	865	305	285	416	4,474	1,754	1,105		3	9,207
	Non definita	101	6			1			9		117
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		966	311	285	416	4,475	1,754	1,114		3	9,324
BENZINA E METANO	fino a 3,5	130	38	170	479	5,861	6,812	2,192		3	15,685
	Non definita	3					1	3			7
BENZINA E METANO Totale		133	38	170	479	5,861	6,813	2,195		3	15,692
ELETTRICO-IBRIDO	fino a 3,5				2	13	5	216			236
	Non contemplato								662		662
ELETTRICO-IBRIDO Totale					2	13	5	217	662		901
GASOLIO	fino a 3,5	41,459	28,262	69,311	124,320	139,113	111,967	49,003		28	563,463
	Non definita	3,389	321	29	34	25	58	74		4	3,934
GASOLIO Totale		44,848	28,583	69,340	124,354	139,138	112,025	49,077		32	567,397
ALTRE	fino a 3,5	2									2
ALTRE Totale		2									2
NON DEFINITO	fino a 3,5	5		3	12	1					21
	Non definita	6									6
NON DEFINITO Totale		11		3	12	1					27
TOTALE		53,495	31,377	74,555	130,310	156,727	123,963	54,547	662	154	625,790

Tabella 3-24 Suddivisione veicoli industriali leggeri, Regione Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

Veicoli industriali pesanti Regione Lombardia - Anno 2017										
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	326	16	9	12	15	2	1	7	388
BENZINA Totale		326	16	9	12	15	2	1	7	388
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	42	3	3	7	5	1		1	62
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		42	3	3	7	5	1		1	62
BENZINA E METANO	Oltre 3,5	7		8	12	55	199	81	1	363
BENZINA E METANO Totale		7		8	12	55	199	81	1	363
GASOLIO	3,6 - 7,5	7,210	1,284	2,787	4,169	2,216	2,782	902	48	21,398
	7,6 - 12	5,736	1,396	3,117	3,722	773	2,234	598	39	17,615
	12,1 - 14	1,298	111	174	434	108	406	134	18	2,683
	14,1 - 20	2,705	799	2,440	3,504	762	2,766	1,241	29	14,246
	20,1 - 26	3,732	1,045	3,657	5,644	877	5,104	2,185	10	22,254
	26,1 - 28	33	2	5	3	2	19	57	1	122
	28,1 - 32	32	117	755	2,262	438	1,954	629		6,187
GASOLIO Totale	Oltre 32	133	33	68	106	40	38	21		439
GASOLIO Totale		20,879	4,787	13,003	19,844	5,216	15,303	5,767	145	84,944
ALTRE	Oltre 3,5						3			3
ALTRE Totale							3			3
NON DEFINITO	3,6 - 7,5	4								4
	7,6 - 12	2			1					3
	12,1 - 14				1					1
	14,1 - 20	1								1
	20,1 - 26				3					3
NON DEFINITO Totale		7			5					12
TOTALE		21,261	4,806	13,023	19,880	5,291	15,508	5,849	154	85,772

Tabella 3-25 Suddivisione veicoli industriali pesanti ,Regione Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

Autobus Regione Lombardia - Anno 2017										
USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
Noleggio	254	66	434	679	329	698	454		1	2,915
Privato	260	86	320	291	197	129	49		2	1,334
Pubblico	325	37	1,142	1,546	488	1,985	762		4	6,289
Altri usi	34	6	16	8	2	1			2	69
Non contemplato								28		28
TOTALE	873	195	1,912	2,524	1,016	2,813	1,265	28	9	10,635

Tabella 3-26 Suddivisione autobus, Regione Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

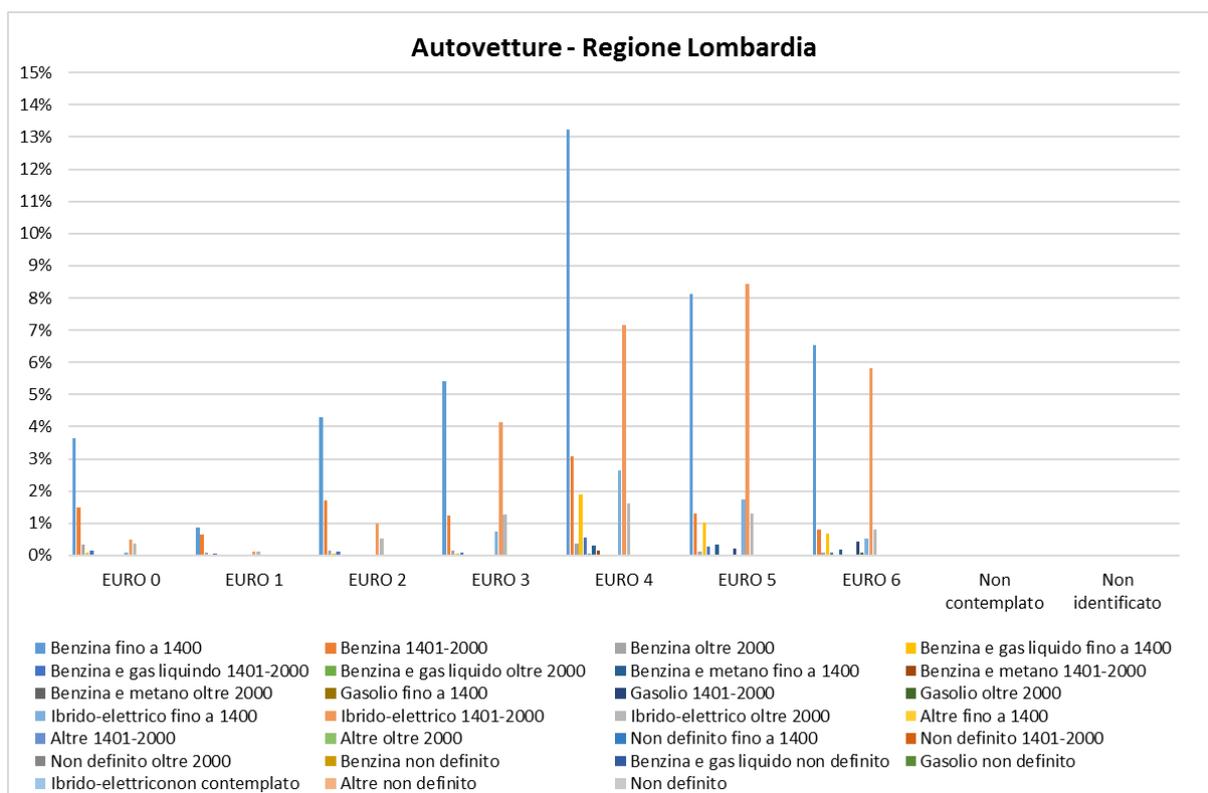


Figura 3-63 Percentuale veicoli leggeri circolanti in Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

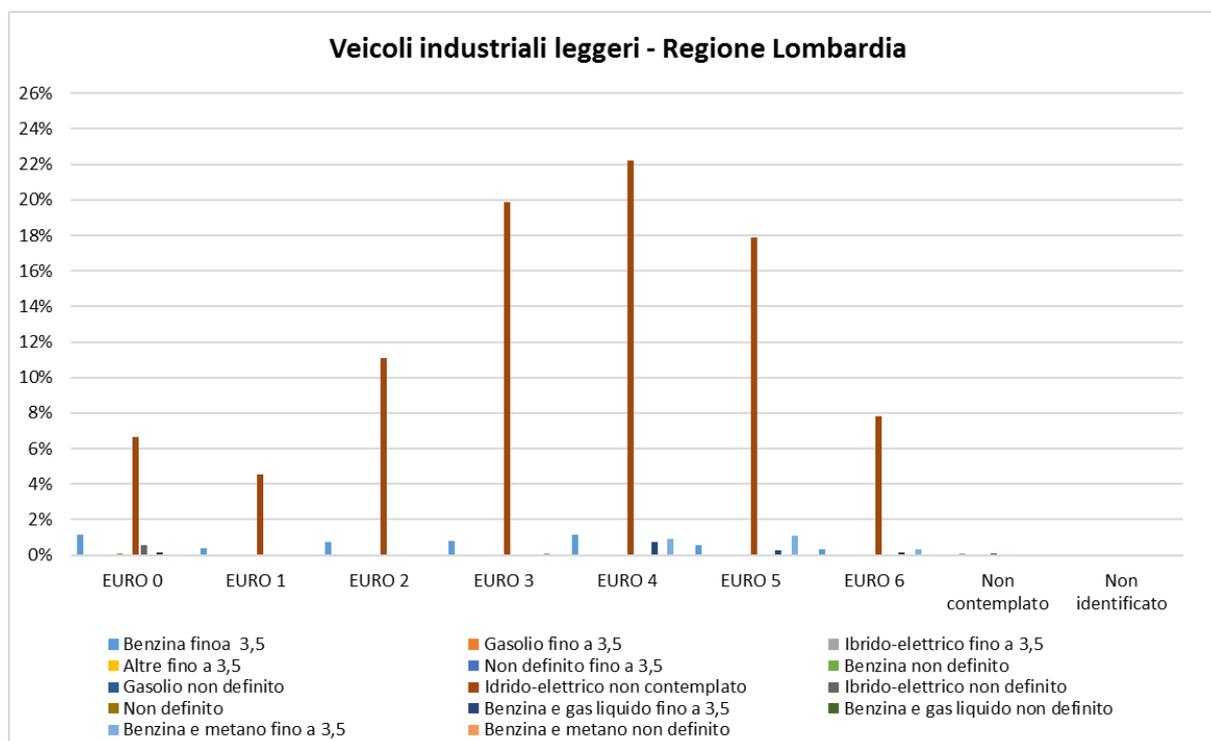


Figura 3-64 Percentuale veicoli leggeri circolanti in Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

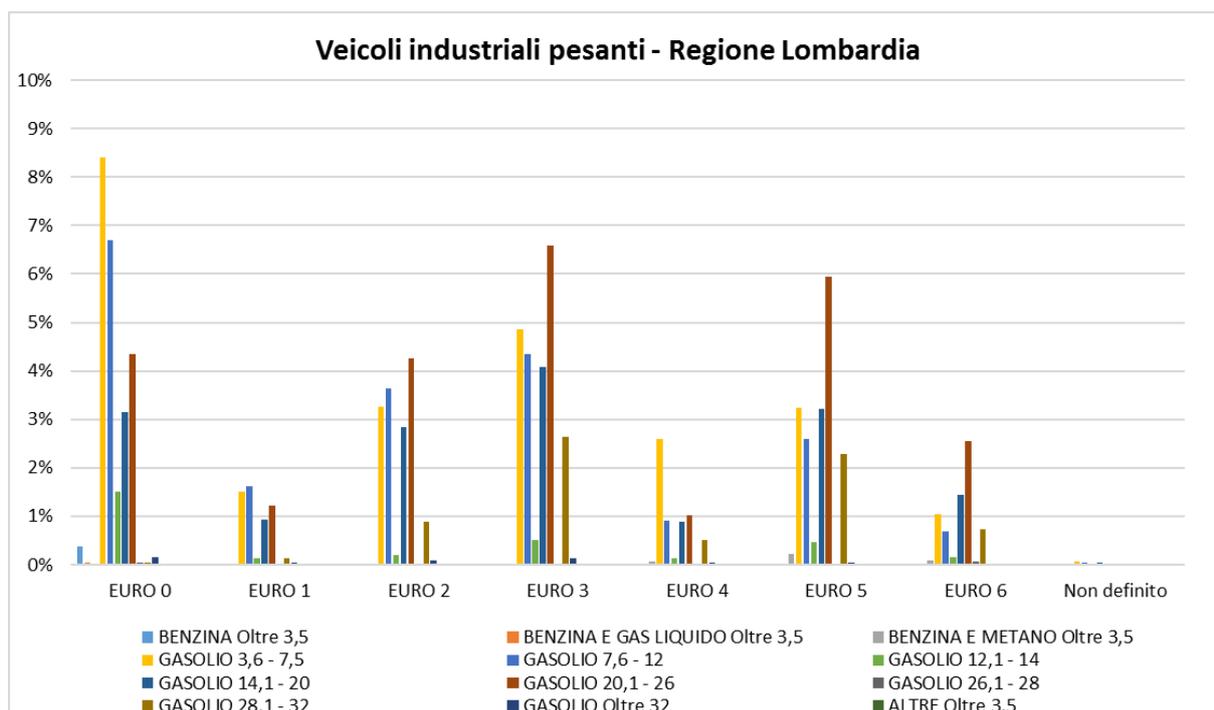


Figura 3-65 Percentuale veicoli pesanti circolanti in Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

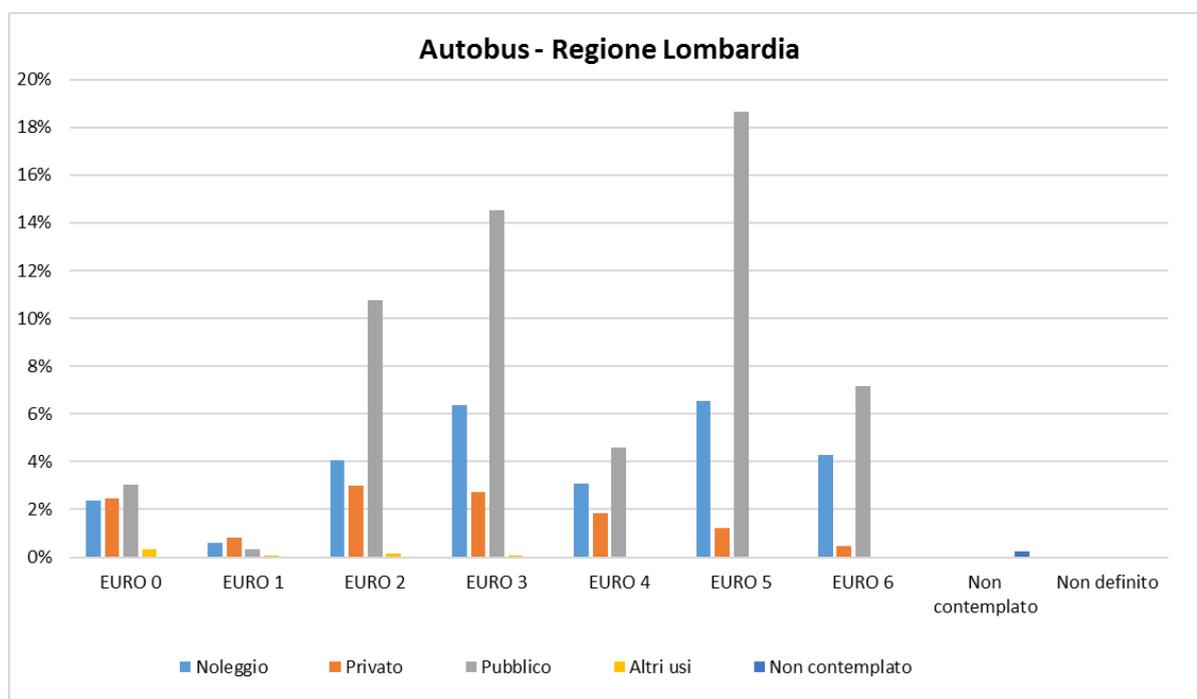


Figura 3-66 Percentuale autobus circolanti in Lombardia (Fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2017*)

3.5.3.4.3 Archi e volumi di traffico considerati

La fase successiva comprende la definizione della rete stradale che verrà considerata nel software di simulazione EDMS e i volumi di traffico su ciascun arco della rete.

Stante l'accessibilità presente allo stato attuale, si è scelto di simulare la viabilità di accesso, caratterizzata dal tratto della SP37 in prossimità dell'aeroporto.

Come volume di traffico è stato considerato esclusivamente il traffico indotto dall'aeroporto, sia in termini di traffico leggero che di traffico pesante, al fine di valutare le concentrazioni di inquinanti in atmosfera generate dalla sorgente di traffico veicolare legata alle attività aeroportuali.

Per il calcolo dei movimenti annui generati dall'aeroporto sono state assunte diverse ipotesi relative ad ogni componente di traffico: traffico passeggeri, traffico addetti e traffico cargo.

Traffico passeggeri

Le ipotesi assunte sono analoghe a quelle indicate nel PSA per la definizione del traffico veicolare indotto allo stato di progetto 2030. Nello specifico è stata quindi considerata una ripartizione modale costituita dal 95% di passeggeri che utilizza le auto private e dal 5% che invece raggiunge l'aeroporto in autobus. Inoltre il load factor passeggeri/auto è stato assunto pari a 1,4. Sapendo il numero di passeggeri in arrivo ed in partenza dall'aeroporto di Brescia Montichiari pari a 13.821 nel 2017, è stato calcolato il volume di traffico veicolare annuo generato dagli stessi.

Traffico addetti

Sono stati considerati circa 50 addetti aeroportuali, in numero equivalente a quanto definito dal PSA per lo stato attuale. Inoltre, è stato considerato, come da PSA, un load factor addetti/auto pari ad 1 ed un utilizzo di auto private pari al 100%.

Traffico cargo

Relativamente al traffico cargo, per lo stato attuale non sono state considerate le stesse ipotesi riportate dal PSA per lo stato di progetto poiché tale traffico attualmente risulta essere molto minore rispetto allo sviluppo futuro. Pertanto, per il trasporto merci sono stati utilizzati esclusivamente degli autocarri da 5,8 tonnellate, escludendo l'utilizzo di autoarticolati e di TEU. Relativamente al load factor, questo è stato assunto pari a 0,7 come da ipotesi definite nel PSA. Considerando un traffico cargo al 2017 pari a 34.781 tonnellate è stato possibile stimare il volume di traffico veicolare annuo.

La rete stradale implementata all'interno del software di simulazione può essere osservata in Figura 3-67.

Nello specifico il traffico veicolare è stato suddiviso tra le tratte a nord degli accessi e la tratta a sud rispettivamente nell'80% e nel 20% poiché, considerata la presenza a nord delle autostrade principali, si è ipotizzato su tali strade il principale flusso di traffico commerciale, lasciano comunque una quota parte verso sud, in considerazione degli addetti e di quota parte del traffico di aviazione veicolare.

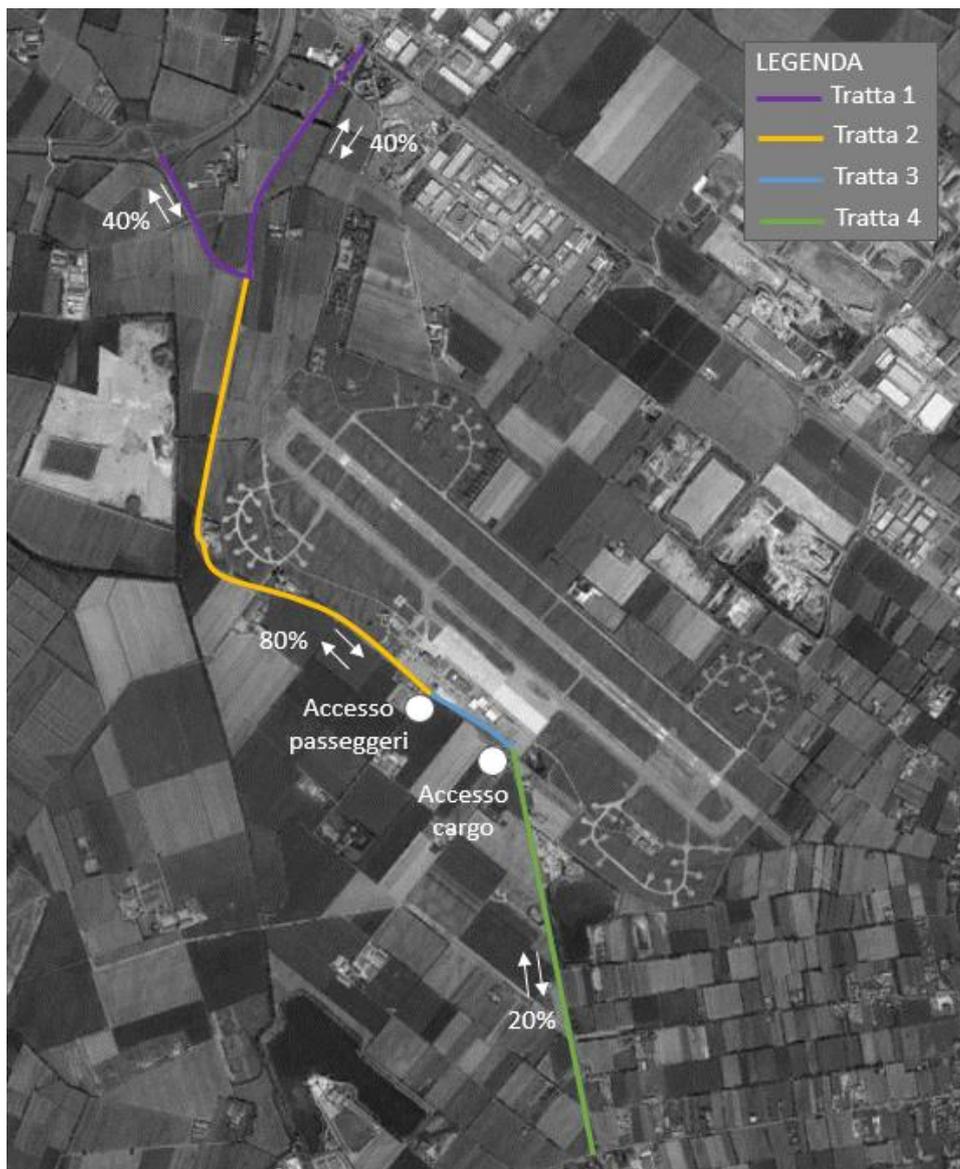


Figura 3-67 Rete stradale considerata per il traffico indotto dall'aeroporto

Il traffico veicolare annuo sulle diverse tratte rappresentate è riportato in Tabella 3-27.

Tratte	Traffico annuo
Tratta 1	21.170
Tratta 2	42.340
Tratta 3	23.360
Tratta 4	10.585

Tabella 3-27 Traffico annuo indotto dall'aeroporto al 2017

A valle della definizione della rete e della stima dei traffici veicolari è necessario ipotizzare una velocità media percorsa dai veicoli, posta pari a 70 km/h, necessaria per il calcolo dei fattori di emissione attraverso il software COPERT 5.

La metodologia utilizzata da COPERT 5 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico ed è in linea con gli orientamenti IPCC del 2006 per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

COPERT 5 trae le sue origini in una metodologia sviluppata da un gruppo di lavoro che è stato istituito in modo esplicito a tale scopo nel 1989 (COPERT 85). Questo è stato poi seguito da COPERT 90, COPERT II, COPERT III e COPERT IV.

La versione attuale (Copert V) è una sintesi dei risultati delle varie attività su larga scala e progetti dedicati, quali:

1. progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;
2. programma annuale di lavoro del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";
3. programma di lavoro del "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";
4. progetto MEET (Methodologies to Estimate Emissions from Transport), una Commissione Europea (DG VII) che ha promosso il progetto all'interno del 4° Framework Program (1996-1998);
5. il progetto particolare (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Transport) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);
6. il progetto ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2007);
7. il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)⁸.

Il livello metodologico adottato è il "Tier 3 method" in cui le emissioni sono calcolate usando una combinazione di dati tecnici e di "attività" intesi quali il numero di veicoli circolanti, i chilometri percorsi ecc. L'algoritmo utilizzato nella metodologia descrive le emissioni totali come la somma di due componenti:

- EHOT sono le emissioni dovute al regime di funzionamento del motore così detto "a caldo";
- ECOLD sono le emissioni legate al transitorio termico legato al funzionamento del motore così detto "a freddo".

⁸ Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

Le emissioni totali sono calcolate come somma delle singole componenti, in funzione dei dati di circolazione desunti dalle differenti condizioni di circolazione, a cui corrispondono diversi fattori di emissione.

Parte centrale del metodo di stima delle emissioni e delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli e alla composizione del parco veicolare.

Con la finalità di ottenere infine un unico fattore di emissione è necessario conoscere la percentuale di traffico leggero e pesante presente sulle diverse tratte in esame.

Tratte	% autovetture	% mezzi pesanti	% autobus
SP 37	52.2%	47.6%	0.2%

Tabella 3-28 Tipologia veicolare sulle viabilità in esame

I fattori di emissione ottenuti da Copert sono stati quindi pesati in relazione alle percentuali del parco veicolare ed ai flussi circolanti su ciascun ramo della rete infrastrutturale, considerando le percentuali di traffico pesante su ogni tratta (cfr. Tabella 3-29).

Tratte	Nox (g/Km)	CO (g/Km)	PM10 (g/Km)	VOC (g/Km)	PM2.5 (g/Km)
SP37	2.615	1.019	0.088	0.187	0.053

Tabella 3-29 Fattori di emissione

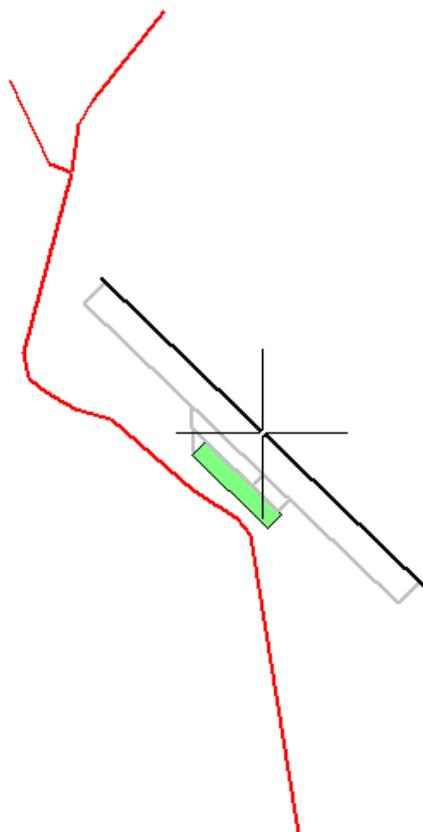


Figura 3-68 Rete Stradale Simulata in EDMS

3.5.3.4.4 Parcheggi

Per terminare la schematizzazione dell'aeroporto, con riferimento alle sorgenti stradali, è necessario rappresentare nel modello di simulazione anche il contributo emissivo collegato all'utilizzo dei parcheggi.

Attualmente la disponibilità di parcheggi di sosta conta 841 posti auto destinati ai passeggeri, agli addetti, agli enti di stato, agli autobus e al rent to car, come definito in Tabella 3-30.

Parcheggi	Capacità (numero di stalli)
P1	100
P2	245
P3	300
P4	50
P Enti di Stato	26
P "Rent a Car"	96
P bus	24
Totale	841

Tabella 3-30 Definizione parcheggi scenario attuale

Nello specifico, ai parcheggi simulati è stato attribuito un livello di traffico funzione del numero di passeggeri e addetti dell'Aeroporto di Montichiari, che al giorno risultano essere rispettivamente pari a 25 e 50 veicoli/giorno.

Dei 25 passeggeri al giorno, si ipotizza una ripartizione modale caratterizzata da un 5% di passeggeri che utilizza il bus e dal restante 95% che utilizza l'auto privata, corrispondenti a circa 1 passeggero al giorno che prende il bus ed a 24 passeggeri che come mezzo di trasporto scelgono l'autovettura. Data l'ampia disponibilità di parcheggi passeggeri è presumibile che questi utilizzino il parcheggio più vicino all'aerostazione, ovvero P1. Perciò considerando circa 25 autovetture al giorno cautelativamente (ipotizzando un coefficiente auto/pax medio pari a 1,4), il volume annuo di P1 sarà pari a 9.125 veicoli.

Per quanto riguarda i 50 addetti, si considera, come definito nel PSA, che questi utilizzino ognuno un'autovettura, pertanto si stimano 18.250 veicoli/anno che utilizzano il parcheggio P2 dedicato ai dipendenti.

Come già visto nel precedente paragrafo, per la determinazione dei fattori di emissione dei parcheggi è stato utilizzato il software COPERT 5 attraverso l'implementazione del parco veicolare regionale relativo alle autovetture e di una velocità media di circolazione all'interno dei parcheggi, assunta pari a circa 10 km/h.

Parcheggi	Nox (g/km)	CO (g/km)	PM10(g/km)	VOC (g/km)	PM2.5 (g/km)
P1 e P2	0.491	1.596	0.015	0.208	0.009

Tabella 3-31 Fattori di emissione 2025

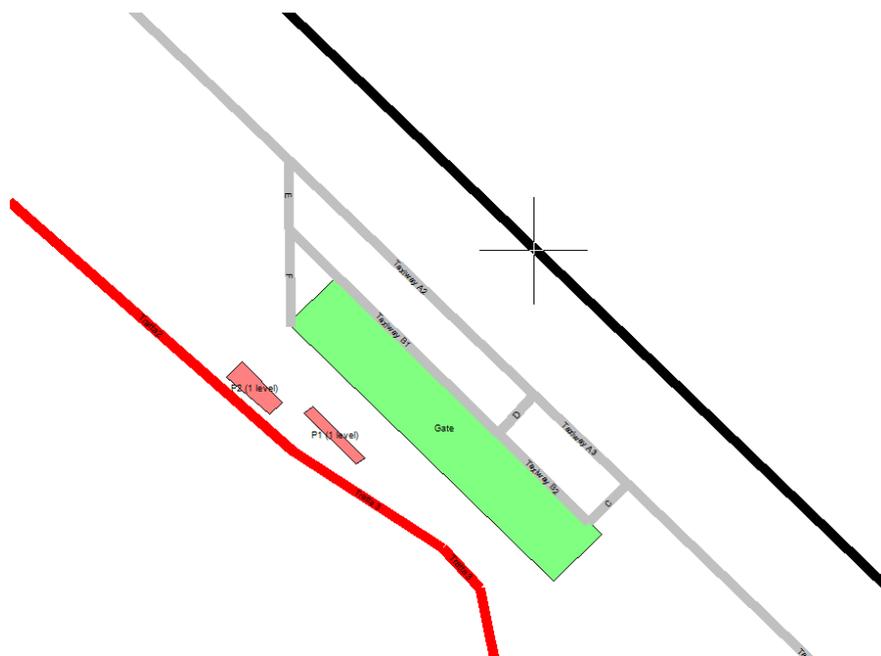


Figura 3-69 Schematizzazione del sistema parcheggi simulato all'interno di EDMS

3.5.3.5 Profili Operativi

Per molte sorgenti è utile definire la variazione durante l'intero anno di riferimento, al fine di avere una migliore fedeltà nella simulazione della sorgente stessa.

A tale proposito il software EDMS consente di distinguere tre differenti profili operativi: "Quarter-Hourly Operational Profiles", "Daily Operational Profiles", "Monthly Operational Profiles". I profili operativi sono utilizzati per variare l'utilizzo di una fonte di emissione in base al mese dell'anno, al giorno della settimana e al quarto d'ora del giorno⁹.

In termini modellistici in un profilo viene assegnato un valore da 0 a 1, dove 0 indica nessuna attività e 1 fa riferimento all'attività di picco.

La formulazione generale dei profili di funzionamento è la seguente:

$$S_i = (S)(QF_i)(DF_i)(MF_i)$$

Dove:

- S_i è quanto emette la sorgente al quarto d'ora i ;
- S è l'emissione totale della sorgente nel quarto d'ora di punta;
- QF_i è il fattore per il quarto d'ora del giorno (da 00:00-00:14 alle 23:45-23:59) in cui il quarto d'ora i si verifica;
- DF_i è il fattore per il giorno della settimana (da Lunedì a Domenica) in cui ricade il quarto d'ora i ;
- MF_i è il fattore per il mese dell'anno (da Gennaio a Dicembre) in cui ricade il quarto d'ora i .

Sono quindi stati definiti i profili operativi orari, giornalieri e mensili ricavati dallo schedato relativo ai voli del 2017.

⁹ Emission and Dispersion Modeling System User's Manual

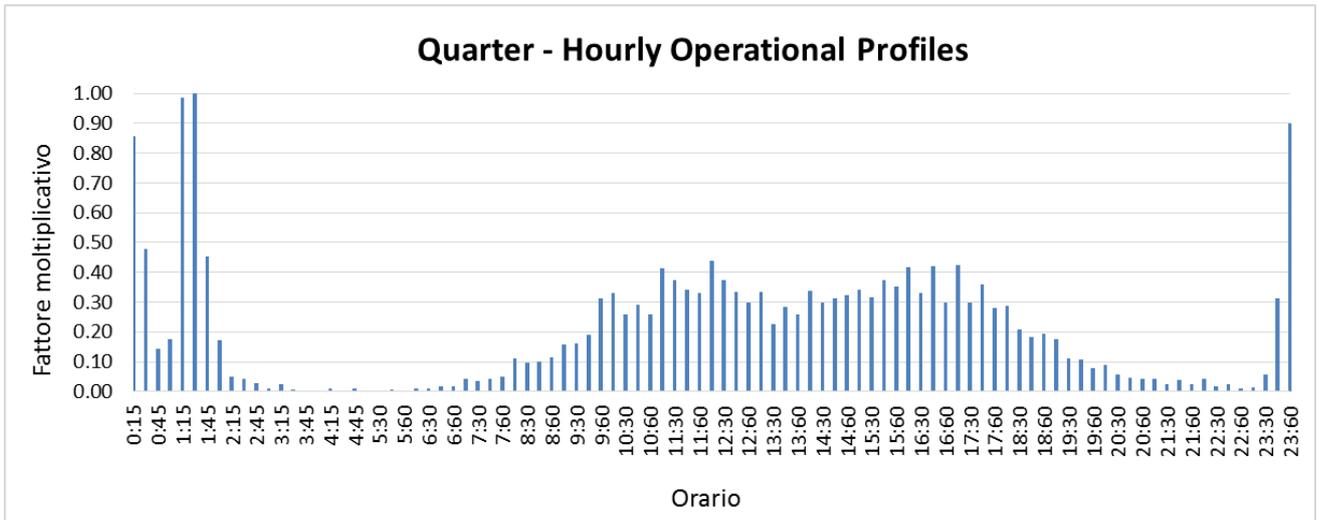


Figura 3-70 Quarter-Hourly Operational Profiles

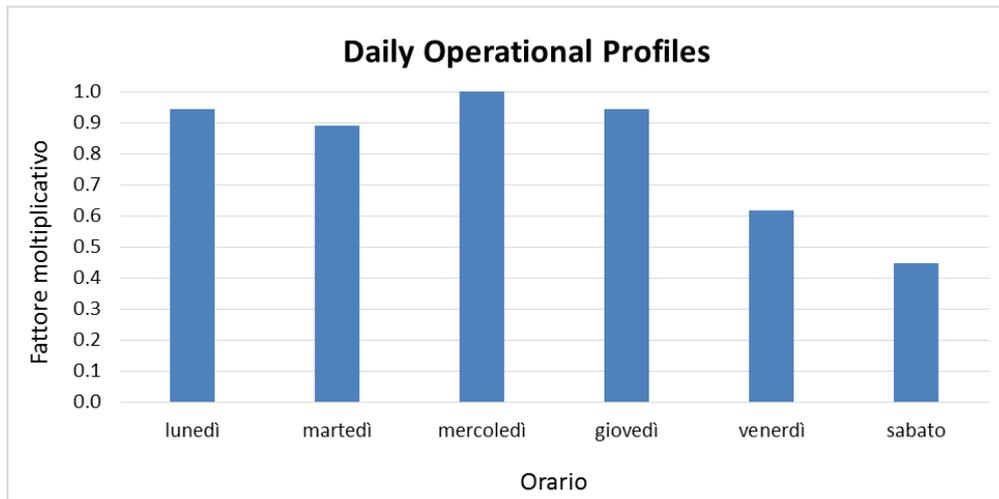


Figura 3-71 Daily Operational Profiles

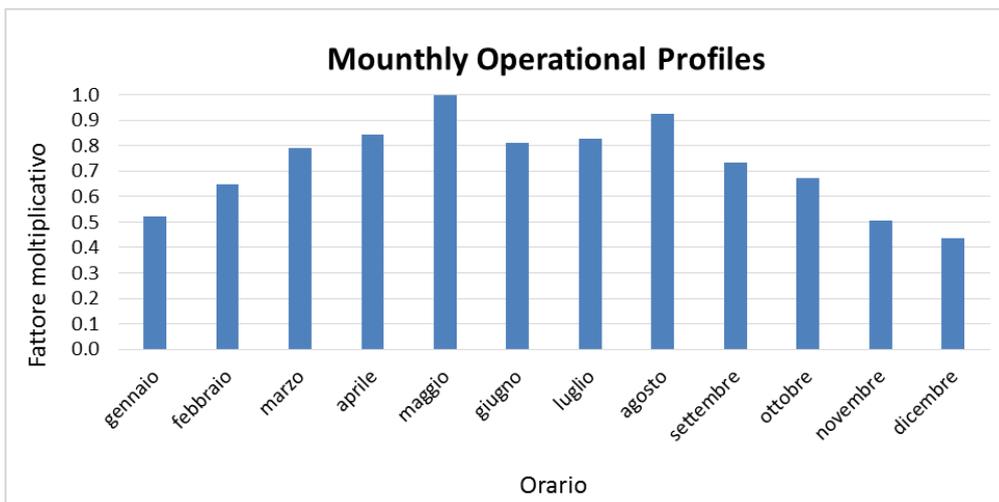


Figura 3-72 Monthly Operational Profiles

3.5.3.6 I ricettori

3.5.3.6.1 La maglia di calcolo

Al fine di poter determinare le curve di isoconcentrazione, elaborate attraverso una regressione di tipo Kriging¹⁰ con il software Surfer, è stato necessario definire all'interno del modello EDMS una maglia di ricettori virtuali.

La maglia considerata per le analisi è stata realizzata al fine di poter valutare le concentrazioni in maniera continua nell'area di studio.

Per praticità di calcolo essa è stata suddivisa in 20 sottomaglie. Il dettaglio delle caratteristiche delle maglie è riportato nelle tabelle sottostanti (cfr. Tabella 3-32, Tabella 3-33).

Caratteristica	Valore
Distanza tra i punti in direzione X	400 m
Distanza tra i punti in direzione Y	400 m
N° di sottomaglie in direzione x	5
N° di sottomaglie in direzione Y	4
Punti totali per sottomaglia	25
Lunghezza sottomaglia in direzione X	2000 m
Lunghezza sottomaglia in direzione Y	2000 m
Superficie della sottomaglia di calcolo	4 Km ²
Punti totali della maglia	500
Lunghezza maglia in direzione X	10000 m
Lunghezza maglia in direzione Y	8000 m
Superficie della sottomaglia di calcolo	80 km ²

Tabella 3-32 Caratteristica delle maglie di calcolo

Sub Maglie	X (E)	Y (N)
Maglia_1	599466	5028372
Maglia_2	601466	5028372
Maglia_3	603466	5028372
Maglia_4	605466	5028372
Maglia_5	607466	5028372
Maglia_6	599466	5030372
Maglia_7	601466	5030372
Maglia_8	603466	5030372
Maglia_9	605466	5030372
Maglia_10	607466	5030372

¹⁰ La regressione di Krigin è un metodo di regressione usato nell'ambito dell'analisi spaziale il quale permette di interpolare le grandezze nello spazio, attraverso la minimizzazione della varianza interna.

Sub Maglie	X (E)	Y (N)
Maglia_11	599466	5032372
Maglia_12	601466	5032372
Maglia_13	603466	5032372
Maglia_14	605466	5032372
Maglia_15	607466	5032372
Maglia_16	599466	5034372
Maglia_17	601466	5034372
Maglia_18	603466	5034372
Maglia_19	605466	5034372
Maglia_20	607466	5034372

Tabella 3-33 Coordinate punto iniziale delle sottomaglie (angolo in basso a sinistra)

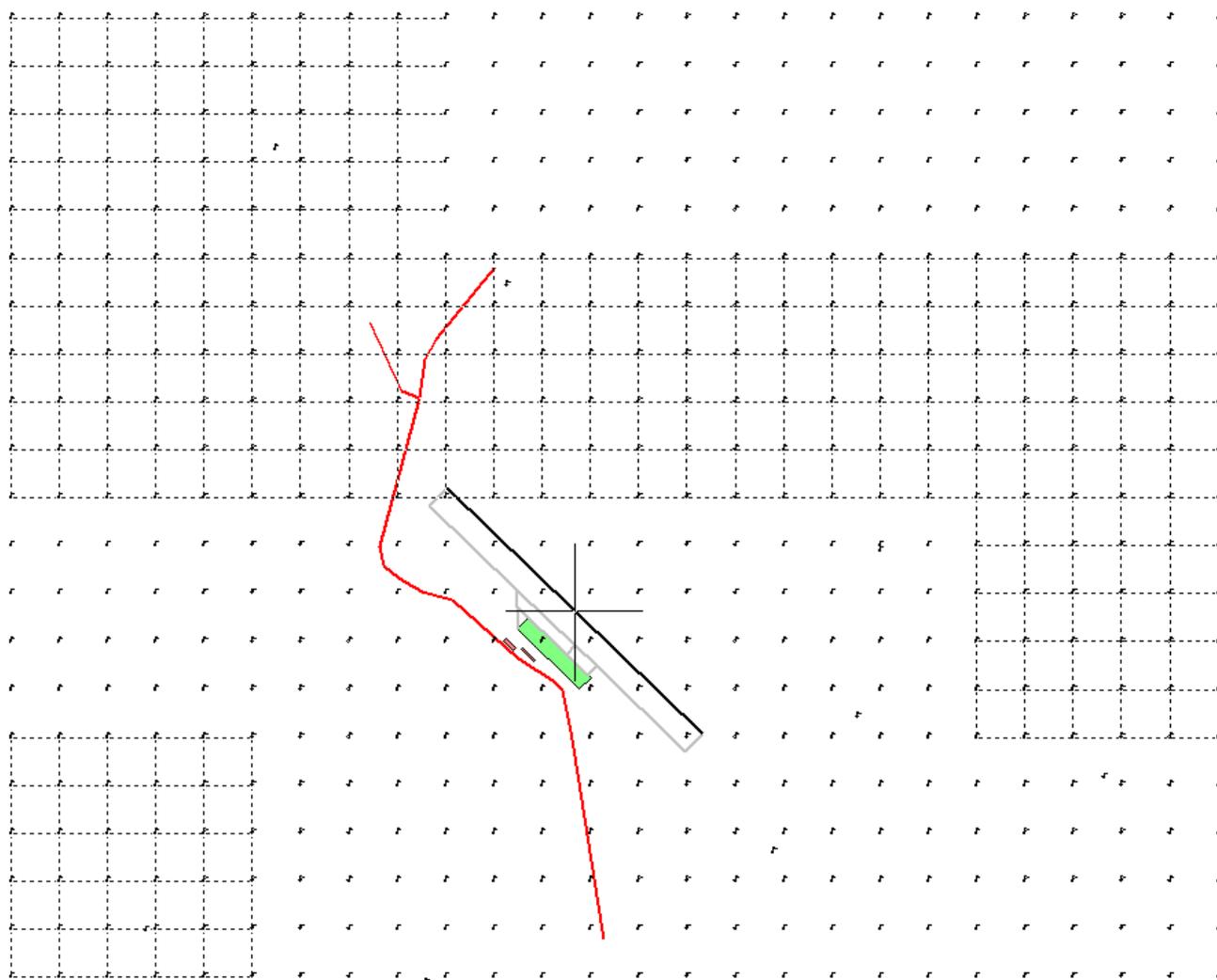


Figura 3-73 Maglie di calcolo per la simulazione dello scenario attuale

3.5.3.6.2 I ricettori di riferimento

Oltre ai punti ricettori della maglia appena descritta sono stati valutati altri punti ricettori (R) rappresentativi di aree abitative presenti in prossimità del sedime aeroportuale. Non riscontrando alcun parco naturale o area protetta nell'intorno dell'aeroporto di Brescia non sono stati considerati ricettori relativi alla vegetazione.

I punti ricettori relativi alla salute umana sono stati scelti in base alla localizzazione delle aree più densamente abitate limitrofe all'aeroporto e nello specifico:

- R1 – Nucleo abitativo in prossimità di testata 32;
- R2 – Nucleo abitativo in prossimità di testata 32;
- R3 – Nucleo abitativo posto ad est rispetto alla pista di volo;
- R4 – Nucleo abitativo posto a nord est rispetto alla pista di volo;
- R5 – Punto ricettore rappresentativo dell'agglomerato di Castenedolo;
- R6 – Punto ricettore rappresentativo dell'agglomerato di Ghedi;
- R7 – Nucleo abitativo posto a sud ovest rispetto alla pista di volo;
- R8 – Punto ricettore rappresentativo dell'agglomerato di Montichiari.

Sono quindi stati definiti in tutto otto ricettori di tipo R, secondo quanto riportato in Tabella 3-34 e Figura 3-74.



Figura 3-74 Punti ricettori di riferimento

Punto	Coordinate X	Coordinate Y
R1	605783	5029415
R2	606479	5030545
R3	606664	5031927
R4	603574	5034143
R5	601652	5035278
R6	600587	5028759
R7	602901	5028323
R8	608519	5030035

Tabella 3-34 Coordinate punti ricettori

3.5.4 I risultati allo scenario attuale

3.5.4.1 Il contributo delle sorgenti

A monte dell'analisi dei livelli di concentrazione degli inquinanti di cui sono responsabili tutte le sorgenti identificate all'interno dell'area dell'Aeroporto di Brescia Montichiari, è stata valutata, in termini percentuali, la responsabilità di ogni sorgente in prossimità dei punti ricettori scelti.

Al fine di effettuare una stima generalizzabile e al tempo stesso significativa si è scelto di fare riferimento all'inquinante NO_x, in quanto quello maggiormente critico rispetto agli altri inquinanti prodotti dal sistema aeroportuale. Da analisi a campione effettuate anche sugli altri inquinanti si è registrato un trend analogo a quello degli NO_x e pertanto, le considerazioni fatte nel presente paragrafo possono essere generalizzate, con buona approssimazione, all'intero sistema aeroportuale.

Le sorgenti inquinanti analizzate sono:

- i velivoli (AIRCRAFT);
- i piazzali dell'aeroporto (GATES);
- i parcheggi (PARKING);
- la viabilità stradale (ROADWAYS);
- le taxiways percorse (TAXIQ).

In valore assoluto sono stati ottenuti i seguenti livelli di concentrazione di NO_x per ogni sorgente (cfr. Figura 3-75).

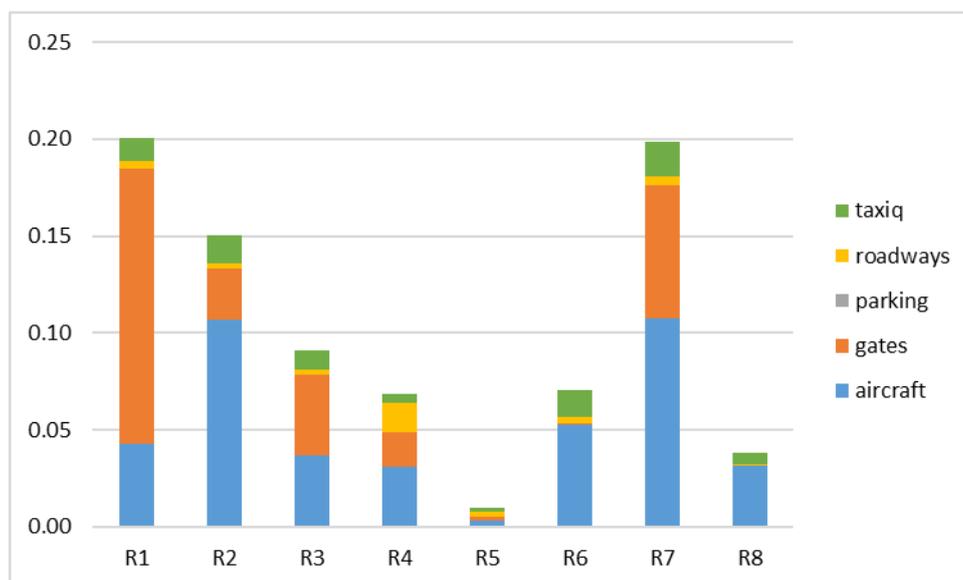


Figura 3-75 Valore assoluto di concentrazione di NO_x per ogni sorgente

Di seguito sono esposti in valore percentuale, per ogni ricettore, le distribuzioni dell'inquinante rispetto ad ogni sorgente.

Per i ricettori R1, R2 ed R3 le quote percentuali maggiori, come si può osservare dalle figure sottostanti, sono rappresentate dalla componente aeronautica, in particolar modo dagli aeromobili e dal gate.

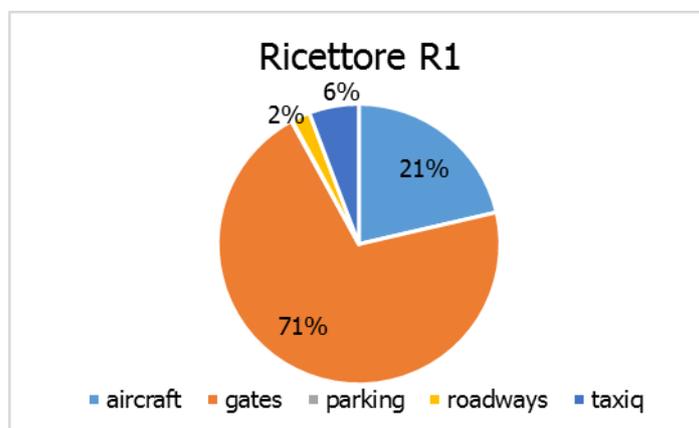


Figura 3-76 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R1

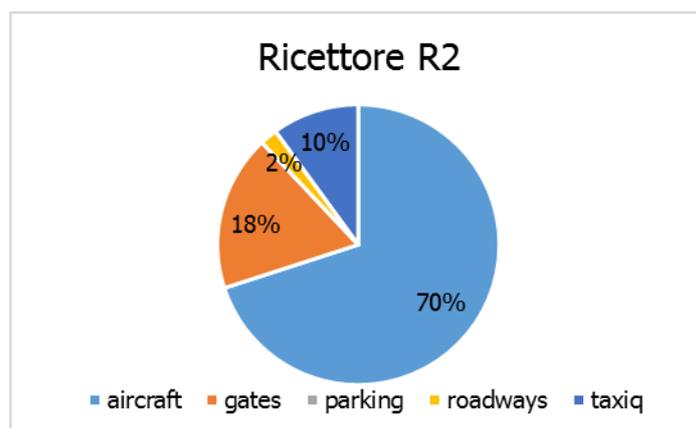


Figura 3-77 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R2

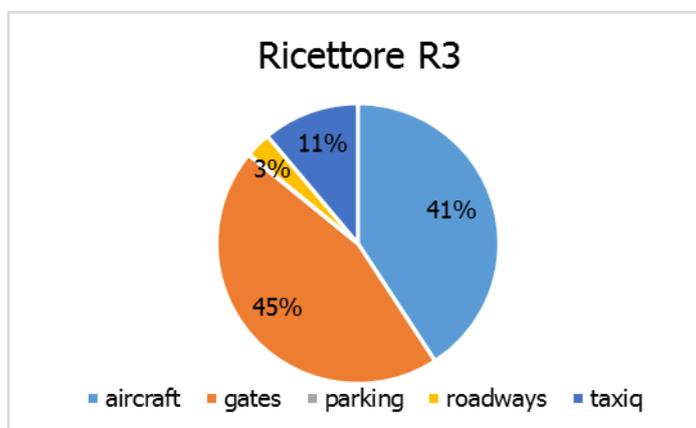


Figura 3-78 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R3

Per il ricettore R4, oltre al maggior contributo relativo agli aircraft ed al gate, si evidenzia come la componente stradale raggiunga una percentuale pari al 22%. Ciò può essere spiegato dalla vicinanza di tale ricettore alla rete stradale simulata, di accessibilità all'aeroporto.

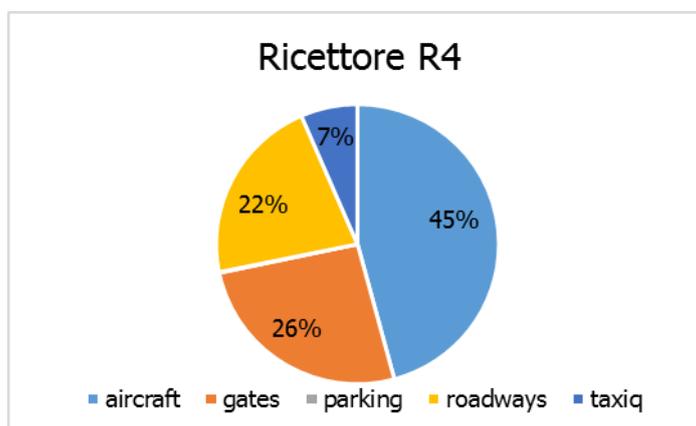


Figura 3-79 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R4

Per il ricettore R5, allo stesso modo, emerge come le componenti più significative siano rappresentate in primo luogo dagli aeromobili ed in parte dal gate ed in secondo luogo dalla sorgente stradale rappresentativa del 23%.

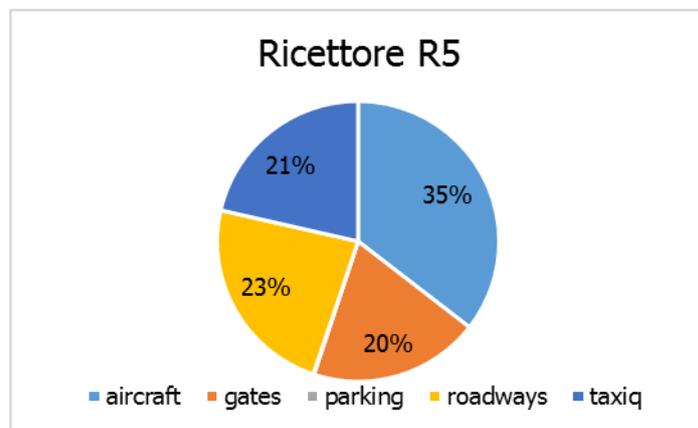


Figura 3-80 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R5

Relativamente ai ricettori R6, R7 ed R8, lontani dalla rete di accessibilità aeroportuale, il contributo maggiore all'incremento di concentrazioni di NOx è caratterizzato dagli aircraft e dalla sorgente relativa ai gates.

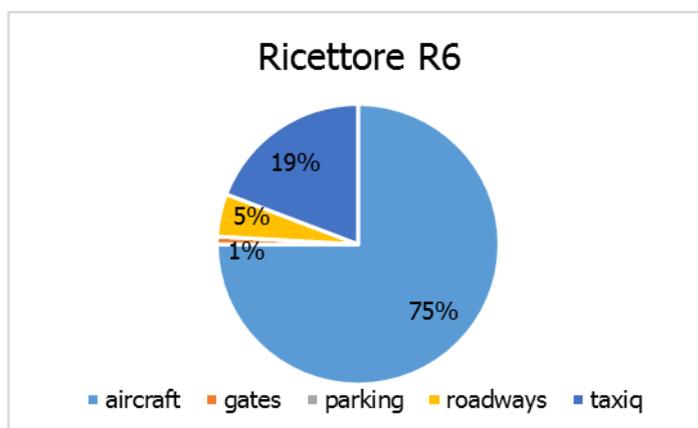


Figura 3-81 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R6

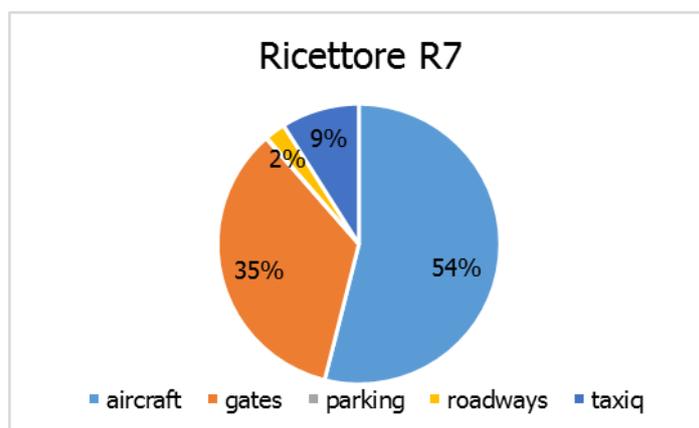


Figura 3-82 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R7

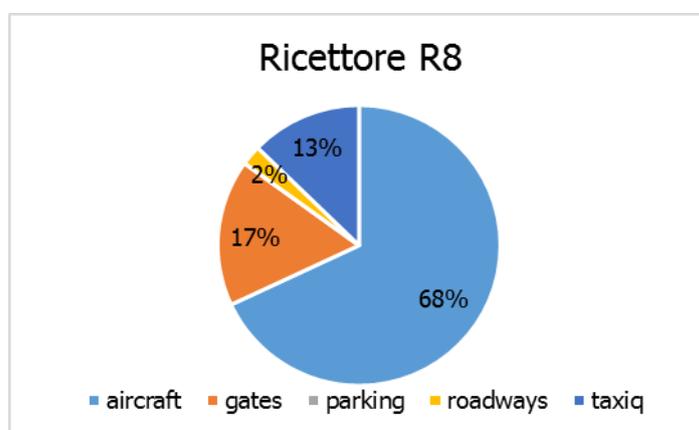


Figura 3-83 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R8

3.5.4.2 Analisi delle concentrazioni sulla maglia di calcolo

Nella Tavola "P2_T04: Carta delle isoconcentrazioni – Scenario attuale", è possibile osservare per l'intera maglia di calcolo i seguenti valori di concentrazione:

- Media annua - Biossido di Azoto NO₂;
- Media annua - Particolato PM₁₀;
- Media annua - Particolato PM_{2,5};
- Massimi valori annui della media delle 24h – SO₂.

Dalla tavola si osserva come per quanto riguarda i valori di PM₁₀ e PM_{2,5} il contributo fornito dall'infrastruttura aeroportuale sia molto contenuto, anche in considerazione del limite normativo di riferimento e come per gli ossidi di zolfo, il valore massimo di media giornaliero sia nettamente inferiore al limite normativo e pertanto, non sono previsti superamenti. L'ossido di azoto, ed in particolare il biossido di azoto, infine, risulta essere quello maggiormente significativo rispetto a tutti gli inquinanti analizzati, seppur caratterizzato da valori alquanto contenuti.

3.5.4.3 Analisi dei ricettori per la salute umana

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle concentrazioni degli inquinanti NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ generati dalle sorgenti emissive aeroportuali, in prossimità dei punti ricettori scelti per la salute umana.

Gli inquinanti considerati, quali gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo ed il materiale particolato, sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico si considera la media oraria e annua degli NO₂, la media annua e giornaliera del PM₁₀ la media annua del PM_{2.5} e la media oraria e giornaliera per gli SO₂.

I ricettori che hanno registrato valori più elevati di NO₂ sono quelli più prossimi al sedime aeroportuale e alla viabilità stradale. I valori più bassi, invece, si registrano per il ricettore R5 collocato a grandi distanze dall'area aeroportuale.

Dall'analisi sui biossidi di azoto emerge come non si registi alcun superamento del limite orario da normativa.

In generale per tutti i ricettori il 99° percentile assume valori sempre inferiori a 2,5 µg/m³ corrispondente all'1,2% del valore limite normativo (200 µg/m³).

Dai risultati relativi alle medie annue è possibile notare come il valore più elevato sia in prossimità del ricettore R7 con un valore medio annuo notevolmente basso, circa pari a 0,064 µg/m³, valore pari allo 0,16% del limite normativo (40 µg/m³).

Quanto esposto per il biossido di azoto è riportato in Tabella 3-35 e in Figura 3-84.

Biossido di Azoto NO ₂								
Ricettore	Medie orarie						Max [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
	Min [µg/m ³]	Percentili [µg/m ³]						
		50°	85°	90°	95°	99°		
R1	≈0	0,000	0,000	0,002	0,012	0,544	13,492	0,036
R2	≈0	0,000	0,000	0,001	0,015	1,778	9,328	0,045
R3	≈0	0,000	0,000	0,001	0,014	0,957	9,875	0,033
R4	≈0	0,000	0,005	0,021	0,088	0,591	6,620	0,031
R5	≈0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,056	3,580	0,006
R6	≈0	0,000	0,002	0,007	0,052	1,373	6,314	0,040
R7	≈0	0,000	0,002	0,007	0,040	2,480	8,259	0,064
R8	≈0	0,000	0,000	0,000	0,004	0,316	6,195	0,019

Tabella 3-35 Percentili e valori massimi e minimo orari NO₂ [µg/m³]

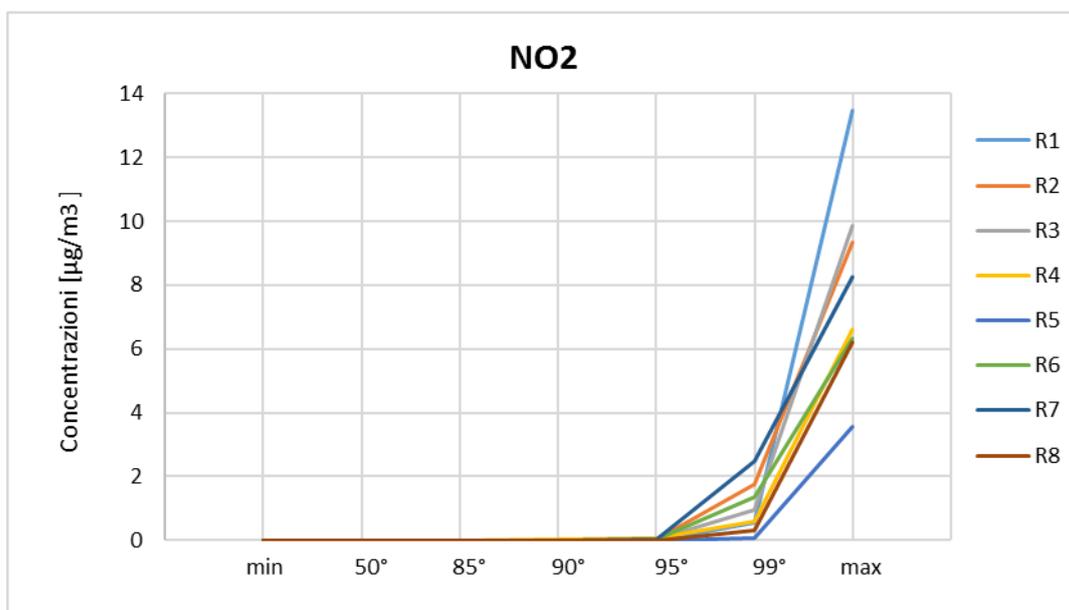


Figura 3-84 Percentili e valori massimi e minimi orari NO₂ [µg/m³]

Dagli output relativi allo scenario attuale è possibile notare come tutti i punti ricettori e la maglia di ricezione mostrino un valore nettamente inferiore al limite normativo.

Tramite la Tabella 3-36 è possibile notare, per il biossido di azoto, relativamente allo scenario attuale, come il contributo aeroportuale sia alquanto basso rispetto alle altre sorgenti inquinanti presenti nell'area circostante l'aeroporto, infatti il ricettore con valore percentuale maggiore (R7) non supera lo 0,25%.

NO2 - Scenario attuale								
Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Limite normativo [µg/m³]	40	40	40	40	40	40	40	40
Concentrazione qualità aria centralina ARPA [µg/m³]	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2
Contributo aeroporto [µg/m³]	0,036	0,045	0,033	0,031	0,006	0,040	0,064	0,019
% Contributo aeroporto	0,14%	0,17%	0,13%	0,12%	0,02%	0,15%	0,24%	0,07%

Tabella 3-36 Contributo della sola componente aeroportuale sulla qualità aria attuale – NO₂

Per il particolato PM₁₀ possono farsi analoghe considerazioni e si può notare come i valori assoluti confrontati con i limiti normativi risultano anch'essi notevolmente contenuti.

In termini assoluti il valore più elevato di media giornaliera si registra in prossimità del ricettore R1, mantenendosi comunque ampiamente al di sotto del limite normativo, arrivando fino a valori massimi di circa 0,8 µg/m³, corrispondente a circa lo 1,5% del limite normativo (50 µg/m³).

Dal punto di vista delle medie annue, tali valori risultano ancora più contenuti ed il ricettore con il valore più elevato, R1, fa registrare un livello di concentrazione circa pari a 0,0153 µg/m³ (0,038% del limite normativo pari a 40 µg/m³).

Quanto esposto per il particolato è riportato Tabella 3-37 e in Figura 3-85.

Particolato PM ₁₀								
Ricettore	Medie giornaliere							Media annua [µg/m ³]
	Min [µg/m ³]	Percentili [µg/m ³]					Max [µg/m ³]	
		50°	85°	90°	95°	99°		
R1	≈0	0,0000	0,0034	0,0121	0,0840	0,4220	0,8108	0,0153
R2	≈0	0,0001	0,0054	0,0121	0,0212	0,1033	0,1251	0,0043
R3	≈0	0,0001	0,0038	0,0073	0,0219	0,1419	0,3595	0,0052
R4	≈0	0,0006	0,0024	0,0033	0,0083	0,0673	0,3114	0,0029
R5	≈0	0,0000	0,0003	0,0006	0,0014	0,0129	0,0371	0,0004
R6	≈0	0,0005	0,0028	0,0045	0,0065	0,0197	0,0241	0,0015
R7	≈0	0,0004	0,0130	0,0293	0,0630	0,1555	0,4128	0,0103
R8	≈0	0,0000	0,0009	0,0026	0,0055	0,0356	0,0579	0,0014

Tabella 3-37 Percentili e valori massimi e minimi giornalieri PM₁₀ [µg/m³]

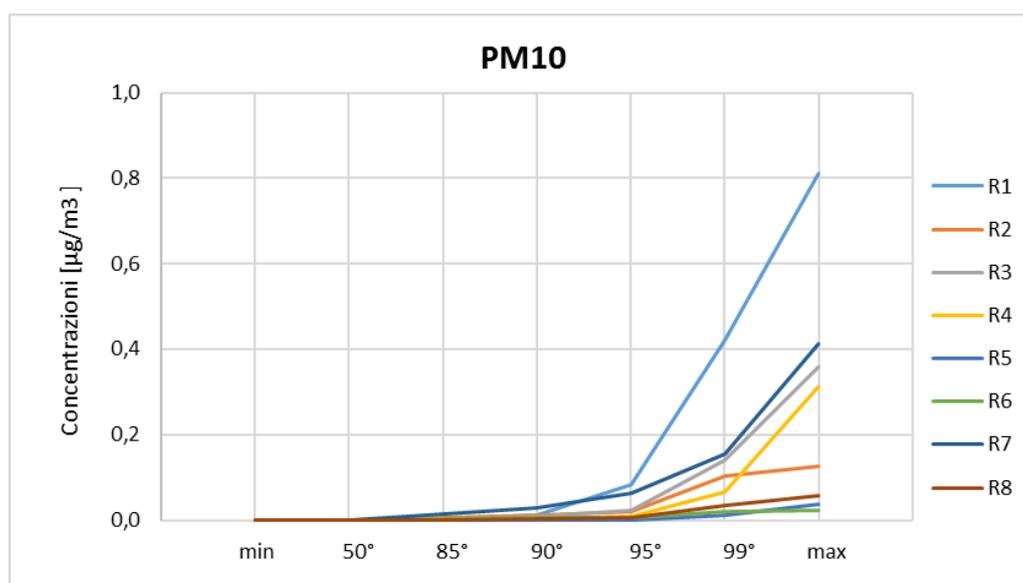


Figura 3-85 Percentili e valori massimi e minimi giornalieri PM₁₀ [µg/m³]

In analogia a quanto visto per la media annua degli NO₂, per il PM₁₀ il contributo aeroportuale risulta essere ancora meno significativo per tutti e otto i ricettori, con il valore massimo registrato in prossimità del ricettore R1, pari a circa lo 0,03% (cfr. Tabella 3-38). Come è possibile osservare dalla tabella si sottolinea la criticità del PM₁₀ per il quale la centralina ARPA di riferimento registra nel 2017 un valore di media annua superiore al limite normativo. Alla luce dei risultati ottenuti dalle simulazioni, stante il basso contributo aeroportuale, risulta evidente come le sorgenti aeroportuali portino un basso contributo nella produzione di PM₁₀ e pertanto, l'aeroporto non si ritiene responsabile del superamento del limite normativo, in quanto questo è generato principalmente da altre sorgenti emmissive presenti nell'area in esame (traffico veicolare e riscaldamento).

PM10 – Scenario attuale								
Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Limite normativo [µg/m³]	40	40	40	40	40	40	40	40
Concentrazione qualità aria centralina ARPA [µg/m³]	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3
Contributo aeroporto [µg/m³]	0,0153	0,0043	0,0052	0,0029	0,0004	0,0015	0,0103	0,0014
% Contributo aeroporto	0,036%	0,010%	0,012%	0,007%	0,001%	0,004%	0,024%	0,003%

Tabella 3-38 Contributo della sola componente aeroportuale sulla qualità aria attuale – PM10

Il PM_{2.5} presenta le stesse distribuzioni del PM₁₀ in termini spaziali, mentre in termini di valori assoluti presenta dei valori leggermente inferiori e comunque molto distanti dal limite normativo (cfr. Tabella 3-39).

Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Media annua PM_{2.5} [µg/m³]	0,0145	0,0037	0,0048	0,0023	0,0003	0,0010	0,0095	0,0011

Tabella 3-39 Valori medi annui di PM_{2.5} [µg/m³]

Relativamente al PM_{2.5} si può far riferimento alla Tabella 3-40, in cui emerge il contributo significativamente basso delle attività aeroportuali sull'inquinante considerato rispetto al limite da normativa. Il ricettore per il quale si registra il contributo maggiore (R1) non supera lo 0,06% del limite normativo.

PM2.5 - Scenario attuale								
Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25	25	25	25	25	25	25	25
Contributo aeroporto [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,0145	0,0037	0,0048	0,0023	0,0003	0,0010	0,0095	0,0011
% sul limite normativo	0,058%	0,015%	0,019%	0,009%	0,001%	0,004%	0,038%	0,004%

Tabella 3-40 Contributo aeroportuale sul limite normativo PM2.5 scenario attuale

Relativamente al Biossido di Zolfo, in Tabella 3-41, sono riportati i risultati dei livelli di concentrazione massimi orari e massimi giornalieri. In prossimità del ricettore con valori maggiori, R1 sia per i massimi orari che per i massimi giornalieri, i livelli di concentrazione massima oraria e giornaliera risultano pari rispettivamente a $12,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Max orario SO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	12,68	6,45	2,71	3,66	2,20	3,95	7,94	2,73
Max giornaliero SO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0,76	0,36	0,15	0,20	0,12	0,22	0,45	0,14

Tabella 3-41 Valori massimi orari e massimi giornalieri di SO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Dall'analisi dei livelli di concentrazione massima oraria dell'SO₂ emerge come nessuno dei ricettori superi il valore limite normativo, che per i valori orari risulta essere pari a $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore massimo registrato risulta infatti molto distante dal valore limite sopracitato, nello specifico il valore più elevato è inferiore al 4% del limite.

SO2 massimi orari - Scenario attuale								
Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Limite normativo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	350	350	350	350	350	350	350	350
Contributo aeroporto [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	12,68	6,45	2,71	3,66	2,20	3,95	7,94	2,73
% sul limite normativo	3,62%	1,84%	0,77%	1,05%	0,63%	1,15%	2,27%	0,78%

Tabella 3-42 Contributo aeroportuale sul limite normativo SO2 massimi orari scenario attuale

Sono stati in ultimo considerati i valori massimi giornalieri di SO₂ per ogni ricettore, il cui limite normativo è pari a 125 µg/m³. Anche in questo caso, nonostante la mancanza dei dati registrati dalla centralina, si può affermare che il valore ottenuto rappresenti una bassa percentuale del limite normativo che non supera mai lo 0,3% (cfr. Tabella 3-43).

SO2 massimi giornalieri - Scenario attuale								
Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Limite normativo [µg/m³]	125	125	125	125	125	125	125	125
Contributo aeroporto [µg/m³]	0,76	0,36	0,15	0,20	0,12	0,22	0,45	0,14
% sul limite normativo	0,61%	0,29%	0,12%	0,16%	0,10%	0,18%	0,36%	0,11%

Tabella 3-43 Contributo aeroportuale sul limite normativo SO2 massimi giornalieri scenario attuale

4. GEOLOGIA ED ACQUE

4.1 Inquadramento tematico

In riferimento alla componente geologica, all'interno del presente studio si è proceduto all'acquisizione di un quadro conoscitivo generale dell'area interessata dal progetto. A tale proposito si è ritenuto di dover fornire dapprima una descrizione generale dell'area, a scala regionale, allo scopo di inquadrare il contesto all'interno del quale va ad inserirsi l'opera, mentre successivamente lo studio è stato focalizzato a scala locale. Gli aspetti trattati in merito alla geologia hanno interessato principalmente la geologia, la geomorfologia e la sismicità dell'area.

Inoltre, con riferimento alla componente "Acque" si è proceduto all'acquisizione di un quadro conoscitivo generale dell'area interessata dal progetto, in termini di acque superficiali e sotterranee. La metodologia utilizzata si basa sull'analisi dello stato quali-quantitativo della risorsa idrica, con particolare riguardo al contesto territoriale, alla regimazione idraulica di superficie, al rischio idraulico e alla caratterizzazione chimica delle acque superficiali. La metodologia di analisi utilizzata si basa sullo studio di area vasta al fine di avere maggiore significatività della rappresentazione della suddetta componente. Lo studio si riferisce ad una porzione di territorio ampia, che, in relazione alle diverse esigenze di rappresentazione assume dei limiti di analisi.

In riferimento alle acque sotterranee si è proceduto ad una descrizione generale dell'area, a scala regionale, allo scopo di inquadrare il contesto all'interno del quale va ad inserirsi l'opera. Successivamente lo studio è stato focalizzato a scala locale.

4.2 Normativa di riferimento

Per l'approfondimento dei temi trattati, relativi alla geologia, sono stati consultati i relativi strumenti di governo del territorio e le principali fonti bibliografiche si seguito riportate:

- Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Foglio 47 – Brescia);
- Carta dei terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014, pubblicata dall'INGV nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 CPTI15;
- Carta dei valori di pericolosità sismica del territorio nazionale pubblicata sul sito dell'INGV;
- PTCP della Provincia di Brescia, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 31 del 13/06/2014;
- Piano Cave per i settori sabbie e ghiaie della Provincia di Brescia, che è stato approvato dalla Regione Lombardia con D.C.R 25 novembre 2004 n. VII/1114;
- Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti - censimento impianti della provincia di Brescia - definitivamente approvato dalla Regione Lombardia con Deliberazione della Giunta n. 9/661 del 20/10/2010. pubblicata sul B.U.R.L. 1° S.S. al n. 45 del 09/11/2010.

Per quanto riguarda invece la componente ambientale relativa alle acque, sono stati consultati i relativi strumenti di governo del territorio e le principali fonti bibliografiche di cui se ne riporta l'elenco qui di seguito:

- Decreto Ministeriale n. 260 dell'8 novembre 2010 "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152" (GU n. 30 del 7 febbraio 2011);
- Piano di Tutela delle Acque (PTUA 2016) approvato con DGR n.6990 del 31 luglio 2017 (con specifico riferimento al PTUA 2006 approvato con DGR n. 2244 del 29 marzo 2006);
- D.Lgs. n. 152 dell'11 maggio 1999 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato ai nitrati provenienti da fonti agricole" (GU n. 246 del 20 ottobre 2000);
- Piano di Gestione per il Distretto idrografico del fiume Po (PdGPo), approvato il secondo Piano (PdGPo 2015) con DPCM del 27 ottobre 2016 (GU n. 25 del 31 gennaio 2017);
- Stato delle acque superficiali della provincia di Brescia – Rapporto annuale 2012, ARPA Lombardia, settembre 2013;
- Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni;
- D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni" (GU n. 77 del 2 aprile 2010);
- Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) approvato con Delibera n.2 del Comitato Istituzionale Integrato del 3 marzo 2016 e successivamente approvato con DPCM del 27 ottobre 2016 (GU Serie Generale n. 30 del 6 febbraio 2017);
- D.Lgs. n. 30 del 16 marzo 2009 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento" (GU n.79 del 4 aprile 2009);
- Stato delle acque sotterranee della provincia di Brescia – Rapporto annuale 2012, ARPA Lombardia, settembre 2013;
- Stato delle acque sotterranee dell'area idrogeologica Oglio - Mincio – Rapporto annuale 2012, ARPA Lombardia, marzo 2014.

4.3 Inquadramento a livello di area vasta

4.3.1 Inquadramento geologico-litostratigrafico

Nell'ambito dell'area vasta la porzione di territorio che ospita l'aeroporto di Brescia Montichiari, il cui Piano di Sviluppo è oggetto dello SIA, si inquadra all'interno del foglio n. 47 – "Brescia" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 (cfr. Figura 4-1).

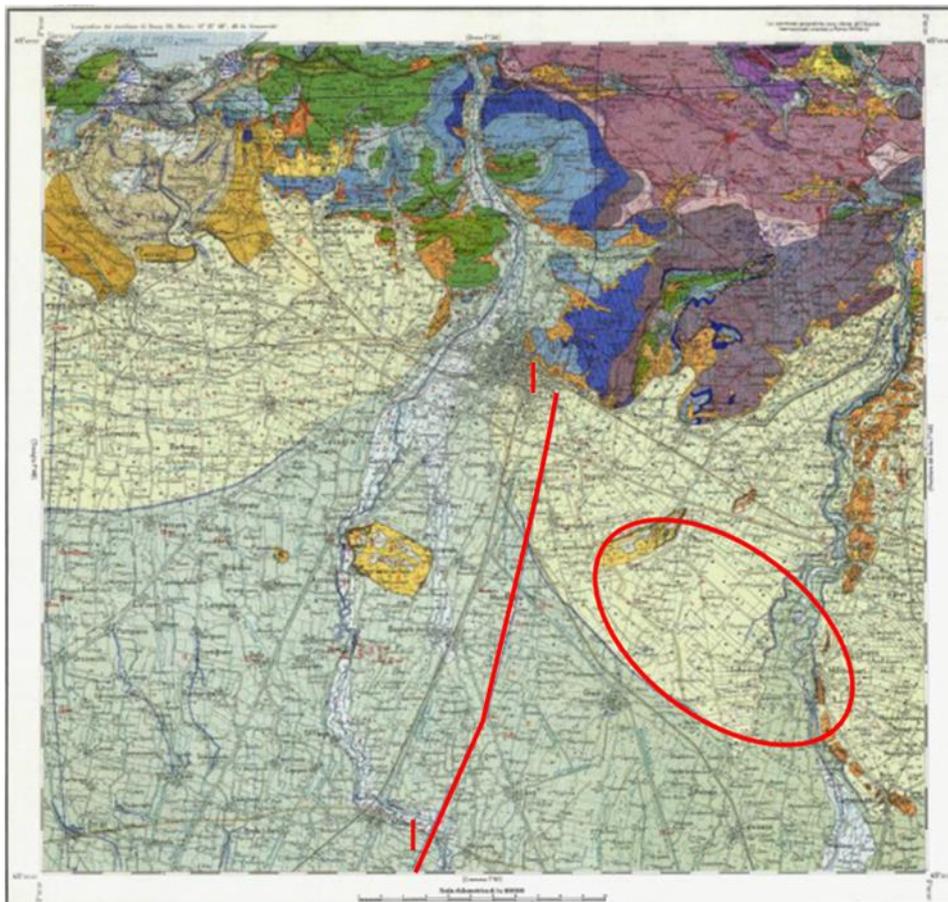


Figura 4-1 Foglio 47 "Brescia" – Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, ISPRA. Sono indicati il tracciato della sezione geologica descritta più avanti (I-I) e l'area in studio in rosso

L'areale di studio si inserisce nell'ambito della piana quaternaria che a nord termina dove affiorano i sedimenti marini mesozoici. Ad oriente dell'area in studio si ha successione di rilievi morenici che vanno da Gavardo fino a Carpenedolo costituendo la cerchia esterna del grande anfiteatro morenico del Garda.

Regionalmente la pianura bresciana è costituita dai depositi fluvioglaciali e fluviali che degradano senza bruschi dislivelli dai piedi delle colline bresciane verso sud, da questo piano dominante si distaccano alcuni rilievi isolati che sono da ovest verso est quelli di Pievedizio, di Capriano del Colle, di Castenedolo e di Ciliverghe. Il piano fondamentale è poi inciso dai due maggiori corsi d'acqua a est dell'area in studio dal Fiume Chiese in maniera più ampia e profonda, mentre più lievemente a ovest dal Fiume Mella.

L'andamento strutturale del sottosuolo è riportato nella sezione geologica (cfr. Figura 4-2) che corre parallelamente, spostata verso ovest, all'area di studio. Tale sezione si avvale dei dati dei pozzi perforati da Agip e mostra al disopra di un substrato prepliocenico tettonizzato, una serie sedimentaria che va dal Pliocene all'attuale piuttosto blanda con un ispessimento verso sud.

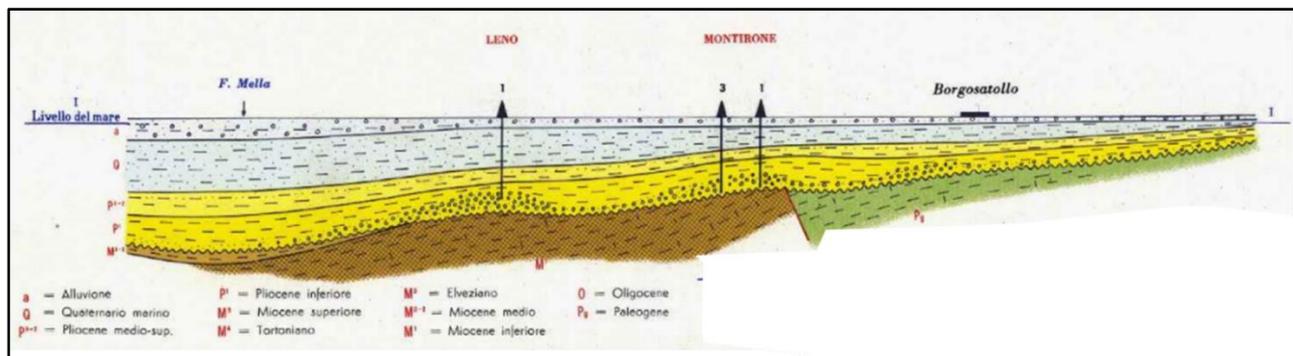


Figura 4-2 Sezione geologica I-I tratta da Foglio 47°Brescia" – Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, ISPRA

4.3.2 Evoluzione geodinamica e tettonica

La tettonica a livello regionale appare complicata e dominata da due direttrici, la Giudicariense (NNE-SSW) e l'Orobica (W-E), e da una zona sopraelevata nell'angolo NE, del foglio della carta Geologica d'Italia 47, contro la quale s'innalzano e si deformano le strutture a direzione orobica, che vengono da ovest, e si strizzano quelle a direzione giudicariense, provenienti da NNE.

Nella zona della piana, l'emergenza dal livello fondamentale della pianura della collina di Castenedolo, insieme ai rilievi di Ciliverghe, Monte Netto e Pievedizio, è legata alla presenza di una struttura anticlinale sepolta, denominata "anticlinale di Pievedizio-Ciliverghe" ed è dovuta ad un lento sollevamento del substrato roccioso sepolto, riferibile al Pleistocene medio antico per Ciliverghe e Castenedolo, ad una più recente fase del Pleistocene medio per il Monte Netto e per il dosso di Pievedizio. A partire da questi periodi le colline sono sottoposte a processi di evoluzione dei suoli e di sedimentazione eolica di loess.

4.3.3 Inquadramento geomorfologico

A livello regionale l'area del Bresciano da un punto di vista geomorfologico si distingue in:

- colline formate da terreni mesozoici,
- rilievi costruiti da terreni miocenici,
- anfiteatri morenici,
- colli isolati nella pianura,
- pianura.

I primi due ambienti, anche se molto interessanti dal punto di vista geologico/paesaggistico perché coniugano i lineamenti tettonici principali con la natura litologica delle formazioni, non sono molto pertinenti con il contesto di questo studio in quanto distanti e di natura completamente differente.

Per quanto riguarda gli anfiteatri morenici ce ne sono diversi nell'area bresciana; morfologicamente molto bello, per la sua completezza e regolarità, appare l'anfiteatro morenico di Iseo, così come è evidente anche se di dimensioni più ridotte l'apparato morenico di Sarnico.

Sul margine orientale del Foglio Geologico 47 "Brescia" sono evidenti, in forma di dossi isolati allineati, residui della grande cerchia esterna dell'anfiteatro del Garda.

Meritano menzione dal punto di vista geomorfologico i colli isolati nella pianura di Pievedizio (appena accennati), di Monte Netto, di Castenedolo, di Ciliverghe: essi, ad eccezione di quello di Pievedizio, costituito soltanto da "ferretto", sono formati da un basamento di conglomerati su cui poggia il "ferretto", qua e là ricoperto da loess; per "ferretto" si intende un suolo argilloso, ricco di ossidi e idrossidi di ferro e alluminio, di colore rosso mattone, che consiste in uno strato superficiale di alterazione rossastra delle masse alluvionali, per lo più ghiaiose, il quale provoca ristagno delle acque in superficie inducendo spesso la morte per asfissia delle piante.

All'estremo nord est di quella di Castenedolo, affiora anche la Formazione di Castenedolo del Quaternario marino. La pianura, dai piedi della collina al margine meridionale del foglio, degrada senza bruschi salti, più rapidamente a nord, più lentamente a sud. La sua morfologia è un po' movimentata dai corsi d'acqua (il Fiume Mella e soprattutto il Fiume Chiese) che la percorrono, determinandovi terrazzamenti più o meno evidenti ed estesi.

4.3.4 Inquadramento sismico

L'aeroporto in oggetto si trova in contesto geologico strutturale piuttosto complesso, caratterizzato da un'area a nord che fa parte della catena alpina ed un'area a sud che fa parte della pianura.

In complesso la zona più sismicamente attiva sembra essere la zona alpina e la fascia settentrionale della pianura ed in particolare la zona del Garda, dove risiedono la maggior parte degli epicentri di terremoti secondo quanto riportato dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 CPTI15 pubblicato dall'INGV, che fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. (cfr. Figura 4-3).

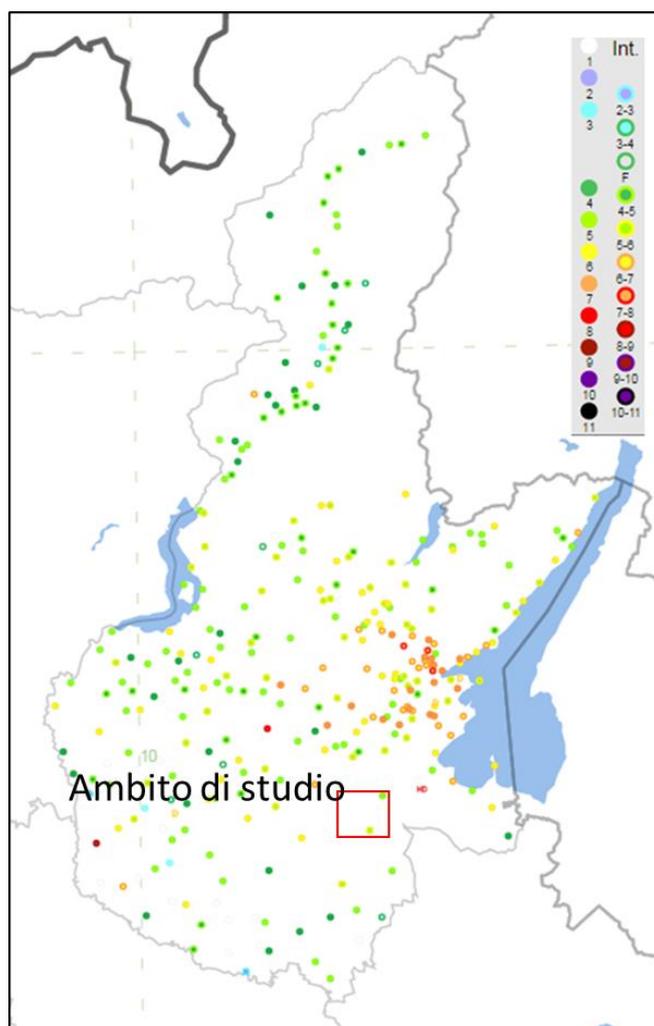


Figura 4-3 Carta dei terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. Pubblicata dall'INGV nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 CPTI15

Risulta dalla consultazione del "Database of Individual Sources" DISS INGV che la zona in studio si inquadra in un ambito dove sono state individuate delle sorgenti sismogenetiche di una certa importanza, come riportato nella seguente Figura 4-4.

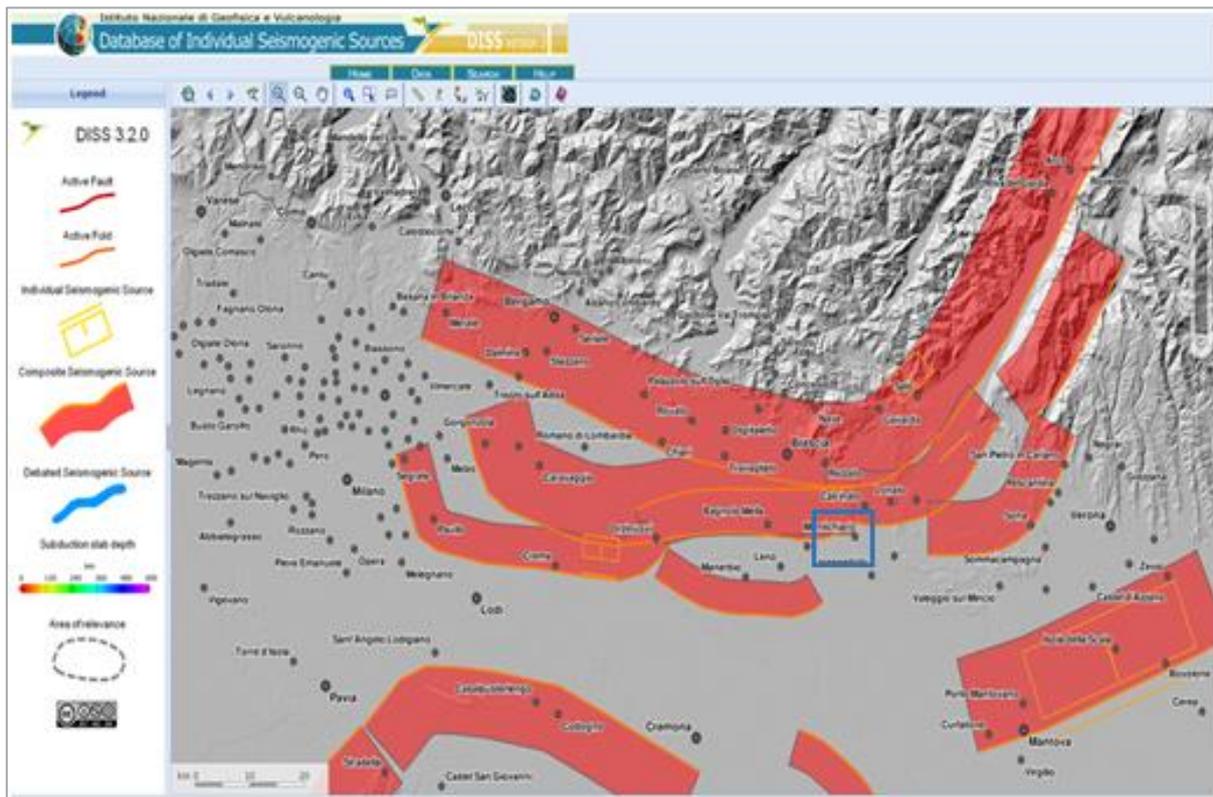


Figura 4-4 Sorgenti sismogenetiche composite dati ricavati dal "Database of Individual Sources" DISS INGV in blu la posizione dell'ambito di studio

Analizzando, inoltre, la carta dei valori di pericolosità sismica del territorio nazionale pubblicata sul sito dell'INGV, si evince che nella provincia di Brescia (cfr. Figura 4-5) la pericolosità diminuisce progressivamente allontanandosi verso ovest dall'area del Garda.

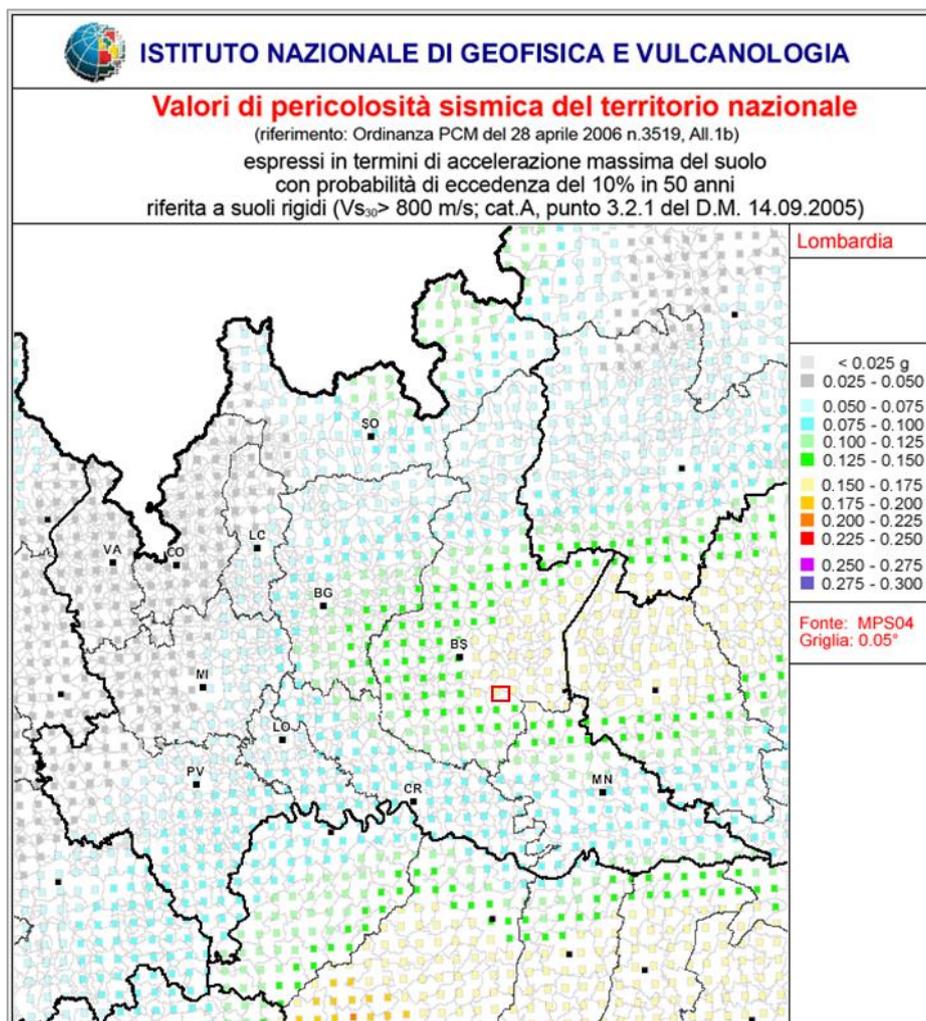


Figura 4-5 Valori di pericolosità sismica da dati pubblicati sul sito dell'INGV il piccolo quadrato rosso rappresenta l'ambito di studio

4.3.5 Sistema idrografico della Provincia di Brescia

L'aeroporto di Brescia Montichiari oggetto del presente SIA si inserisce all'interno del sistema idrografico dell'areale bresciano. Tale area gode di un ricco patrimonio idrico costituito da tre grandi laghi (Garda, Iseo e Idro), che assommano un volume d'acqua complessivo pari a 56.7 km^3 , da laghi minori prealpini e da tre grandi bacini imbriferi, coincidenti con la Valle Camonica, la Valle Trompia e la Valle Sabbia, percorsi rispettivamente dai fiumi Oglio, Mella e Chiese.

Il fiume principale è l'Oglio che nasce dal monte Gavia (provincia di Sondrio), attraversa la Val Camonica ed è immissario ed emissario del lago d'Iseo. Segue per rilevanza il fiume Chiese che nasce dal monte Adamello in Trentino e attraversa la Valle Sabbia con un bacino idrografico montano, di 934 km^2 ; al terzo posto il fiume Mella che ha un bacino di 311 km^2 , interamente bresciano. Entrambi i fiumi Mella e Chiese confluiscono nel fiume Oglio; diversamente dai fiumi Oglio e Chiese, alimentati da ghiacciai, il fiume Mella ha un regime torrentizio poiché è alimentato esclusivamente da piogge.

I torrenti presenti nella Provincia sono concentrati maggiormente in Val Camonica e spesso sono affluenti del fiume Oglio o di altri torrenti maggiori, ma il principale corso d'acqua a carattere torrenziale è il Garza.

Gli altri bacini idrici di carattere lacustre, principalmente di carattere artificiale, si trovano in vari punti della provincia divisi tra Val Camonica e Valle Sabbia; i principali sono il lago Moro ed il lago Valvestino.

4.3.6 Assetto idrogeologico di area vasta

La complessa struttura idrogeologica della Pianura padana è composta da diversi livelli sovrapposti di corpi idrici sotterranei; rispetto a tali complessi idrogeologici, la Regione Lombardia ha ritenuto necessario durante il primo ciclo di pianificazione (2009-2015) analizzare e ridefinirne l'organizzazione in modo più dettagliato rispetto allo standard nazionale¹¹.

La nuova suddivisione del territorio regionale in complessi idrogeologici ha portato alla definizione di 4 complessi suddivisi in 12 subcomplessi idrogeologici (cfr. Tabella 4-1).

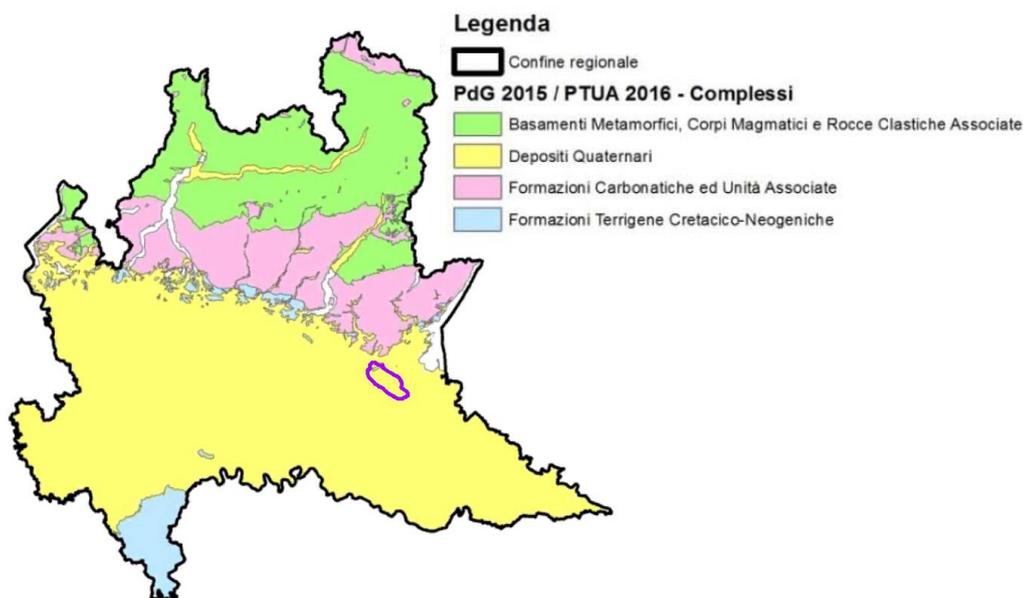


Figura 4-6 Complessi idrogeologici sotterranei (Fonte: Piano di Gestione 2015/PTUA 2016)

Il complesso dei depositi Quaternari, rappresentato in giallo nella figura precedente, nel quale rientra l'area di studio, caratterizza i settori di pianura lombarda e tutti quelli di raccordo tra questi ultimi e gli edifici montuosi sudalpini ed appenninici. Appartengono a questo complesso idrogeologico anche i nuovi corpi idrici sotterranei degli ambiti di pianura e fondovalle individuati nel PdG 2015 e PTUA 2016.

Di seguito i 12 sub complessi in cui sono suddivisi i complessi idrogeologici regionali.

¹¹ Allegato 1 del D.lgs. 30 del 16/03/2009 (Identificazione e caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei).

Complessi idrogeologici	Sub-complessi idrogeologici	
Depositi Quaternari	ISS	Idrostruttura Sotterranea Superficiale
	ISI	Idrostruttura Sotterranea Intermedia
	ISP	Idrostruttura Sotterranea Profonda
	ISF	Idrostruttura Sotterranea di Fondovalle
	DQ	Depositi Quaternari dei Bordi Pedemontani Alpino e Appenninico
Formazioni Carbonatiche ed Unità Associate	FC	Formazioni Carsiche
	FCL	Formazioni Carsiche Localizzate
	FCS	Formazioni Carbonatiche e Unità Associate, Sterili
Formazioni Terrigene Cretacico- Neogeniche	FTA	Formazioni Terrigene Appenniniche
	FTP	Formazioni Terrigene Prealpine
Basamenti Metamorfici, Corpi Magmatici e Rocce Clastiche Associate	BM	Basamenti Metamorfici e Corpi Magmatici
	CAV	Conglomerati, Arenarie e Vulcaniti Sudalpine

Tabella 4-1 Complessi e subcomplessi idrogeologici

Dall'immagine precedente si evince come l'ambito di studio ricada interamente nell'area dei Depositi quaternari, per la cui ricostruzione della struttura idrogeologica si è mantenuto come punto di partenza lo studio Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia (1999-2002) il quale ha suddiviso i depositi alluvionali della pianura padana in 4 gruppi acquiferi:

- Gruppo Acquifero A (Olocene-Pleistocene Medio) - suddiviso in due sottogruppi (A1, A2) per delimitare verticalmente gli acquiferi superficiali (in comunicazione diretta con la superficie) dagli acquiferi intermedi e profondi comunicanti solo localmente con gli acquiferi superficiali;
- Gruppo Acquifero B (Pleistocene Medio);
- Gruppo Acquifero C (Pleistocene Medio);
- Gruppo acquifero D.

Il limite di passaggio tra gruppi acquiferi è stato identificato dalle superfici di base degli stessi, dettagliate sulla base delle informazioni litostratigrafiche e sedimentologiche desunte dai dati stratigrafici puntuali.

Tale studio ha reso possibile l'identificazione di 5 idrostrutture principali:

- ISS (Idrostruttura Sotterranea Superficiale), sede dell'acquifero libero, comprendente il Gruppo Acquifero A e B, nei settori di alta pianura Lombarda, e la porzione superiore del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A1) nella media e bassa pianura;
- ISI (Idrostruttura Sotterranea Intermedia), sede di acquiferi da semiconfinati a confinati, comprendente la porzione profonda del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A2) e il Gruppo Acquifero B presente nella media e bassa pianura;
- ISP (Idrostruttura Sotterranea Profonda), sede di acquiferi confinati comprendente il Gruppo Acquifero C nei settori di alta e media pianura in cui esso è conosciuto tramite indagini dirette e captato;
- ISF (Idrostruttura Sotterranea di Fondovalle), sede di acquiferi nastriformi, con piccole propaggini nelle valli laterali trivutarie;

- DQ (Depositi Quaternari dei bordi pedemontani alpino e appenninico).

Nell'immagine seguente si riporta la localizzazione delle 5 idrostrutture superficiali in cui è suddiviso il complesso dei Depositi quaternari, con indicata l'ubicazione dell'area di studio.

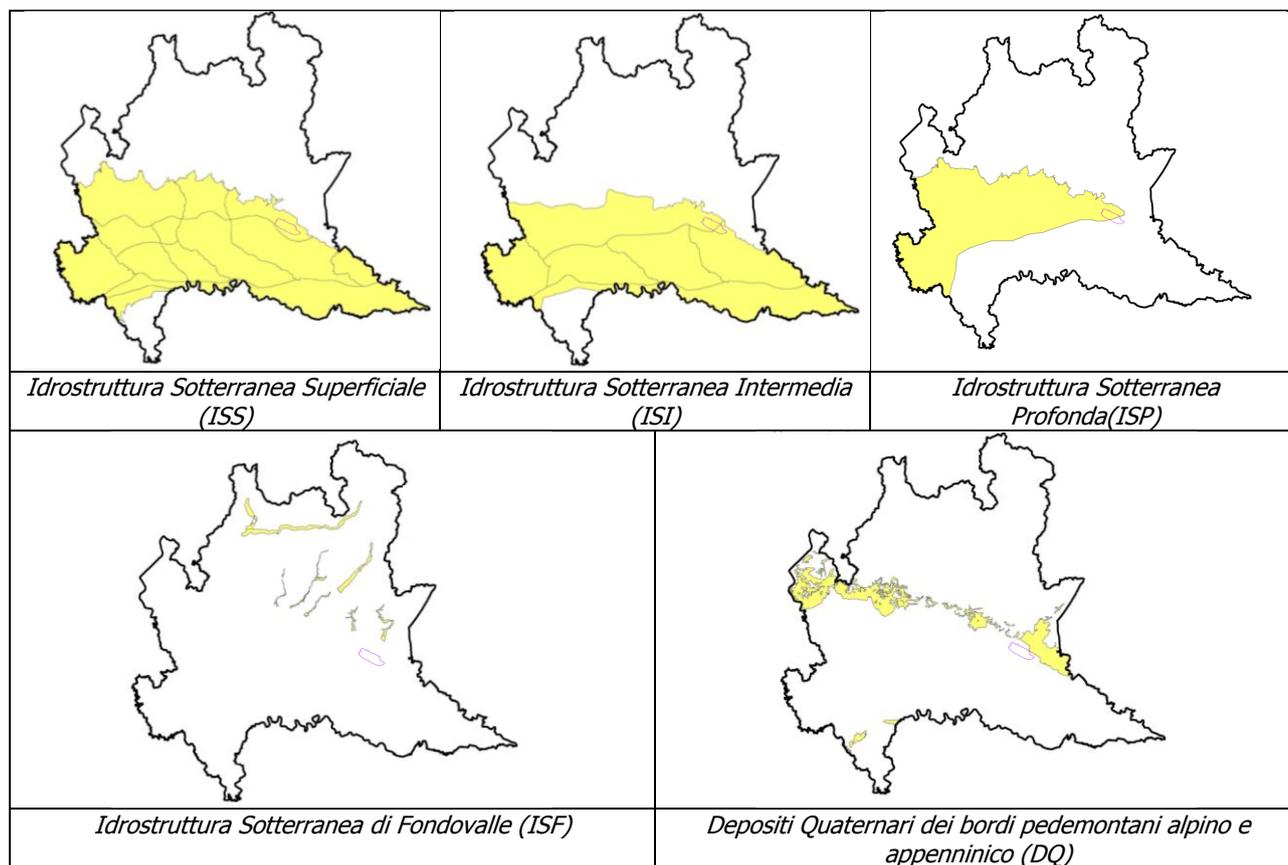


Figura 4-7 Principali idrostrutture complesso Depositi quaternari - elaborazioni immagini PTUA

Dall'immagine precedente si evince come l'area di studio ricada nella zona caratterizzata dalla presenza delle tre idrostrutture:

- ISS (Idrostruttura Sotterranea Superficiale),
- ISI (Idrostruttura Sotterranea Intermedia),
- ISP (Idrostruttura Sotterranea Profonda).

4.4 Inquadramento a livello locale

4.4.1 Inquadramento geologico e litostratigrafia dell'ambito di studio

L'assetto geologico dell'area di studio è piuttosto semplice, si tratta di una serie clastica che poggia su un substrato prepliocenico tettonicamente fagliato come riportato nella sezione geologica della precedente Figura 4-2.

La litostratigrafia dell'area di studio si può così riassumere:

- Conglomerati fluviali ("Ceppo") (Pleistocene medio) ghiaie molto cementate costituite prevalentemente da ciottoli calcarei e cristallini minuti, con intercalazioni sabbiose a laminazione incrociata Pleistocene medio (Caltvagese, Castenedolo, Capriano);
- Morenico (Mindel) Morene profondamente alterate in argille rosso-brune per uno spessore di 1-4 m, con scarsi ciottoli a silicati alteratissimi e silicei pressoché inalterati ("tipico ferretto");
- Alluvioni fluvio-glaciali e lacustre (Mindel) con strato di alterazione argilloso, con strato di alterazione argilloso, dello spessore di 1,5-4 m, di colore rosso, con scarsi ciottoli a silicati alteratissimi e silicei pressoché inalterati e con assenza di ciottoli calcarei per dissoluzione (tipico "ferretto"). Testimoni di alti terrazzi, si raccordano con le cerchie moreniche esterne dell'anfiteatro benacense. Questi sedimenti affiorano abbondantemente nella collina di Castenedolo;
- Alluvioni Fluvioglaciali e fluviali (Wurm) da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso giallo rossiccio, di ridotto spessore localmente ricoperte da limi più recenti. Tali alluvioni ricoprono gran parte dell'area di studio;
- Depositi Terrazzati (Alluvium Antico) (Olocene inf) Alluvioni terrazzate sabbioso-ghiaiose sensibilmente sospese sui corsi d'acqua. Affioranti nel tratto di Fiume Chiese che interessa l'ambito di studio;
- Depositi Terrazzati (Alluvium medio) (Olocene medio) Alluvioni sabbioso-ghiaiose fissate degli alvei abbandonati, debolmente sospese ed eccezionalmente esondabili. Affioranti nel tratto di Fiume Chiese che interessa l'ambito di studio.

Da una ricerca bibliografica si evince che nel comune di Montichiari le perforazioni per i pozzi idrici hanno raggiunto profondità comprese tra 110 m e 150 m e mostrano sostanzialmente un'alternanza di materiali sciolti ghiaiosi e sabbiosi fortemente eterometrici di spessore variabile dell'ordine dei decimetri a di decine di metri con intercalate delle lenti di materiale argilloso.

I pozzi trivellati presso gli edifici morenici incontrano prima dei materiali sciolti, poi dei depositi morenici compatti, fortemente eterometrici e con matrice argillosa.

Nella parte nord dell'area di studio va ricordata la collina di Castenedolo che è stata descritta in dettaglio da RAGAZZONI (1880) e CACCIAMALI (1896). Alla fine dell' '800 la collina di Castenedolo fu oggetto di studi e di accesi dibattiti in seguito al ritrovamento, in momenti diversi dal 1860 fino al 1889, di resti umani riferibili a sei individui ("uomo di Castenedolo") allora attribuiti al Pliocene in quanto rinvenuti all'interno di depositi marini ritenuti di questo periodo. Studi più recenti dimostrarono che i resti umani erano stati inumati in età storica (forse in epoca tardoantica o altomedievale) e che non erano contemporanei dei sedimenti marini.

4.4.2 Inquadramento geomorfologico dell'ambito di studio

Esaminando la Tavola P2_T09 "Carta geomorfologica", si può inquadrare il territorio dell'area di studio secondo la sua fisiografia, modellata dagli eventi deposizionali ed erosivi susseguiti nel

tempo, in modo particolare tramite i processi glaciali del Lago di Garda (che hanno generato e modellato i depositi morenici delle colline monteclarensi), i processi fluviali del Fiume Chiese (che hanno eroso il territorio originando terrazzi mano a mano più ribassati rispetto al livello generale dell'alta pianura bresciana) e i terrazzi antichi che sono rappresentati dall'alto di Castenedolo. Dalla carta tematica citata risulta che la monotona pianura è in realtà complicata da una serie di piani terrazzati che ribassano le aree prospicienti il Fiume Chiese e da alcune colline allineate in senso longitudinale.

L'area appartenente al comune di Montichiari è caratterizzata da differenti aree geomorfologiche, a sviluppo longitudinale, distinte in: colline moreniche di origine glaciale, 4 terrazzi fluviali e un'asta fluviale con le proprie barre fluviali progradanti e barre di meandro. Considerando come riferimento l'asta fluviale è possibile suddividere idealmente il territorio comunale in due settori: uno occidentale ed uno orientale caratterizzati rispettivamente da elementi morfologici distinti (cfr. Figura 4-8).

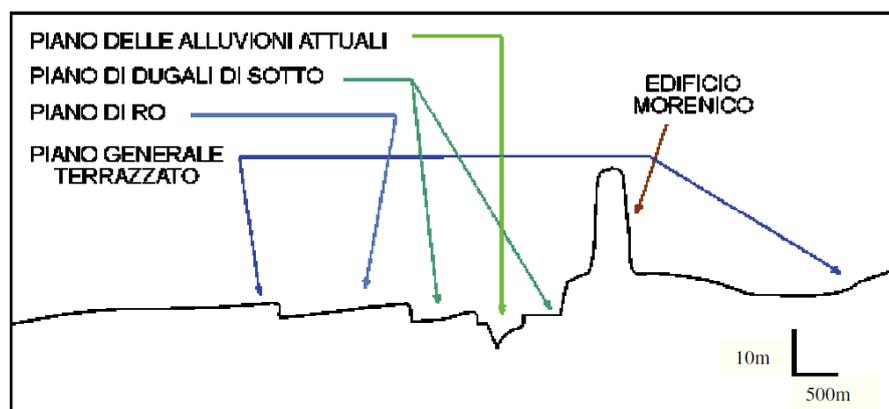


Figura 4-8 Rappresentazione schematica dell'assetto morfologico Monteclarensese tratto dalla relazione "Strumento Geologico Generale – Relazione di Progetto e Normativa Tecnica" Comune di Montichiari

Il settore occidentale presenta quattro terrazzi fluviali, di cui uno a carattere regionale e denominato Piano Generale Terrazzato, e tre di carattere locale, generati dalle attività di erosione e deposizione del Fiume Chiese.

Il settore orientale è invece caratterizzato dalla presenza, oltre che del Piano Generale Terrazzato, delle colline moreniche ubicate in senso longitudinale, parallelamente al Fiume Chiese, il cui corso è probabilmente influenzato dalla presenza di tali depositi morenici.

Tutto il territorio comunale è caratterizzato da una debole, costante ed omogenea inclinazione/pendenza verso sud.

Nel territorio di Castenedolo non sono presenti fenomeni di dissesto di rilievo. Anche la Carta inventario dei fenomeni franosi, redatta dalla Regione Lombardia (SIT – Dissesto idrogeologico) non ne evidenzia. Solamente lungo i tratti più acclivi della scarpata che delimita il margine settentrionale e quello sud-orientale del colle di Castenedolo sono localmente presenti piccoli dissesti superficiali di dimensioni tali da non essere cartografabili.

La morfologia del colle di Castenedolo è caratterizzata da blande ondulazioni. In particolare, si possono riconoscere alcune aree sommitali arrotondate che fungono da spartiacque.

Ben riconoscibile è la culminazione che, traendo origine dalla punta nord-orientale del colle, attraversa il centro storico grosso modo lungo via XV Giugno. Più ad est si riconosce un'altra culminazione in località "I Dossi". Tra le due è presente una debole depressione denominata "La Valle".

Un'altra culminazione ben evidente è quella situata lungo il margine nord-occidentale del colle, tra via del Maglio e Capodimonte. L'area di spartiacque costituisce il fianco settentrionale di una vallecola a conca nella quale scorre il Rio delle Coste.

Tra via Garibaldi ed il cimitero è presente una vallecola che si è sviluppata presumibilmente in corrispondenza di una faglia che interessa il "Ceppo".

Il Rio del Vallone attraversa centralmente il colle, dall'abitato di Castenedolo fino ad oltre l'area di cava Italcementi. L'alveo è profondamente inciso nei depositi argillosi fino a C.na Colombera, dove esso termina in corrispondenza della strada vicinale delle Stradelle.

Il margine settentrionale e quello sud-orientale del rilievo di Castenedolo sono delimitati da una scarpata morfologica ben evidente. La scarpata, spesso boscata, costituisce un elemento di rilievo nella struttura del paesaggio. Considerata la pendenza del versante, sono possibili fenomeni di dissesto in occasione di precipitazioni particolarmente intense o in seguito ad interventi antropici errati. Inoltre, a seguito di un terremoto potrebbero verificarsi fenomeni di instabilità dinamica, in particolare nei tratti più acclivi. La pendenza della scarpata varia in relazione al tipo di roccia che la sostiene; è molto acclive, ad esempio, in corrispondenza dell'affioramento del "Ceppo". Localmente la pendenza originaria è stata modificata dagli interventi antropici (attività agricola, strade, ecc.). Sono pure presenti scarpate erosive, prodotte dai corsi d'acqua.

Nel territorio di pianura sono state cartografate alcune scarpate antropiche che delimitano aree depresse interessate da attività estrattiva di ghiaia e sabbia.

Parte di esse ospitano cave ancora attive, altre sono state abbandonate e, talora, riempite. Alcune depressioni di cava hanno raggiunto la falda acquifera.

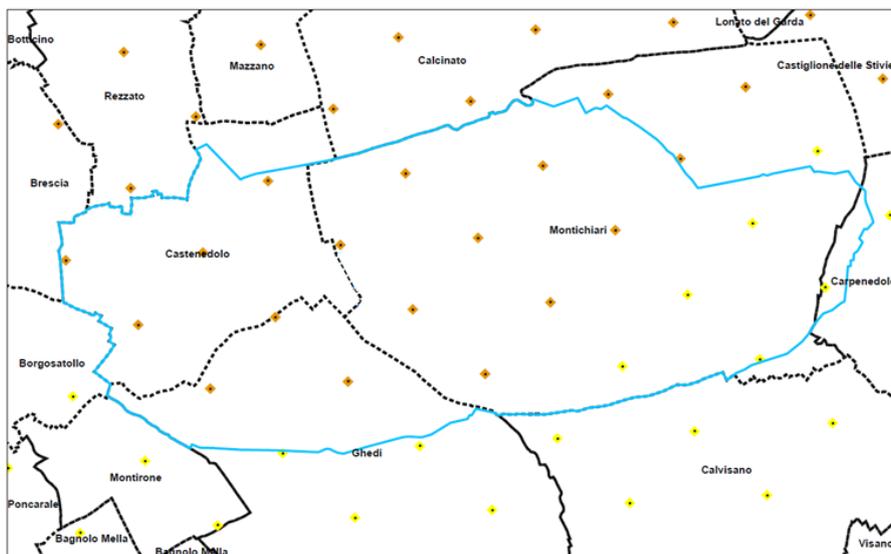
Il colle di Castenedolo presenta un notevole interesse paesistico e geostorico come le colline di Ciliverghe e di Capriano del Colle, il debole rilievo di Pievedizio, le "mottelle" e il inoltre la collina di Castenedolo è caratterizzata da un paesaggio geomorfologico unitario di grande valore, i cui elementi strutturanti sono ancora oggi ben leggibili e riconoscibili.

Al valore geomorfologico-paesistico si aggiunge il valore testimoniale per molteplici campi delle scienze, quali la geologia del Quaternario (stratigrafia, neotettonica), la pedologia, l'archeologia etc., con possibilità di sviluppo di nuove indagini. Il rilievo collinare di Castenedolo, infatti, costituisce un lembo relitto di un'antica pianura e sulla sua superficie affiorano unità stratigrafiche che consentono una ricostruzione particolareggiata delle fasi evolutive di questa porzione del territorio bresciano verificatesi all'incirca negli ultimi 2 milioni di anni. La coltre di loess che localmente ricopre il colle contiene localmente manufatti paleolitici.

Nella porzione di territorio del comune di Ghedi che riguarda l'area in studio non vi sono particolari strutture geomorfologiche da evidenziare trattandosi di una porzione di pianura in parte occupata dall'aeroporto militare di Ghedi.

4.4.3 Inquadramento sismico dell'ambito di studio ed indagini annesse

Come già rilevato l'area di studio si inserisce in un contesto geologico-strutturale piuttosto complesso soprattutto nell'area più prossima all'edificio alpino, dove sono state individuate delle fasce di possibili sorgenti sismogenetiche. A tal proposito, usufruendo dei dati pubblici forniti dal Gruppo di Lavoro MPS, relativi alla Redazione della mappa della sismicità prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 (INGV), si è potuto constatare come i comuni interessati dall'area di studio, ovvero Montichiari, Castenedolo, Ghedi ed in piccolissima parte Carpenedolo, la pericolosità sismica (cfr. Figura 4-9) attribuita a tutti questi comuni è variabile da 2 a 3 ovvero con valori di accelerazione (ag) che sono rispettivamente tra 0.15 e 0,25 e tra 0.05 e 0.15 g secondo l'Ordinanza PCM 3519 del 11/05/2006 all. 1b. Tale accelerazione (ag) viene espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800\text{m/s}$; cat. A, punto 3.2.1. del D.M. 14/09/2005).



Pericolosità sismica passo 0,02° - INGV

Accelerazione (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni

- 0.05 - 0.15
- 0.15 - 0.25

Tabella della pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3519 del 11/05/2006

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$ag \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq ag < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq ag < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$ag < 0,05g$

Figura 4-9 Mappa della pericolosità sismica da fonti INGV

In riferimento a questi dati l'area del sedime aeroportuale ricade in una zona di classe 2 cioè una zona con pericolosità media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.

A fronte di quanto affermato ed in virtù del quadro legislativo nazionale e locale qui di seguito elencato:

- Legge 2 Febbraio 1974 n.64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- DM 14 Settembre 2005 – "Norme tecniche per le costruzioni";
- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri 29 Aprile 2006 n.3519 – "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per formazione ed aggiornamento degli elenchi";

- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 Febbraio 2009 n.617 - *"Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14/01/08"*;
- DM 14 Gennaio 2008 - *"Nuove Norme tecniche per le costruzioni"* (entrato in vigore con Legge 24 Giugno 2008 n.77);
- Delibera 2 Marzo 2004 n.153, che ha recepito i disposti dell'O.P.C.M. 20 Marzo 2003 n.3274 recante *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*;
- Deliberazione Giunta Regionale 15 Settembre 2009 n.1626 - DM 14 Gennaio 2008 - *"Norme tecniche per le costruzioni. Disposizione in merito alle procedure da adottare in materia di controlli e/o autorizzazioni"*;

ogni nuovo intervento previsto dovrà essere realizzato prendendo in considerazione tali riferimenti legislativi, ed ove necessario, supportato da indagini sismiche in situ per approfondire soprattutto la tematica di classificazione del substrato di fondazione secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008 in relazione alla classificazione sismica del suolo di fondazione.

4.4.4 Idrografia dell'ambito di studio

L'ambito di studio preso come riferimento ricade nel bacino idrografico del fiume Oglio, appartenente al bacino idrografico principale del fiume Po.

Nel Piano di Tutela delle Acque (PTUA) il territorio regionale è stato suddiviso in "aree idrografiche di riferimento"¹², alcune delle quali coincidenti con i bacini idrografici dei corsi d'acqua e dei laghi naturali significativi individuati per le elaborazioni. Le altre aree, non riferite a corsi d'acqua oggetto di modellazione, sono state tracciate non sempre riconducendosi ad un solo corpo idrico, ma secondo criteri ritenuti funzionali alle specifiche esigenze di pianificazione della Regione. Secondo quanto indicato dal PTUA le aree idrografiche di riferimento ai fini della pianificazione sono aree che presentano le medesime caratteristiche e tipologie di fenomeni e sono quindi sede di misure omogenee.

L'area in esame ricade in due aree idrografiche di riferimento, la "Chiese sublacuale" e "Oglio sublacuale" come si evince dalla Figura 4-10.

¹² Rappresentano aree per la pianificazione e programmazione regionale: per l'individuazione delle aree idrografiche di riferimento sono state acquisite ed utilizzate le CTR regionali, le basi informative, il DTM dal SIT e dal progetto SIBITeR regionali; è stata inoltre condotta una ricerca bibliografica su eventuali studi di dettaglio per la definizione delle singole aree (fonte: PTUA - Allegato 1).

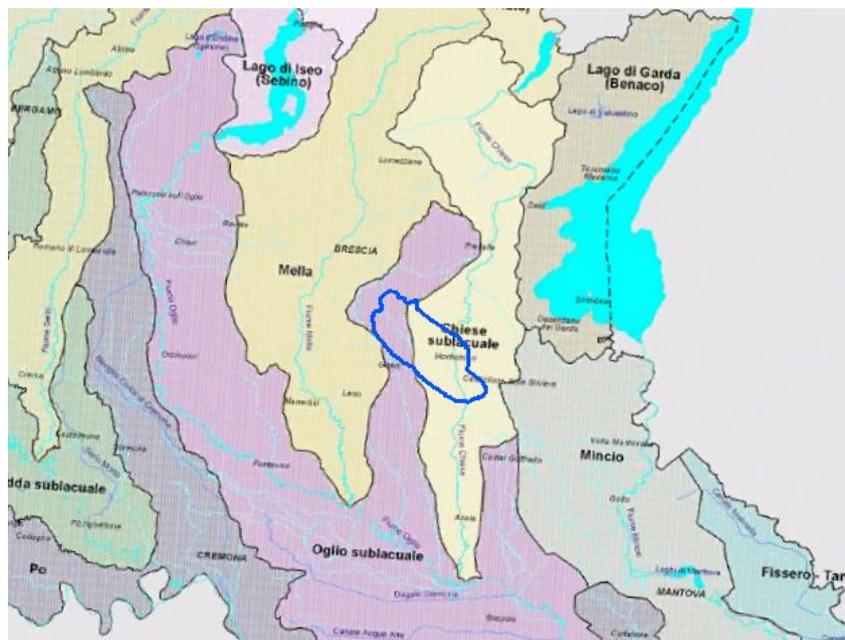


Figura 4-10 Corpi idrici superficiali significativi e aree idrografiche di riferimento (Fonte: Stralcio Tavola 1 del PTUA). In blu è indicato il perimetro dell'ambito di studio

Tale sistema è rappresentato da un insieme di alvei naturali (Fiume Chiese e Torrente Garza), e di canali artificiali (Corso d'Acqua Naviglio Inferiore), frutto di una derivazione delle acque del fiume Chiese.

Quest'ultimo è stato costruito per vari scopi: irrigui, di navigazione, di trasporto merci ed energetici. Attualmente la sua unica funzione è quella di consentire l'irrigazione dei territori che attraversa.

All'interno dell'area di studio ricadono due corsi d'acqua principali, il fiume Chiese e il torrente Garza, oltre al sistema irriguo di afferente Castenedolo (cfr. Figura 4-11).

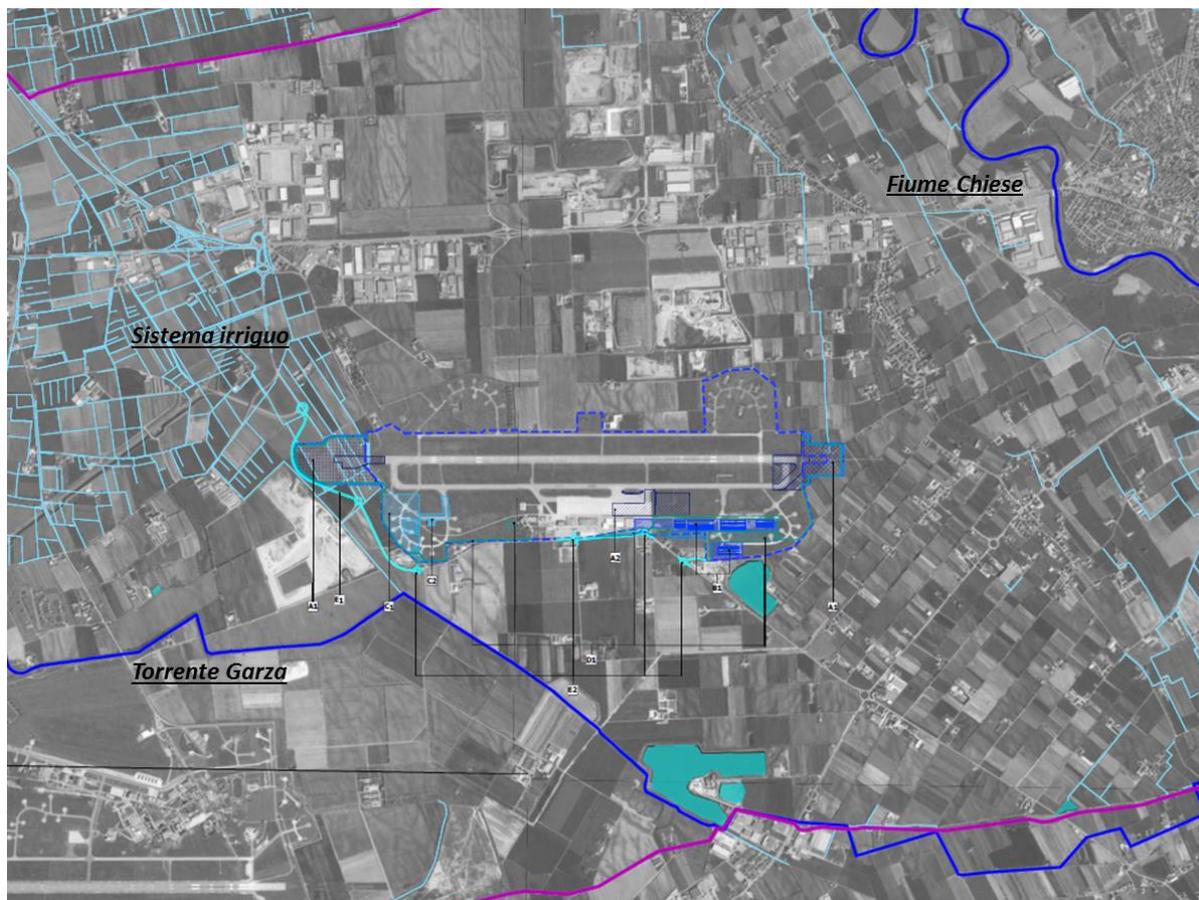


Figura 4-11 Reticolo idrografico nell'area di studio (Stralcio tavola P2_T05 Carta dell'ambiente idrico superficiale).

Nel territorio in esame sono inoltre presenti alcuni specchi d'acqua, due situati nelle immediate vicinanze dell'aeroporto di Brescia, ed altri nel comune di Castenedolo (cfr. Figura 4-12). Tali laghi (laghi di falda) hanno origine nelle cavità del terreno, frutto di attività di escavazione che intercettano la falda acquifera superficiale presente nell'area.

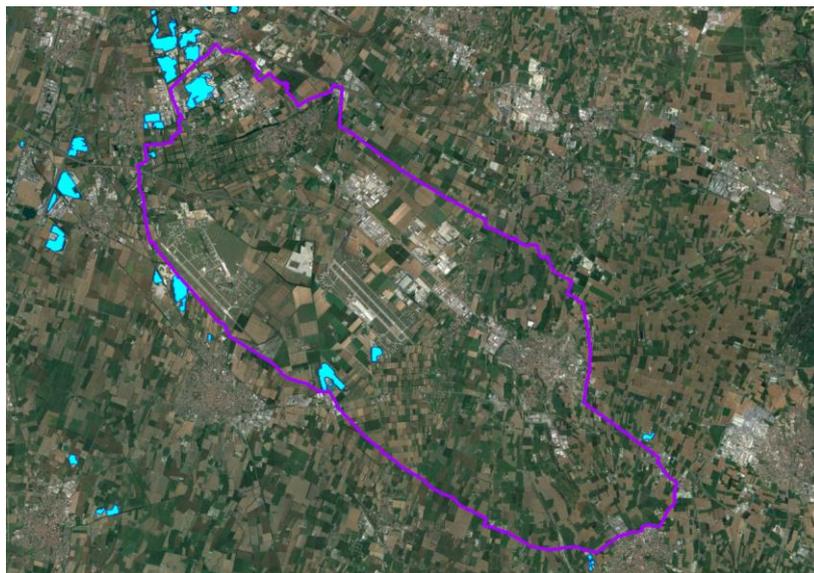


Figura 4-12 Bacini idrici da attività estrattive interessanti al falda (fonte: Geoportale provincia di Brescia¹³).
In viola l'ambito di studio

4.4.5 Pericolosità idraulica

L'area di studio ricade all'interno del Distretto idrografico Padano il cui territorio è governato dal Piano di gestione del rischio alluvioni (PGR) approvato con Delibera n.2 del Comitato Istituzionale Integrato del 3 marzo 2016 e successivamente approvato con DPCM del 27 ottobre 2016 (GU Serie Generale n. 30 del 6 febbraio 2017).

Nell'ambito dell'attuazione degli adempimenti di cui agli art. 5 e 6 del D.Lgs. 49/2010, le amministrazioni competenti per la difesa del suolo e la protezione civile nel Distretto Padano, in coordinamento tra loro e con gli enti sovraregionali competenti per le due materie hanno predisposto le Mappe della pericolosità.

Nell'ambito della redazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del bacino del Po (PGR) l'Autorità di Bacino del fiume Po ha condotto una specifica attività rivolta a verificare le esigenze di aggiornamento degli strumenti di pianificazione per l'assetto idrogeologico vigenti nel bacino padano (PAI) allo scopo di armonizzarli con il PGR. In esito a tale attività è emersa la necessità di aggiornare ed integrare le Norme di Attuazione (NA) del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) per tener conto e recepire i nuovi quadri conoscitivi del PGR, rappresentati dalle Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni, al fine di ridurre le conseguenze negative delle alluvioni sulla vita umana e sui beni esposti.

Di seguito si riporta uno stralcio della tavola P2_T06 Carta della pericolosità idraulica nella quale sono indicate le aree nell'area di studio potenzialmente interessate da alluvioni, secondo i seguenti scenari:

¹³

http://sit.provincia.brescia.it/arcgis/rest/services/ptcp_2014/TAV_2_2_Ambiti_prev_val_storico_culturale_2/MapServer/generateKml

	Pericolosità	Alluvioni	Tempo di ritorno
	<i>Elevata (H)</i>	Frequenti	30 – 50 anni
	<i>Media (M)</i>	Poco frequenti	100 – 200 anni
	<i>Bassa(L)</i>	Rare	fino a 500 anni

Tabella 4-2 Scenari di pericolosità idraulica

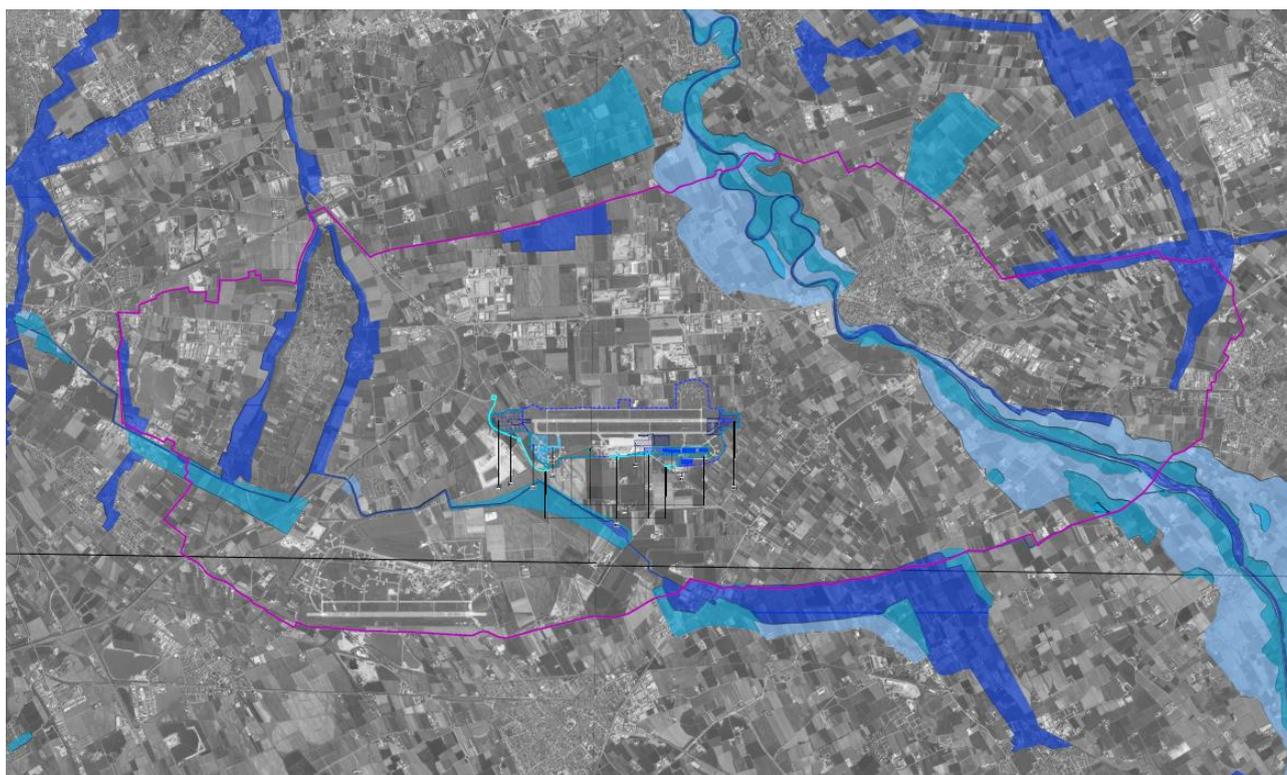


Figura 4-13 Pericolosità alluvioni (stralcio tavola P2_T06 Carta della pericolosità idraulica)

Dall'immagine precedente si evince come nell'ambito di studio ricadano principalmente aree classificate a bassa pericolosità; sono presenti aree a media ed alta pericolosità idraulica. All'interno del sedime aeroportuale non ricade alcuna area a pericolosità alluvionale.

4.4.6 Stato quantitativo delle acque superficiali

Per lo stato quantitativo delle acque superficiali dei corsi d'acqua interessati dall'ambito di studio, il PTUA individua per il bacino del Chiese una sezione per la portata all'interno dell'area di studio ed in particolare nella zona del comune di Montichiari (cfr. Figura 4-14) per la quale se ne riportano nella Tabella 4-3 le caratteristiche idrologiche stimate generali.



Figura 4-15 Ubicazione stazioni di misura livelli idrometrici (verde) e del deflusso (bianco) fonte: PIGAL

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche essenziali delle suddette stazioni e i valori delle portate stimate.

Sezione	Distanza dalla sorgente [km]	Coordinate		\bar{Q}_{\max} annuale [m ³ /s]	Q_c (T _R in anni) [m ³ /s]			
		x	y		50	100	200	500
Gavardo	87,0	1612431	5049788	254	606	693	784	912
Calcinato	106,9	1610008	5035174	259	617	705	799	929
Mezzane	125,9	1609873	5022546	268	640	732	828	964

Tabella 4-4 Portate stimate (fonte: PIGAL)

Come detto, l'ARPA Lombardia mette inoltre a disposizione¹⁶ i dati rilevati dai due idrometri sul Fiume Chiese, uno situato a sud dell'ambito di studio (Calvisano – Mezzane) e l'altro più a nord nel comune di Gavardo (Gavardo-SP_116); si riporta di seguito l'andamento del livello idrometrico medio giornaliero dell'anno 2016 ottenuto dai dati rilevati da ARPA per i due idrometri di riferimento.

¹⁶ Dati su richiesta al sito <http://www2.arpalombardia.it/siti/arpalombardia/meteo/richiesta-dati-misurati/Pagine/RichiestaDatiMisurati.aspx>

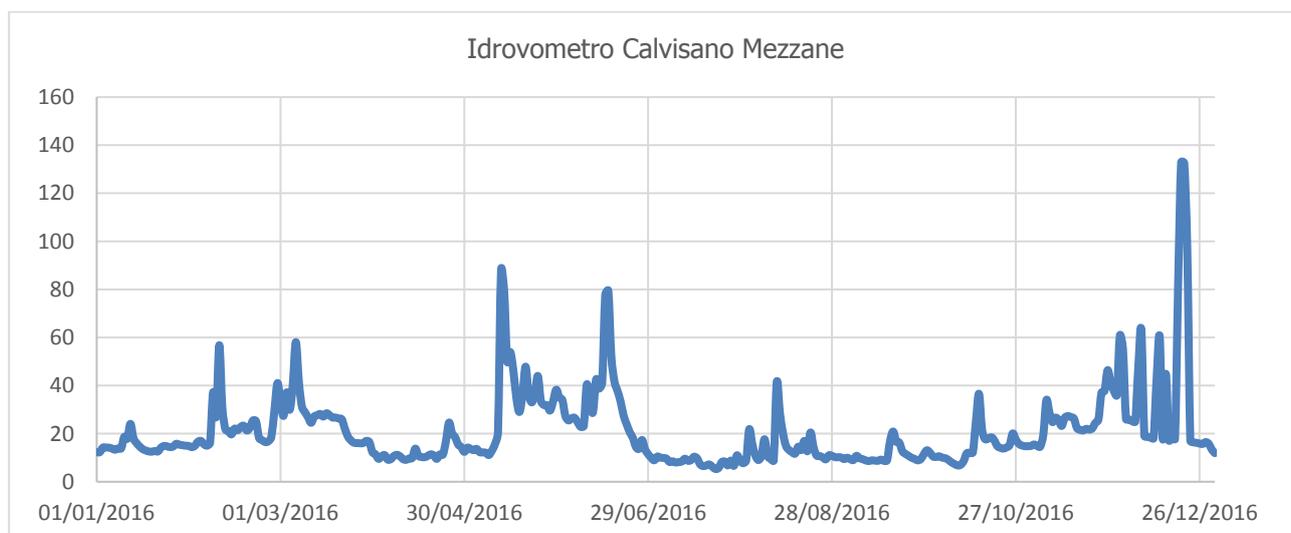


Figura 4-16 Livelli idrometrici Fiume Chiese (idrometro Calvisano Mezzane) (Fonte: elaborazione dati ARPA)

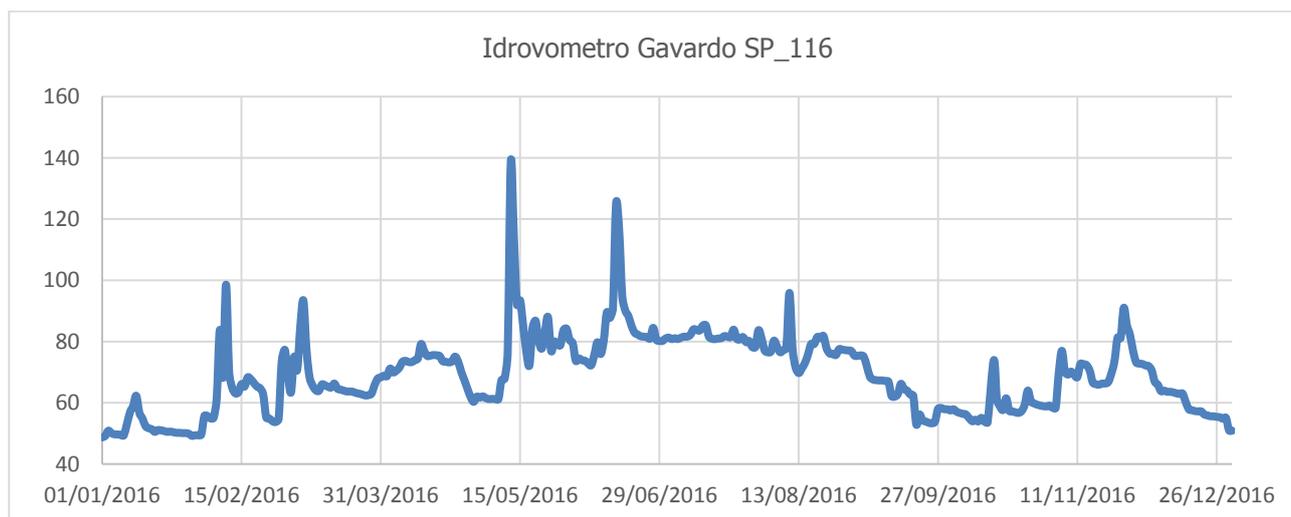


Figura 4-17 Livelli idrometrici Fiume Chiese (idrometro Gavardo) (Fonte: elaborazione dati ARPA)

Per quanto concerne il torrente Garza, l'Agenzia Interregionale per il Fiume Po ha comunicato, con nota prot.n.1965 del 18 gennaio 2013, che il Torrente è caratterizzato una portata minima di 1,00 m³/s e una portata media di 3 m³/s; le portate sono variabili nel corso dell'anno e possono risultare nulle per 30 - 40 giorni all'anno durante il periodo estivo.

4.4.7 Stato qualitativo delle acque superficiali

Al fine di definire lo stato qualitativo dei corsi d'acqua interessati dall'ambito di studio in esame, si fa riferimento a quanto indicato da ARPA Lombardia in merito alla rete di monitoraggio presente nel territorio della provincia di Brescia (cfr. Figura 4-18).

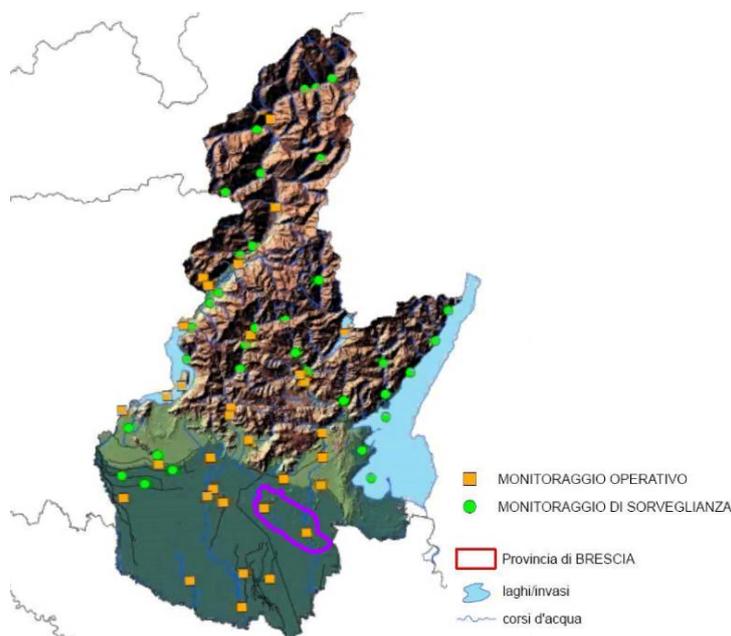


Figura 4-18 Stralcio Carta della rete di monitoraggio delle acque superficiali in provincia di Brescia (Fonte: ARPA Lombardia)

All'interno dell'area di studio ricadono due punti di monitoraggio afferenti il Garza e il Chiese (punto 1 e 2 della Figura 4-19); per completezza si considerano anche due punti di monitoraggio relativi ai due corsi d'acqua a monte dell'ambito di studio (punti 3 e 4). Di seguito la tabella in cui sono indicati i dati dei 4 punti considerati.

Punti	Corso d'acqua	Bacino	Natura corpo idrico	Località	Coordinate	
					x	y
1	Garza	Oglio postlacuale	Dal Naviglio Grande Bresciano allo spaglio	Castenedolo	599938	5034253
2	Chiese	Chiese postlacuale	Da Bedizzole alla confluenza del Branchello	Montichiari	608488	5028850
3	Garza	Oglio postlacuale	Dal confine Her alla confluenza del Naviglio Grande Bresciano	Bovezzo	597214	5048589
4	Chiese	Chiese postlacuale	Dal confine Her alla derivazione di Bedizzole	Prevalle	612185	5044477

Tabella 4-5 Punti di monitoraggio rete ARPA dei corsi idrici

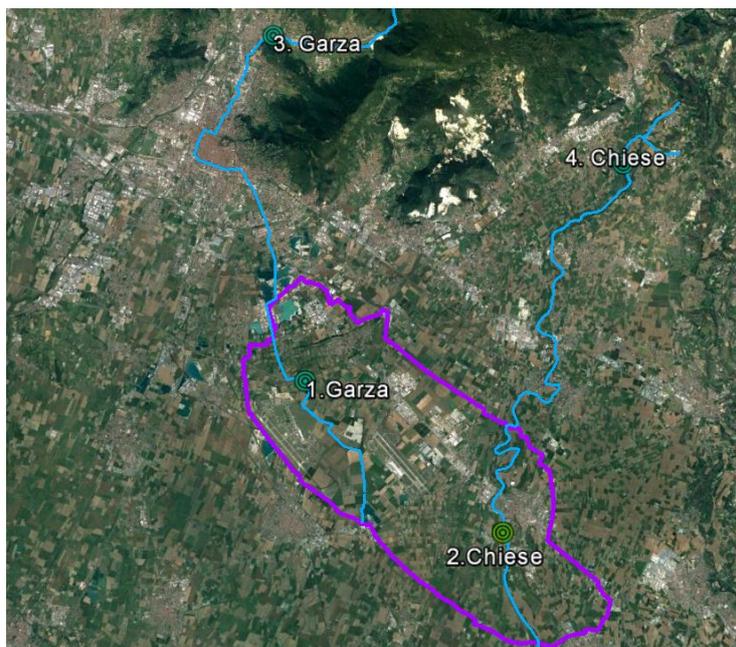


Figura 4-19 Punti di monitoraggio rete ARPA per analisi qualitativa corpi idrici superficiali nell'ambito di studio

Secondo la metodologia applicata da ARPA lo stato di un corpo idrico superficiale è determinato dal valore più basso tra il suo stato ecologico e il suo stato chimico. Lo stato ecologico è stabilito in base alla classe più bassa relativa agli elementi biologici, agli elementi chimico - fisici a sostegno.

Le classi di stato ecologico sono cinque:

- elevato (blu),
- buono (verde),
- sufficiente (giallo),
- scarso (arancione),
- cattivo (rosso).

Lo stato ecologico è definito dalla qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, stabilita attraverso il monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi chimici e fisico-chimici e idromorfologici a sostegno. Gli elementi di qualità differiscono tra fiumi e laghi, in funzione delle rispettive peculiarità.

Gli elementi di qualità biologica (EQB) utilizzati ai fini della classificazione dello stato ecologico dei fiumi sono:

- le macrofite,
- le diatomee,
- i macroinvertebrati bentonici,
- la fauna ittica;

quelli chimico-fisici sono:

- i nutrienti,
- l'ossigeno disciolto.

Per una migliore interpretazione del dato biologico, ma non per la classificazione, si tiene conto anche di temperatura, pH, alcalinità e conducibilità.

Lo stato chimico è definito rispetto agli standard di qualità per le sostanze o gruppi di sostanze dell'elenco di priorità. Il corpo idrico che soddisfa tutti gli standard di qualità ambientale fissati dalla normativa è classificato in buono stato chimico (blu); in caso contrario, la classificazione evidenzierà il mancato conseguimento dello stato buono (rosso).

Il primo ciclo triennale di monitoraggio operativo è stato avviato da ARPA Lombardia nel 2009 e si è concluso nel 2011. Si riporta nella tabella seguente la sintesi dei risultati della classificazione dei corpi idrici ricadenti nell'area di studio ottenuta dai dati del primo triennio di monitoraggio (2009-2011) riportati nel Rapporto 2012 "Stato delle acque superficiali della provincia di Brescia" (cfr. Tabella 1-2).

Punto	Corso d'acqua	Località	Stato Ecologico		Stato Chimico	
			Classe	Elemento che determina la classificazione	Classe	Sostanza che determina la classificazione
1	Garza	Castenedolo	SUFFICIENTE	Diatomee, LIMeco, AMPA, glifosate	NON BUONO	Nichel
3	Garza	Bovezzo	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA	BUONO	
2	Chiese	Montichiari	SUFFICIENTE	macroinvertebrati	BUONO	-
4	Chiese	Prevalle	BUONO	Cromo	BUONO	

Tabella 4-6 Monitoraggio dei corsi d'acqua dell'area di studio 2009-2011 (Fonte: ARPA - Stato delle acque superficiali della provincia di Brescia 2012)

ARPA mette a disposizione sul proprio sito¹⁷ anche alcuni dati ottenuti dai monitoraggi effettuati negli anni successivi. Di seguito (cfr. Tabella 4-7) si riportano le classi dello stato chimico relative agli anni 2015, 2016 e 2017.

Punto monitoraggio	Corso d'acqua	Località	Stato Chimico 2015	Stato Chimico 2016	Stato Chimico 2017
1	Garza	Castenedolo	NON BUONO	BUONO	NON BUONO
3	Garza	Bovezzo	BUONO	BUONO	NON BUONO
2	Chiese	Montichiari	BUONO	BUONO	NON BUONO
4	Chiese	Prevalle	BUONO	BUONO	NON BUONO

Tabella 4-7 Monitoraggio dei corsi d'acqua dell'area di studio 2015 (fonte: ARPA)

Dal confronto dei risultati riportati nelle tabelle precedenti, si nota un peggioramento nel 2017 dello stato chimico dei corsi d'acqua, il quale risulta essere non buono per entrambi i punti di monitoraggio del fiume Chiese (punto 2 e 4) e per i punti relativi al Torrente Garza (punto 1 e 3).

¹⁷<http://www.arpalombardia.it/Pages/ricerca-Dati-ed-Indicatori.aspx?tipodati=0&tema=Acque&sottotema=Sottotema%20ambientale&ordine=1>

Per quanto concerne lo stato ecologico (cfr. Tabella 4-6), dal primo monitoraggio è emerso uno stato sufficiente per il torrente Garza e uno stato buono per il fiume Chiese, presso il comune di Prevalle.

4.4.8 Assetto idrogeologico nell'ambito di studio

Come evidenziato precedentemente l'area in esame ricade all'interno del complesso dei Depositi Quaternari ed in particolare nelle idrostrutture ISS, ISI, ISP (cfr. Figura 4-20). Di seguito una sintetica descrizione dei suddetti subcomplessi idrogeologici.

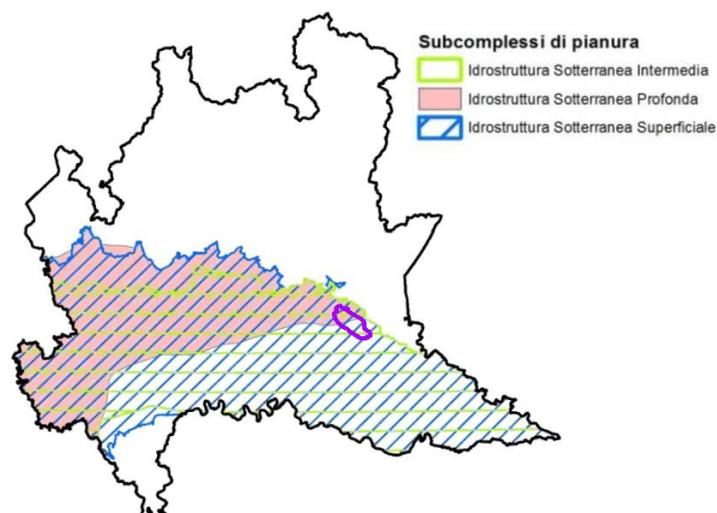


Figura 4-20 Sub complessi nell'area di studio - elaborazione immagini PTUA

ISS - Idrostruttura Sottterranea Superficiale

L'idrostruttura sotterranea superficiale costituisce un corpo idrico serbatoio attraverso cui i sottostanti subcomplessi (ISI e ISP) sono ricaricati/scaricati; tale subcomplesso è a sua volta suddiviso in 13 corpi idrici, come riportato nella figura seguente.

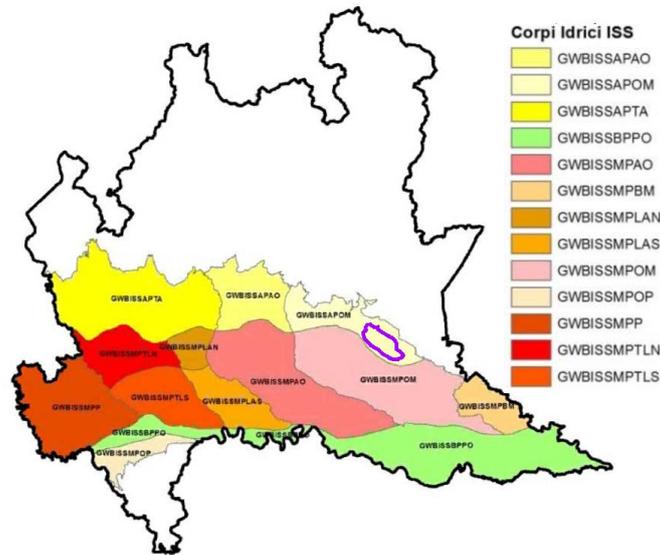


Figura 4-21 Identificazione dei corpi idrici dell'ISS del primo aggiornamento del PdG (2015) e ambito di studio in viola (elaborazione immagine da PTUA 2016)

Dall'immagine precedente si evince come l'ambito di studio ricada nell'area relativa al corpo idrico GWBISSAPOM - Corpo idrico sotterraneo superficiale di Alta Pianura Bacino Oglio – Mella.

Nella tabella seguente sono riportate le principali informazioni relative al corpo idrico dell'ISS.

GWBISSAPOM - Corpo idrico sotterraneo superficiale di Alta Pianura Bacino Oglio – Mella.	
<p>Da un punto di vista litologico, i depositi che ospitano l'idrostruttura sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose localmente limose nella parte superficiale, passanti in profondità a conglomerati a vario grado di cementazione; sono presenti locali orizzonti limoso - argillosi privi di continuità areale.</p>	<p>L'andamento piezometrico dell'acquifero evidenzia nel settore occidentale la presenza dell'asse di drenaggio costituito dal Fiume Oglio, mentre nel settore centrale e orientale la convergenza delle linee isopiezometriche è in relazione alla presenza di paloalvei sepolti aventi origine dall'anfiteatro sebino.</p> <p>Il Fiume Chiese ed il Fiume Mella in questo tratto di pianura sembrano scorrere pensili sull'acquifero superficiale, e non costituiscono limite idrogeologico significativo alla scala regionale.</p>

ISI - Idrostruttura Sotterranea Intermedia

L'Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI) è costituita da un sistema di acquiferi multistrato caratterizzati da permeabilità media, sede di acquiferi generalmente confinati, localmente semiconfinati, i cui limiti coincidono:

- con la base dell'ISS (top);
- con la superficie di separazione dal sottostante ISP (Idrostruttura sotterranea Profonda - bottom, corrispondente alla base del Gruppo Acquifero B);
- con i confini delle idrostrutture di pianura (limiti laterali).

L'ISI è stata a sua volta suddivisa in 6 corpi idrici come rappresentato nella figura seguente.

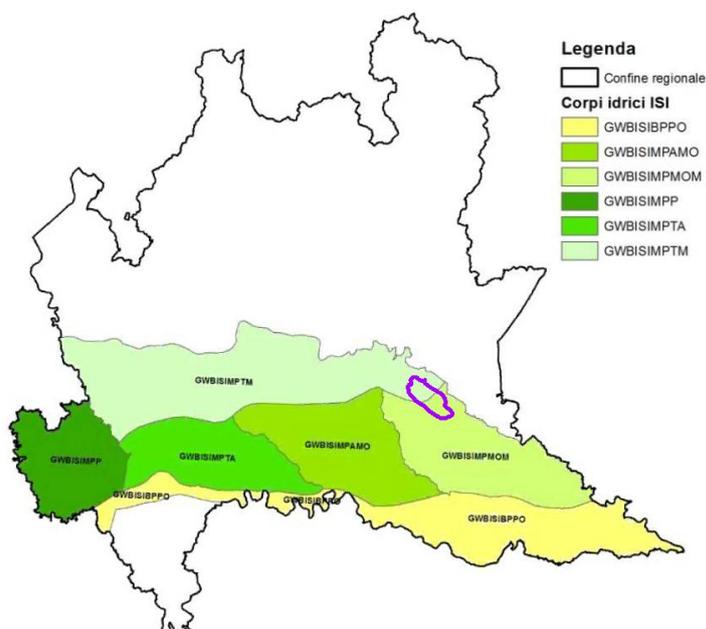


Figura 4-22 Identificazione dei corpi idrici dell'ISI del primo aggiornamento sessennale del PdG (2015) - elaborazione da immagine PTUA 2016

Dall'immagine precedente si evince come l'ambito di studio interessi due aree relative ai corpi idrici:

- GWBISIMPTM - Corpo idrico sotterraneo intermedio di Media Pianura Bacino Ticino – Mella,
- GWBISIMPMOM - Corpo idrico sotterraneo intermedio di Media Pianura Bacino Mella - Oglio – Mincio.

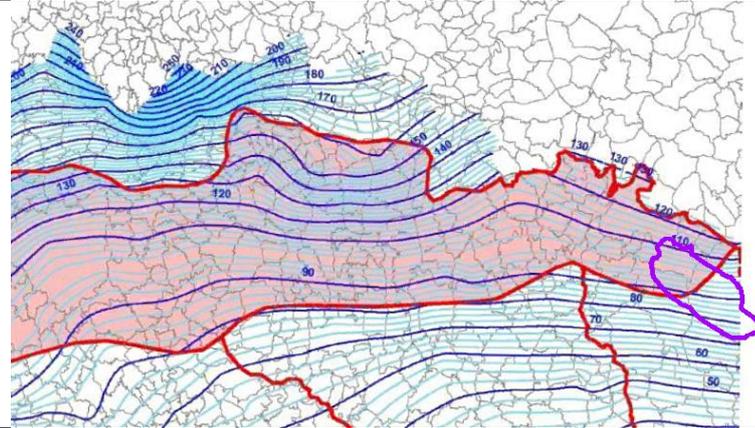
Nella tabella seguente sono riportate le principali informazioni relative ai due corpi idrici dell'ISI.

GWBSIMPTM - Corpo idrico sotterraneo intermedio di Media Pianura Bacino Ticino – Mella

Litologicamente, i depositi che ospitano il corpo idrico sono costituiti da alternanze di sabbie e sabbie ghiaiose, sabbie e argille; rispetto alle idrostrutture superiori le intercalazioni argillose, seppure ancora subordinate, assumono maggiore continuità areale e spessore localmente superiore a 10 m.

Contiene un sistema acquifero multistrato generalmente in equilibrio o in lieve sovrappressione rispetto all'acquifero superficiale ad eccezione delle fasce in corrispondenza di scarpate principali (dove si registrano fenomeni locali di forte sovrappressione dell'acquifero).

L'acquifero ha carattere generalmente semiconfinato, alimentato dall'idrostruttura superiore, laddove l'orizzonte impermeabile di separazione presenta interruzioni o passaggi eteropici a sabbie.



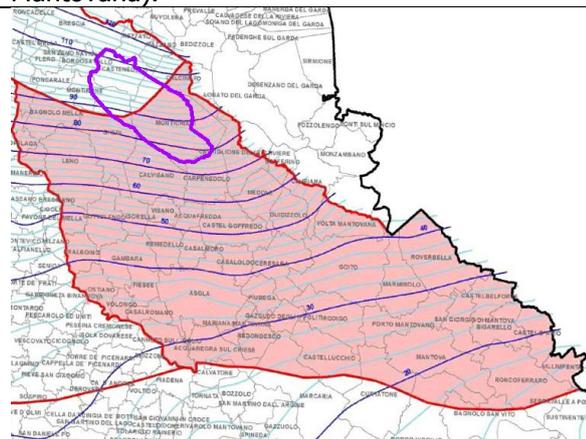
La superficie piezometrica, ad andamento radiale convergente verso NNO-SSE, è caratterizzata da un gradiente piezometrico regolare, con debole anomalia in corrispondenza della città di Milano e della porzione settentrionale della valle dell'Adda e della valle del Brembo, a N di Cassano d'Adda.

GWBSIMPOM - Corpo idrico sotterraneo intermedio di Media Pianura Bacino Mella - Oglio – Mincio

Le caratteristiche idrostratigrafiche dell'acquifero B sono ricostruibili, attraverso dati diretti, solo fino a una profondità di circa 150 m; al di sotto di tale quota sono disponibili solo i dati geofisici e stratigrafici delle esplorazioni petrolifere.

Contiene un acquifero multistrato, localmente monostrato, generalmente in equilibrio idraulico rispetto all'acquifero superficiale, con aree di sovrappressione in corrispondenza dei corpi idrici principali.

L'acquitrando di separazione tra ISS e ISI presenta spessori massimi nel settore occidentale (plurimetrico tra Bagnolo Mella Gottolengo ed Isola Dovarese) mentre sul lato E del corpo idrico risulta discontinuo e spesso interrotto da depositi grossolani di piana fluvioglaciale (tra i comuni di Castiglione delle Stiviere e Volta Mantovana).



La superficie piezometrica è caratterizzata da un andamento radiale debolmente divergente con direzione di flusso SE e quote piezometriche comprese tra 100 e 20 m s.l.m..

ISP - Idrostruttura Sotterranea Profonda

L'Idrostruttura Sotterranea Profonda (ISP) è costituita da un sistema di acquiferi multistrato caratterizzati da permeabilità media, sede di acquiferi confinati, i cui limiti coincidono:

- con la base dell'ISS nella parte alta di pianura lombarda e dell'ISI nella parte medio bassa (top)
- con i confini delle idrostrutture di pianura a N, O e E; a S il limite è solo convenzionale ed indica il termine delle aree di cui si dispone di informazioni dirette (per presenza di perforazioni finalizzate al prelievo idrico)
- il limite basale non è definito perché non si dispone di informazioni sufficienti per la sua identificazione

L'ISP, al pari dell'ISI, costituisce corpo idrico di significativo interesse idrogeologico da un punto di vista sia quantitativo sia qualitativo, perché rappresenta il serbatoio idrico dell'alta pianura che ha evidenziato condizioni di equilibrio nel periodo di indagine (1980 -2014) e che, in genere è meno vulnerabile alle contaminazioni idrovelate.

L'idrostruttura Sotterranea Profonda (ISP) è costituita da un solo corpo idrico sotterraneo il Corpo idrico sotterraneo profondo di Alta e Media pianura Lombarda, come rappresentato in Figura 4-23.

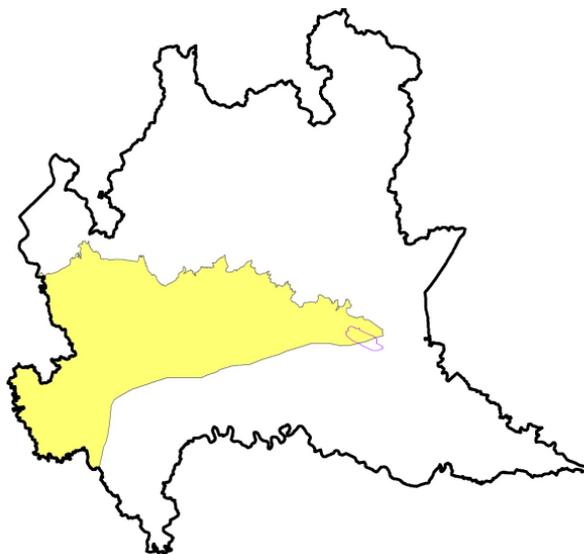


Figura 4-23 Estensione Corpo idrico sotterraneo profondo di Alta e Media pianura Lombarda (in viola l'area di studio)

Il corpo idrico, di notevole ampiezza, si estende, da W a E, dagli ambiti geomorfologici della bassa pianura pavese all'alta e media pianura delle Province di Varese (settore sud), Milano, Monza Brianza, Lodi (settore sud), Cremona (settore sud) e Brescia (settore sud).

I confini dell'idrostruttura, coincidenti con limiti amministrativi, con elementi fisici netti (corsi d'acqua, terrazzi morfologici, substrato roccioso) e/o con variazioni sedimentologiche dei depositi, risultano così definiti:

- Torrente Sesia e confine con la Regione Piemonte (basso novarese) a W;

- Fiume Po a SW;
- Fiume Ticino a NW;
- morfologie glaciali alpine a N ed E;
- limiti meridionali delle ISI Pianura Pavese e Ticino Mella, in corrispondenza della fascia di transizione tra media e bassa pianura, ad una quota approssimativa compresa tra 80 e 120 m s.l.m.

Come riportato in Figura 4-24, la morfologia della superficie piezometrica evidenzia una falda radiale generalmente convergente nei settori centrale, sud-occidentale e orientale del corpo idrico, in relazione agli assi di drenaggio costituiti dal Fiume Ticino e dal Fiume Adda, al cono di depressione della città di Milano all'asse e nell'area compresa tra Oglio e Mella; si osservano altresì alcuni settori divergenti (basso varesotto, settore occidentale della Provincia di Milano e settore centrale della Provincia di Bergamo).

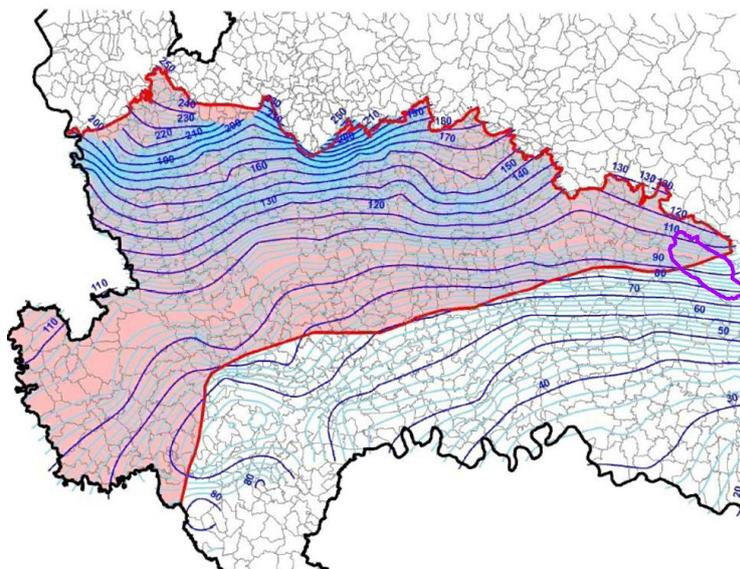


Figura 4-24 Corpo ISP di Alta e Media Pianura lombarda (in blu e azzurro la piezometria del maggio 2014; in rosso i confini del corpo idrico dell'ISP) – elaborazione immagine PTUA 2016

4.4.9 Stato quantitativo delle acque sotterranee

Le acque sotterranee della Pianura lombarda costituiscono un'importantissima risorsa naturale, in grado di soddisfare la quasi totalità delle richieste idriche per scopo potabile e per uso produttivo. Il suo sfruttamento da parte dell'uomo deve essere adeguatamente pianificato al fine di tenere in debita considerazione le ripercussioni sulla quantità e sulla sua futura disponibilità. La necessità di una pianificazione su lungo periodo dell'Uso Sostenibile della Risorsa Idrica sotterranea¹⁸ (USRI) è dettata da diversi fattori:

¹⁸ United States Geological Survey, *Sustainability of Ground-Water Resources* - USGS Circular 1186, Denver, Colorado 1999

- l'acqua sotterranea costituisce una fonte rinnovabile, tuttavia perché ciò si realizzi possono essere necessari tempi lunghi;
- l'evoluzione del sistema idrico sotterraneo può avvenire nell'arco di numerosi anni, quindi gli effetti sia del presente che del futuro sfruttamento della risorsa dovranno essere presi in considerazione in ogni strategia di gestione delle acque sotterranee;
- le perdite di massa d'acqua immagazzinata negli acquiferi (coeff. di immagazzinamento) possono essere valutate esclusivamente in rapporto al periodo nel quale la sostenibilità della risorsa deve essere raggiunta.

Le portate captate per le diverse tipologie di uso in Lombardia ammontano complessivamente a circa 155 miliardi di m³/anno di acqua; tale valore è circa 5 volte maggiore dell'afflusso meteorico annuo sul territorio lombardo, stimato pari a quasi 27 miliardi di m³/anno. Naturalmente questo fatto si spiega con la presenza di prelievi e restituzioni (sia a scopo idroelettrico, sia per altri usi) in sequenza sullo stesso corso d'acqua, che ha consentito di ottimizzare le risorse idriche lombarde a scala regionale.

Da un primo raffronto tra la sintesi fotografata nel PTUA 2006 (cfr. Tabella 1.4) e quella attuale del PTUA 2016 (cfr. Tabella 1.5) si evidenzia una sostanziale invariabilità dei prelievi per uso civile non potabile con un lieve decremento legato a quelli ad uso civile potabile. Sostanziale è invece la riduzione di prelievi ad uso industriale (che si intende sia all'interno del ciclo produttivo che per raffreddamento) dovuto evidentemente alla chiusura di molte attività produttive nel bacino lombardo. Riconducibile agli stessi motivi è anche la conseguente riduzione di circa il 50% delle portate di concessione per uso piscicoltura.

	Civile Potabile	Civile non potabile	Industriale(*)	Irriguo	Piscicoltura	Produzione energia	Totale
<i>Portate (l/s)</i>	99.294	31.990	257.983	947.364	39.019	2.751.264	4.126.914
<i>%</i>	2,4%	0,8%	6,3%	23%	0,9%	66,7%	100%

(*)si intende sia l'uso all'interno del ciclo produttivo che per raffreddamento

Tabella 4-4 Portate captate e loro ripartizione % per le diverse categorie d'uso in Lombardia (Fonte: PTUA 2006)

	Civile Potabile	Civile non potabile	Industriale(*)	Irriguo	Piscicoltura	Produzione energia	Totale
<i>Portate (l/s)</i>	86.428	35.576	142.537	984.101	23.477	3.667.056	4.939.175
<i>%</i>	1,75%	0,72%	2,89%	19,92%	0,48%	74,24%	100%

(*)si intende sia l'uso all'interno del ciclo produttivo che per raffreddamento

Tabella 4-5 Portate captate e loro ripartizione % per le diverse categorie d'uso in Lombardia (Fonte: PTUA 2016)

Nella figura seguente si riportano i punti di captazione delle acque potabili a servizio del pubblico acquedotto presenti nell'area di studio; si evidenzia che il prelievo nell'area avviene solo mediante pozzi.



Figura 4-25 Mappa dei punti di captazione (pozzi) di acque potabili a servizio di pubblico acquedotto (fonte: geoportale Lombardia – PTUA tav.9)

Per quanto concerne l'andamento della falda, secondo quanto indicato nel PTUA 2006, i livelli di falda della Regione hanno subito un decremento consistente e continuo tra il 1955 ed i primi anni '70, periodo in cui sono stati raggiunti i valori minimi. A valle di tale periodo i carichi idraulici sono cresciuti progressivamente (mediamente +15 m) stabilizzandosi, a meno delle oscillazioni stagionali, tra il 1980 e il 1990. A partire dal 1990 si è avuta una nuova ripresa dell'innalzamento (mediamente +10 m) che ha raggiunto i valori massimi nel 1997 e nuovamente nel 2003.

Il territorio regionale di pianura è stato suddiviso in cinque Bacini suddivisi in Settori; l'area di studio ricade nel bacino Oglio – Mincio e in particolare nei settori 3. Brescia e 4. Ghedi (cfr. Figura 4-26).

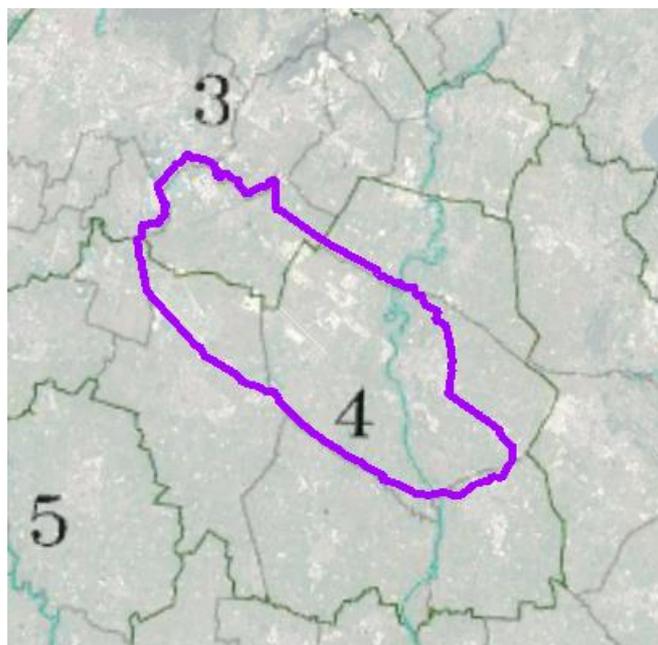


Figura 4-26 Stato quantitativo acque sotterranee: Settori del Bacino Oglio Mincio in cui ricade l'area di studio (fonte: PTUA 2006, Allegato 3)

Allo scopo di definire lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei sono state definite nel PTUA, sulla base delle caratteristiche dell'acquifero e dei bilanci delle portate (rapporti prelievi/ricarica, rapporti prelievi/alimentazione, prelievo areale e deflussi/afflussi), le classi quantitative che rispecchiano lo stato di compatibilità fra uso e disponibilità della risorsa, e quindi la sostenibilità dell'utilizzo delle acque sotterranee in termini di bilancio dei prelievi rispetto alle portate.

In particolare è stata assegnata a ciascun settore una classe, sia utilizzando la classificazione dello stato quantitativo così come definita dal D.lgs. 152/99 (cfr. Tabella 4-8) che la classificazione prelievi/ricarica (cfr. Tabella 4-9).

Classe	Definizione
A	L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico
B	L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico
C	Impatto antropico significativo
D	Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

Tabella 4-8 Classificazione da D.Lgs. 152/99

Classe	Prelievi/ricarica	Definizione
A	<0,8	Situazione attuale di compatibilità fra disponibilità e uso della risorsa
B	0,8 – 1,2	Equilibrio attuale fra disponibilità e consumi
C	1,2 – 1,6	Ridotto squilibrio attuale fra disponibilità e consumi
D	1,6 – 3,0	Consistente squilibrio attuale fra disponibilità e consumi
E	>3,0	Elevato squilibrio fra disponibilità e consumi

Tabella 4-9 Classificazione prelievi/ricarica

Di seguito si riportano le informazioni sullo stato quantitativo dei due settori nei quali ricade l'area di studio.

	Settore 3 - Brescia	Settore 4 - Ghedi
Acquifero tradizionale		
<i>Tipo</i>	differenziato	differenziato
<i>Base</i>	0 ÷ 80	-100 ÷ 0
<i>Quota separazione falda superficiale – confinata [m s.l.m.]</i>	70 ÷ 90	40 ÷ 60
<i>Piezometria [m s.l.m.]</i>	79 ÷ 129	57 ÷ 108
Trammissività [m²/s]	3,07·10 ⁻¹	1,5·10 ⁻¹
Bilancio idrico		
<i>Entrate [m³/s]</i>	5,56	6,39
<i>Uscite [m³/s]</i>	5,56	6,39
Classe quantitativa		
<i>Prelievi/ricarica</i>	B	A
<i>Secondo D.lgs. 152/99</i>	C	A

Tabella 4-10 Caratteristiche quantitative acquiferi aree di studio (fonte: PTUA 2006, Allegato 3)

Al fine di fornire un quadro completo dell'andamento dei livelli di falda nell'area in esame, si riportano i grafici contenuti nel PTUA 2016 in merito all'esame delle soggiacenze e delle piogge cumulate registrate presso le stazioni prossime all'area di studio.

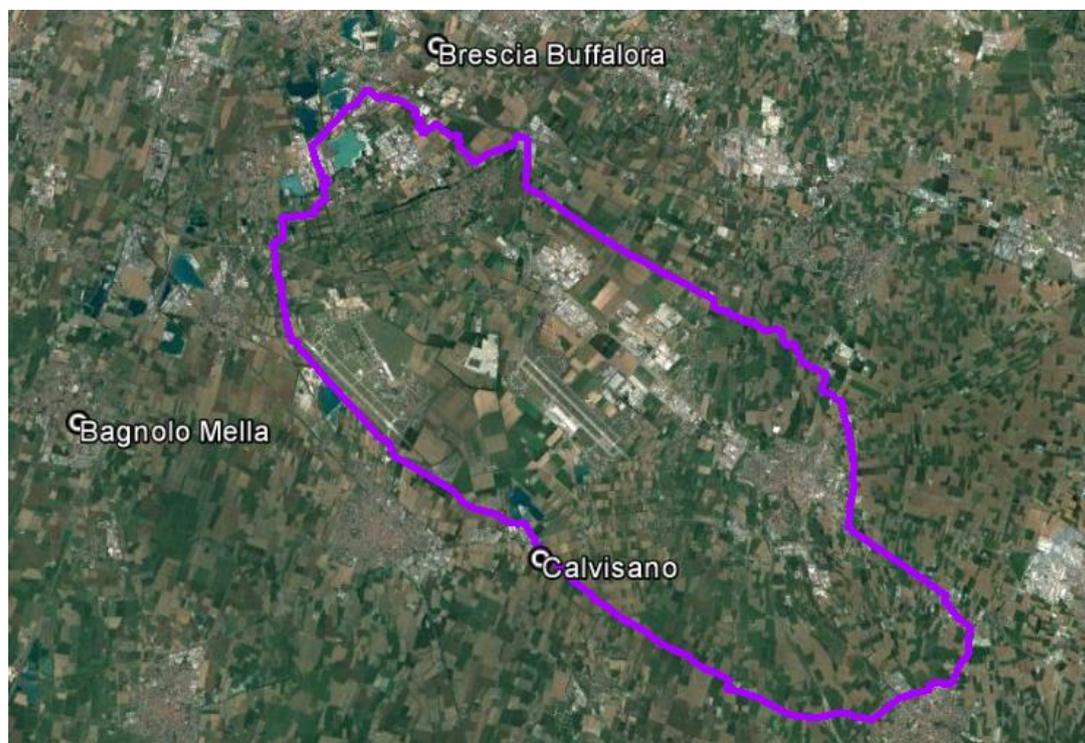


Figura 4-27 Punti di monitoraggio soggiacenza (fonte: rete monitoraggio ARPA)

Nei grafici la scala relativa alla pioggia (espressa in mm) è riportata sul lato sinistro, la scala relativa alla soggiacenza (espressa in m) sul lato destro; nel caso di soggiacenze dinamiche è riportata anche la portata della pompa di prelievo (espressa in l/s).

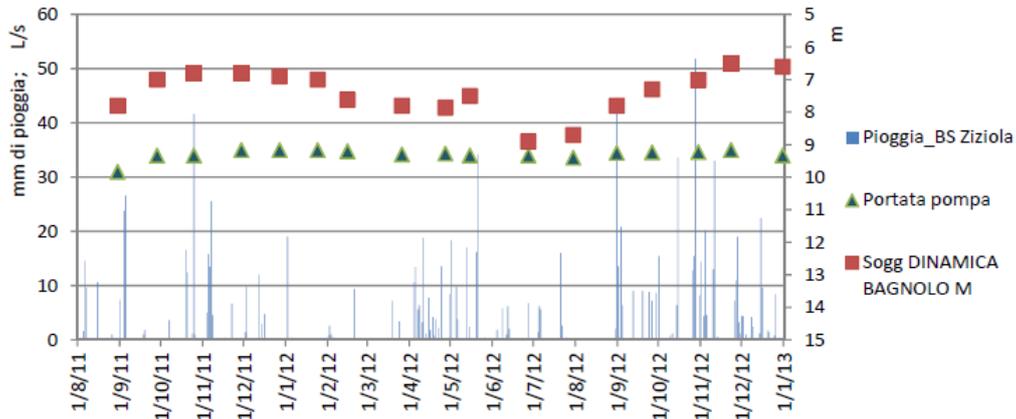


Figura 4-28 Soggiacenza dinamica Pozzo in BAGNOLO MELLA e Portata pompa di prelievo (fonte: ARPA - Stato delle acque sotterranee della provincia di Brescia 2012)

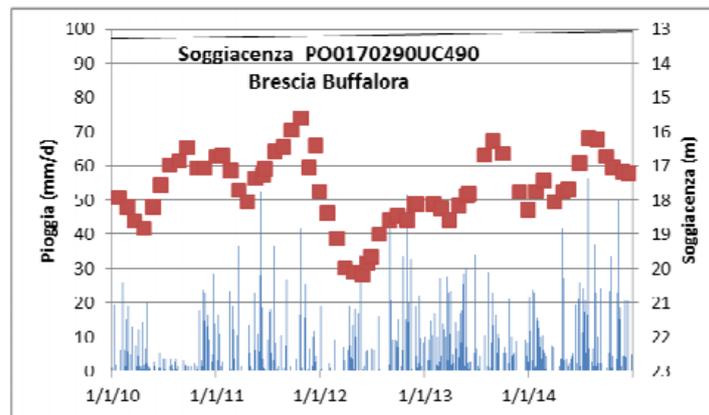


Figura 4-29 Soggiacenza Stazione Brescia Buffalora (fonte: ARPA - Stato delle acque sotterranee area idrogeologica Oglio - Mincio)

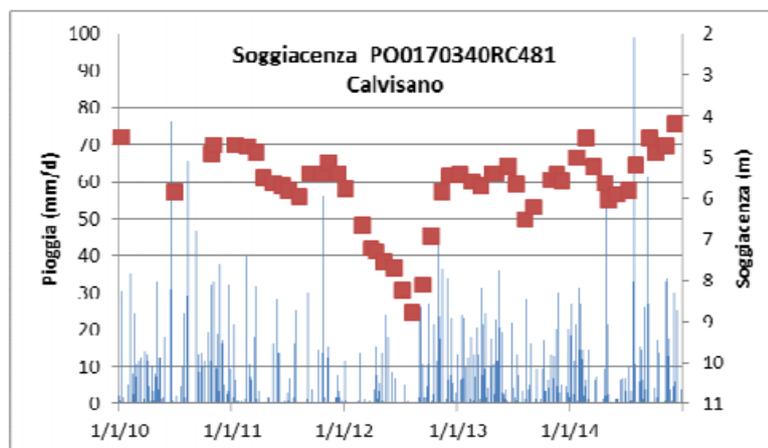


Figura 4-30 Soggiacenza Stazione Calvisano (fonte: ARPA - Stato delle acque sotterranee area idrogeologica Oglio - Mincio)

Analizzando le figure precedenti si evince come la soggiacenza abbia registrato fluttuazioni anche significative, raggiungendo un minimo a metà dell'anno 2012; si segnalano inoltre valori relativamente bassi della soggiacenza, in particolare per quanto registrato alla stazione di Bagnolo Mella e di Calvisano.

4.4.10 Stato qualitativo delle acque sotterranee

Lo stato qualitativo degli acquiferi della Regione Lombardia presenta localmente condizioni di criticità che evidenziano uno stato di degrado delle riserve idriche sotterranee presenti prevalentemente negli strati più superficiali. Tali impatti sull'ambiente dipendono dall'interazione di più fattori:

- pressioni gravanti sul territorio;
- struttura idrogeologica;
- proprietà chimico-fisiche dei contaminanti e loro tossicità, mobilità e solubilità.

Alcune contaminazioni hanno origini storiche, perché strettamente legate alla geologia del territorio (oligoelementi e metalli), nonché alle pressioni incidenti riconducibili alle attività industriali (in particolare lavorazioni meccaniche e di trattamento dei metalli), pratiche colturali e inquinamento organico di tipo civile.

Più in particolare le principali problematiche, evidenziate dal monitoraggio delle acque sotterranee nel corso degli anni, riguardano la presenza di composti azotati, fitofarmaci, sostanze farmaceutiche, composti organoalogenati (solventi clorurati), metalli (con particolare riferimento al Cromo esavalente).

Per quanto concerne lo stato qualitativo delle acque sotterranee, la classificazione dello stato chimico viene effettuata attraverso l'applicazione dell'indice SCAS (Stato Chimico delle Acque Sotterranee). Lo SCAS viene calcolato utilizzando il valore medio, rilevato per ogni parametro monitorato, nel periodo di riferimento, mediante l'attribuzione di classi di qualità. L'indice presenta cinque classi:

Classi	
1	impatto antropico nullo o trascurabile e pregiate caratteristiche idrochimiche
2	impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e buone caratteristiche idrochimiche
3	impatto antropico significativo e caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
4	impatto antropico rilevante e caratteristiche idrochimiche scadenti
0	impatto antropico nullo o trascurabile, ma presenza di particolari facies idrochimiche che portano ad un abbassamento della qualità

Tabella 4-11 Classificazione SCAS

Le classi vengono attribuite sulla base del livello di concentrazione dei parametri monitorati per ciascun punto della rete. Nella figura seguente si riportano i punti di monitoraggio appartenenti alla rete ARPA Lombardia ricadenti all'interno dell'ambito di studio e nelle sue immediate vicinanze.

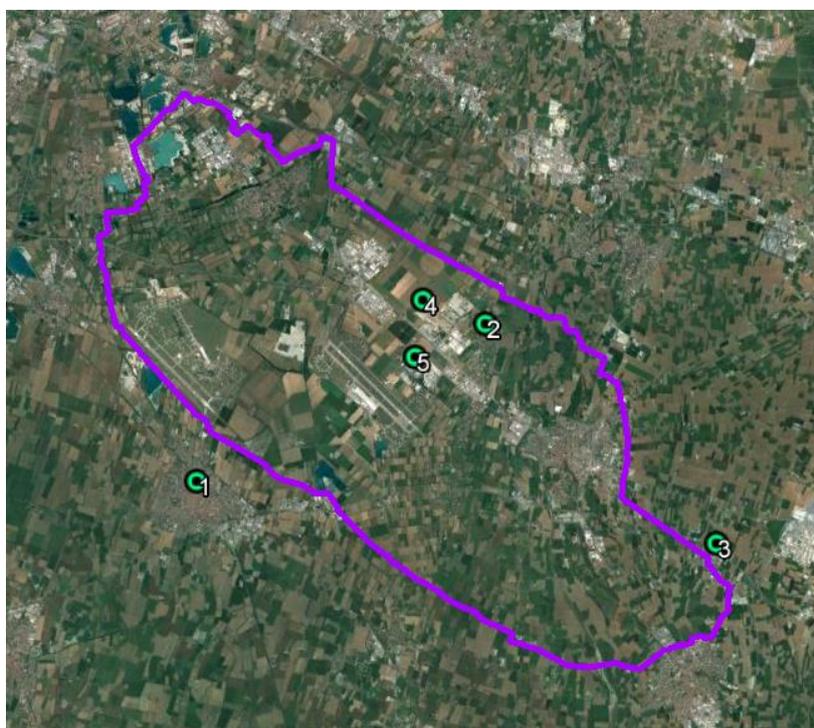


Figura 4-31 Punti di monitoraggio acque sotterranee (fonte: ARPA Lombardia)

Nella Tabella 4-12 sono riportate le informazioni relative ai suddetti punti.

Punto monitoraggio		Comune	Coordinate (UTM WGS 84)		Gruppo acquifero monitorato	
n.	Codice		x	y		
1	PO0170780UC612	Ghedi	599872	5029020	B	IT03GWBISIMPOM
2	PO0171130R0021	Montichiari	606917	5033035	B	IT03GWBISIMPOM
3	PO0171130UC595	Montichiari	612703	5027715	B	IT03GWBISIMPOM
4	PO0171130RC561	Montichiari	605366	5033595	A	IT03GWBISSAPOM
5	PO017113NRD106	Montichiari	605200	5032183	A	IT03GWBISSAPOM

Tabella 4-12 Punti di monitoraggio in prossimità dell'area di studio

Lo stato chimico delle acque sotterranee dell'area in esame, relativamente ai punti monitorati nell'arco 2009 ÷ 2012, è riportato in Tabella 1-6. Per ciascun punto della rete di monitoraggio, accanto all'indice sintetico, sono riportati gli inquinanti causa di "attenzione" e causa dell'abbassamento dello SCAS in classe 4 ("scarso").

Punto di monitoraggio		Comune	Anno	SCAS	Cause attenzione	Cause SCAS scarso
n.	Codice					
1	PO0170780UC612	Ghedi	2009	2		
			2010	3	Nitrati	
			2011	3	Nitrati	
			2012	3	Nitrati	
2	PO0171130R0021	Montichiari	2009	3	Nitrati	
			2010	3	Nitrati	
			2011	4		Nitrati
			2012	0	nitrati	manganese
3	PO0171130UC595	Montichiari	2009	4	Tricloroetilene	Tetracloroetilene, Composti organo- alogenati
			2010	2		
			2011	2		
			2012	2		
4	PO0171130RC561	Montichiari	2009	4		Nitrati
			2010	4		Nitrati
5	PO017113NRD106	Montichiari	2012	4		Nitrati

Tabella 4-13 Stato Chimico delle Acque Sotterranee (SCAS) dell'area in esame. Anno 2009-2012 (fonte: ARPA Lombardia – Stato delle acque sotterranee nella provincia di Brescia 2012)

Dalla tabella precedente si nota come per il comune di Ghedi si sia registrato un leggero peggioramento delle condizioni, passando dalla classe 2 alla classe 3; per il comune di Montichiari si è invece verificato un peggioramento delle condizioni nel punto di monitoraggio 2 (PO0171130R0021) e un miglioramento per il punto di monitoraggio 3 (PO0171130UC595) dove si è verificato un passaggio dalla classe 4 alla classe 2.

4.4.11 Vulnerabilità della falda

La vulnerabilità di un acquifero è legata essenzialmente alla possibilità di penetrazione e propagazione di un eventuale inquinante nell'acquifero stesso, per cui dipende principalmente dalla attitudine di un deposito a farsi attraversare da un eventuale inquinante; tale attitudine è legata a diversi fattori, fra cui i principali risultano essere lo spessore del non saturo e la litologia che lo caratterizza.

Così come previsto dal D.Lgs. 152/99 è conferito alle Regioni il compito di delineare, dopo aver sentito l'Autorità di bacino, i confini delle zone vulnerabili; in particolare la regione Lombardia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi ha applicato un approccio di tipo idrogeologico - pedologico, integrato dalla conoscenza della distribuzione della pressione esercitata sul territorio dai carichi di origine agricolo - zootecnica e civile (cfr. Figura 4-32).



Figura 4-32 Determinazione della Vulnerabilità intrinseca

Lo scopo dell'applicazione delle varie metodologie utilizzate è quello di definire la classe dei Vulnerabilità intrinseca, definita attraverso l'integrazione della vulnerabilità idrogeologica e della capacità protettiva dei suoli (cfr. Tabella 4-14).

		Capacità protettiva dei suoli		
		Bassa	Moderata	Alta
Vulnerabilità idrogeologica	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
	Media	Media	Media	Bassa
	Alta	Alta	Media	Media
	Elevata	Elevata	Alta	Alta
	Estr. elevata	Estr. Elevata	Estr. Elevata	Estr. Elevata

Tabella 4-14 Vulnerabilità intrinseca: intersezione tra vulnerabilità idrogeologica e capacità protettiva del suolo

La capacità protettiva, che descrive la tendenza del suolo di controllare il trasporto di inquinanti idrosolubili nelle acque di percolazione in profondità verso le risorse idriche sottosuperficiali, rappresenta uno degli elementi principali per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. Le proprietà pedologiche prese in considerazione dal modello implementato dalla Regione sono:

- permeabilità;
- profondità della falda superficiale;
- granulometria e due parametri fisico-chimici (pH e CSC) (utilizzate come indicatori del potere tampone del suolo).

Il metodo utilizzato per la definizione della vulnerabilità idrogeologica modificato¹⁹ prevede la suddivisione del territorio oggetto in cinque classi ordinali di vulnerabilità, in funzione delle varie combinazioni dei valori dei parametri geologici ritenuti rilevanti nel controllo dei tempi di infiltrazione di inquinanti idroveicolati dal piano campagna alla falda, ovvero:

- soggiacenza della falda;
- spessore dei litotipi a bassa permeabilità all'interno della zona insatura.

¹⁹ Metodo proposto dal CNR-GNDICI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) modificato in base alla situazione degli acquiferi lombardi

Nella figura seguente si riportano le caratteristiche dei due fattori in esame per l'area di studio.

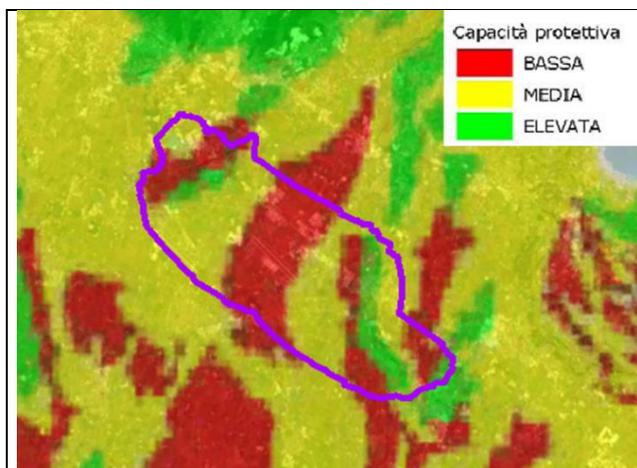


Figura 4-33 Capacità protettiva nell'area di studio (fonte: PTUA 2006- Allegato 10)

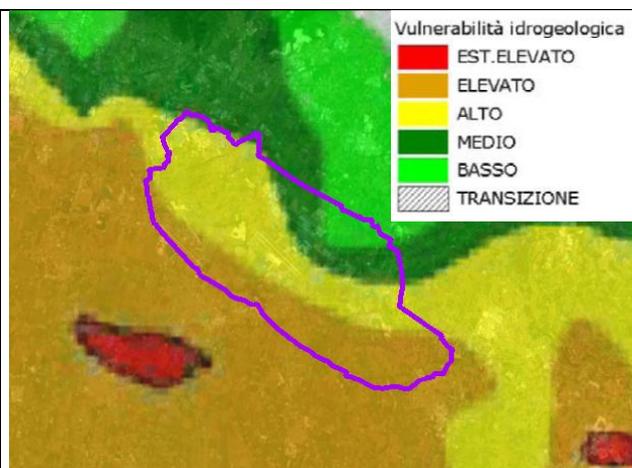


Figura 4-34 Vulnerabilità idrogeologica nell'area di studio (fonte: PTUA 2006- Allegato 10)

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi Lombardi riferito all'area di studio, ottenuta dall'integrazione delle suddette caratteristiche.

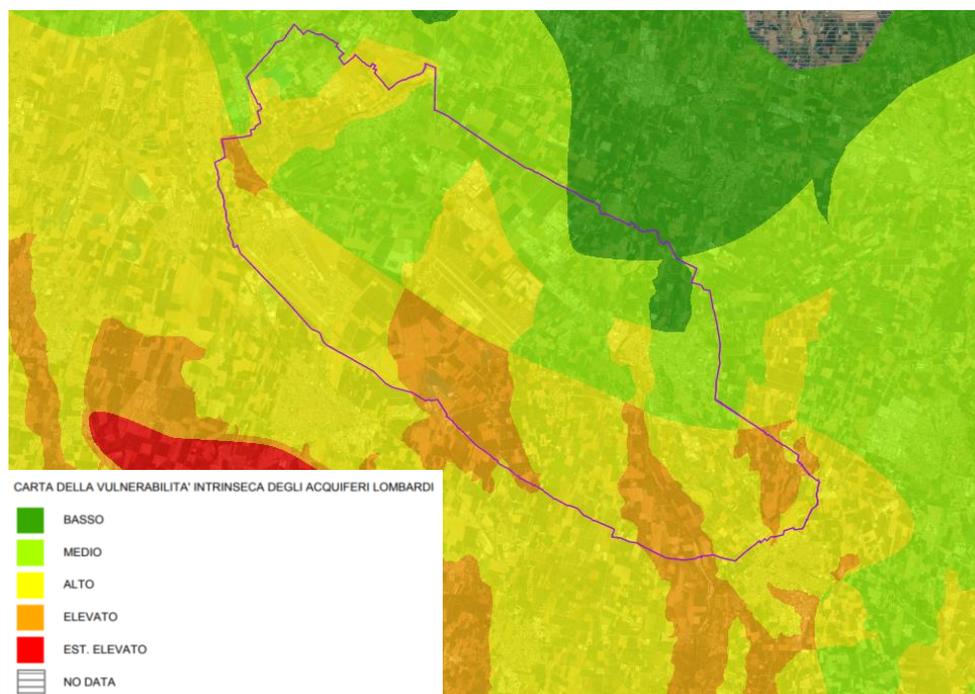


Figura 4-35 Stralcio Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi Lombardi (fonte: Geoportale Lombardia)

Dall'immagine precedente risulta evidente che, data l'eterogeneità sia della capacità protettiva del suolo (cfr. Figura 4-33), che della vulnerabilità idrogeologica (cfr. Figura 4-34), anche la vulnerabilità intrinseca è caratterizzata da differenti classi, da quella bassa a quella elevata.

4.4.12 Uso del suolo

Circa l'uso del Suolo, con riferimento all'area di studio esterna al sedime aeroportuale, si nota una presenza di seminativi molto importante, che ricopre la maggior parte dell'area. Tali seminativi possono essere sia semplici che arborati, includendo anche le colture orticole. Secondariamente, si ha la presenza di aree coperte da prati permanenti ad ovest dell'abitato di Montichiari e a sud dell'abitato di Castenedolo. Si tratta di coltivazioni foraggere erbacee polifite fuori avvicendamento il cui prodotto viene di norma raccolto più volte nel corso dell'annata agraria previa falciatura; possono essere incluse anche eventuali superfici coltivate o pascolate se troppo piccole per essere cartografate e strettamente intercalate ai seminativi in aree non irrigue e oliveti.

Una vasta area del territorio, soprattutto concentrata lungo la strada provinciale SP 236 che collega Montichiari con Brescia e ad ovest di Castenedolo, è occupata anche da zone produttive e insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati.

Da segnalare soprattutto ad ovest dell'abitato di Castenedolo la presenza di vigneti destinati alla produzione d' uva da tavola e da vino.

Nella parte nord dell'area di studio si rileva la presenza di tessuto urbano continuo e discontinuo e aree verdi urbane dell'abitato di Castenedolo, così come nella parte centrale c'è l'abitato di Montichiari e all'estremo sud le propaggini settentrionali dell'abitato di Carpenedolo.

Da rilevare la presenza di cave soprattutto nella parte settentrionale dell'area di studio in particolare nell'intorno dell'abitato di Castenedolo e a nord ed a est del sedime aeroportuale. Tali cave spesso includono specchi acquei soprattutto quando l'estrazione di materiali avviene al disotto del livello di falda.

Per la rappresentazione grafica dell'uso del suolo si rimanda all'elaborato grafico allegato "P2_T10 Carta dell'uso del suolo", che riporta i dati forniti dalla regione Lombardia in merito alla banca dati "Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali" (DUSAF).

4.4.13 Cave, discariche e siti inquinati

Grazie alle informazioni rese disponibili dal PTCP della Provincia di Brescia, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 31 del 13/6/2014, dal Piano Cave per i settori sabbie e ghiaie della Provincia di Brescia, che è stato approvato dalla Regione Lombardia con D.C.R 25 novembre 2004 n. VII/1114, e dal Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti - censimento impianti della provincia di Brescia - definitivamente approvato dalla Regione Lombardia con Deliberazione della Giunta n. 9/661 del 20/10/2010, pubblicata sul B.U.R.L. 1° S.S. al n. 45 del 09/11/2010, pubblicate nel SIT della provincia di Brescia, è stato possibile effettuare un'analisi delle cave, delle discariche e degli impianti di trattamento e recupero dei rifiuti. Tali siti sono rappresentati nella Carta delle cave, delle discariche e degli impianti di trattamento dei rifiuti allegata (Elaborato grafico P2_T11).

Attraverso le informazioni contenute nel Geoportale della Regione Lombardia sono stati, inoltre, censiti i siti inquinati presenti nell'ambito di studio.

Cave

Nell'intorno del sedime aeroportuale vi sono 5 cave che coltivano sabbie e ghiaie come illustrato nella successiva Figura 4-36.



Figura 4-36 Presenza di cave attive nelle vicinanze del sedime aeroportuale secondo il Piano Cave della Provincia di Brescia con relativa codifica (ATE)

La più a nord, la cava ATE g42, molto vicino alla zona dove è progettata la nuova resa, di tipo a fossa secca, detenuta dalla società cave di Ghedi s.r.l., ha una superficie di 449.242 mq ed i volumi complessivi sono 3.570.000 mc, mentre le riserve residue stimate sono di 1.720.000 mc. La profondità prevista per lo scavo è di 7 metri e la profondità della falda in quel punto è di 18 m dal p.c.. La destinazione d'uso finale è di tipo agricolo. L'attività è autorizzata dal Provincia con identificativo num. 7640 e scadenza: 24/01/2020.

A sud ovest del sedime aeroportuale, lungo la SP 37, si trova la cava della società Sole Immomec S.p.a, codice ATE g45 del Piano cave, del tipo a fossa in falda, avente una superficie totale di 273973 mq ed i volumi complessivi stimati pari a 2.500.000 mc, con assegnazione di un volume aggiuntivo

di 150000 mc. Le riserve residue stimate sono di 1.790.000 mc. La profondità massima scavabile è di 25 metri e la profondità della falda è di 6 m dal p.c.. La destinazione finale prevista è ad uso naturalistico e/o ricreativo a verde pubblico attrezzato.

Sempre sul lato occidentale del sedime, in Località Motta Nuova, si trova la cava ATE g46 della ditta Inerti Belvedere S.p.a. Tale cava occupa una superficie di 508.011 mq, è del tipo a fossa in falda, essendo quest'ultima alla profondità di 6 metri dal p.c. e la profondità massima di scavo di 25 metri. Il volume complessivo stimato è di 2.800.000 mc, di cui ne sono stati prodotti 1.000.000 mc. E' previsto un ripristino ad uso naturalistico e/o ricreativo e a verde pubblico attrezzato. L'autorizzazione provinciale è identificata con il num. 3889, con scadenza: 24/01/2020.

Sul lato sud orientale del sedime si trova la cava ATE g44, del tipo a fossa secca, delle società Vezzola e De Munari S.r.l., Beton Scavi S.p.a., Cava del Maglio (ex Bandera), Vezzola S.p.a. che occupa una superficie di 698218 mq, mentre i volumi complessivi stimati sono di 5500000 mc, con riserve residue pari a 2500000 mc. La profondità massima scavabile è di 18 metri, mentre la falda si trova a -20 metri dal p.c.. La destinazione finale del territorio prevista è ad uso insediativo.

Poco distante, sempre sul lato orientale del sedime, vi è la cava ATE g43 delle società Gabeca S.p.a., Calcestruzzi S.p.a., Inerti S.r.l., Senini & C. S.r.l., Padana Asfalti S.r.l., Lombard. Si tratta di una cava a fossa a secco che occupa un'area di 1.093.521 mq. Il volume complessivo è di 11.000.000 mc di cui restano da scavare 5.000.000 mc. Il recupero prevede l'utilizzo dell'area a scopo insediativo.

Nella porzione settentrionale dell'ambito di studio si riscontra la presenza di tre cave attive, come indicato nella successiva Figura 4-37.



Figura 4-37 Presenza di cave attive nella parte settentrionale dell'ambito di studio secondo il Piano Cave della Provincia di Brescia con relativo numero di ATE

La più settentrionale, denominata ATE g21 nel Piano Cave, appartiene alle società Cave Castenedolo S.p.a., Cave S. Polo S.r.l., F.lli Faustini di Faustini R. & C. S.n.c., Inertis s.r.l.. L'area è di 1.063.038 mq, mentre i volumi totali sono di 14.000.000 mc, di cui sono stati prodotti 5.000.000 mc e ne rimangono 9.000.000. Si tratta di cava a fossa in falda, dato che la profondità massima di scavo prevista è di 35 metri, mentre la profondità della falda è di 8 metri dal p.c.. Il sito Cava Faustini, in precedenza contaminato, è stato bonificato e con atto n. 3854 del 22.12.2017 è stata approvata la variante del Progetto di Gestione Produttiva dell'ATEg21 dalla Provincia di Brescia.

Una seconda cava si trova al limite settentrionale del sedime aeroportuale di Ghedi ed è denominata ATE g39. Le società concessionarie sono Base Inerti S.r.l., Cava Inferno S.r.l., Edilquattro S.n.c., Central Beton S.p.a., B.B.M. S.n.c. Si tratta di una cava del tipo a fossa a secco, che occupa una superficie di 646533 mq. Al momento le informazioni a disposizione indicano che del volume totale 1.900.000 mc non si ha più nessuna disponibilità di riserva da coltivare. Il recupero, secondo accordo di programma, prevede la realizzazione di opere di pubblica utilità e di interesse privato.

Poco a nord di quest'ultima vi è la cava denominata ATE g38, che appartiene alla ditta Braga Scavi S.r.l.. Si tratta del tipo a fossa a secco, con la falda che si trova alla profondità di 10 metri dal p.c. e la possibilità di scavare fino ad un massimo di 8 metri. Occupa una superficie di 139.000 mq e le volumetrie disponibili inizialmente ammontavano a 500.000 mc, ora le riserve sono pari a zero. Il recupero prevede un uso agricolo o naturalistico.

Da segnalare all'interno del sedime aeroportuale la presenza di una cava dismessa di sabbie e ghiaie a fossa a secco, tale cava è oggetto di intervento secondo le previsioni del PSA per essere colmata e diventare parte della futura area cargo.

Discariche

Per quanto concerne le discariche di seguito vengono descritte quelle presenti all'interno dell'ambito di studio, come riportate nella "Carta delle cave, delle discariche e degli impianti trattamento dei rifiuti" (Tavola P2_T11) allegata. I dati sono stati ricavati principalmente dal SIT Geoportale della Provincia di Brescia.

Ad Est del sedime Aeroportuale si trova una discarica attiva (ASM Brescia S.p.a.), che ha un volume autorizzato di 3530000 mc e un volume residuo di 747 629 mc. Si tratta di una discarica per rifiuti speciali non pericolosi. Tale discarica è circondata dalla cava attiva precedentemente descritta denominata ATE g44.

Limitrofa a questa, sempre nell'ambito della stessa cava ATE g44, si trova una discarica per rifiuti speciali non pericolosi della ditta MONTICHIARIAMBIENTE S.p.a., società partecipata da A2A Ambiente e dal Comune di Montichiari, che ricopre una superficie di 81272,313 mq. La capacità massima autorizzata, ormai prossima all'esaurimento, è pari a 3.530.000 mc.

Poco più ad est, limitrofa alla cava denominata ATE g43, si trova una discarica della ditta SYSTEMA AMBIENTE S.r.l., destinata a ricevere rifiuti speciali pericolosi, non pericolosi e tossico nocivi. E' stata autorizzata nel 1996 ad una capacità totale di 1.800.000 mc su una superficie complessiva di 91.400 mq. La capacità residua è di 769.139,0 mc.

A lato della discarica appena descritta si trova la discarica della ditta SISTEMA Sp.a., che ricopre una superficie di 73.981,125 mq. Si tratta di una discarica per Rifiuti Speciali Pericolosi con un volume autorizzato di 950.590 mc.

Nella stessa area insiste anche la discarica di rifiuti speciali non pericolosi appartenente alla ditta ECOETERNIT S.r.l.. Tale discarica ha una superficie di 66.153,969 mq e una capacità residua di 526.000 mc.

A lato della precedente si trova la discarica per Rifiuti Speciali Pericolosi della ditta GEDIT S.p.a. che ricopre un'area di 67.904,344 mq. Il volume autorizzato è di 944.000. Attualmente risulta chiusa dal 2008, attiva per captazione e recupero biogas.

Altre due discariche limitrofe si trovano nelle vicinanze dell'abitato di Macina nella porzione di ambito di studio centro occidentale. Appartengono alla società A2A e si trovano nel Comune di Castenedolo. Si tratta di una piattaforma per il recupero e lo smaltimento di rifiuti speciali e urbani non pericolosi. I rifiuti conferiti all'impianto provengono principalmente dalla raccolta differenziata eseguita nei Comuni della provincia di Brescia, da servizi personalizzati presso utenze artigianali e/o industriali e

da conferimenti diretti eseguiti da utenze artigianali e/o industriali. La piattaforma è autorizzata a trattare complessivamente una quantità annua di rifiuti di 150.000 t.

A nord dell'aeroporto militare di Ghedi, nella stessa area appartenente alla cava denominata ATE g39, si trova la discarica per rifiuti inerti della ditta CAVA INFERNO S.r.l., che conta su di una superficie di 268.528,531 mq. Il volume autorizzato risulta essere di 1.801.000 mc. Questa discarica è stata autorizzata in procedura ordinaria il 25/11/2015 con scadenza il 28/06/2022.

Nella zona a sud del sedime aeroportuale, vicino alla località Terminoni, si trova una discarica per rifiuti inerti appartenente alla società S.E.A.C SRL, che occupa una superficie di 14.560 mq con un volume autorizzato di 99.630 mc. Al momento risulta un volume residuo pari a zero.

A nord dell'abitato di Castenedolo, nella zona industriale, è presente una discarica di rifiuti inerti della ditta ITALGROSS SPA, che copre una superficie di 29.023 mq.

Impianti di recupero

L'unico impianto di recupero di materiale inerti all'interno dell'ambito di studio è quello della ASM BRESCIA SPA. Tale impianto si trova all'interno dell'area della discarica della ASM BRESCIA, giusto a ridosso del lato orientale del sedime aeroportuale.

Appena fuori dell'ambito di studio nella parte settentrionale dello stesso è presente l'impianto della società Ecoservizi S.P.A. L'impianto si occupa di trattamento e smaltimento dei rifiuti industriali, compresi quelli derivanti da rifiuti solidi e liquidi o da terreni e aree da bonificare. La piattaforma è in grado di ritirare e trattare anche i rifiuti classificati come "ex tossici e nocivi ai sensi del D.P.R. 915/82".

Siti inquinati

I siti inquinati che risultano presenti nell'ambito di studio sono quattro, di cui tre sono costituiti da cave, mentre il quarto riguarda un'attività commerciale: nella figura riportata di seguito tali siti possono essere facilmente individuati attraverso le etichette che indicano con i numeri 1 e 3 i tre siti di cava e con il numero 2 il sito commerciale (cfr. Figura 4-38).

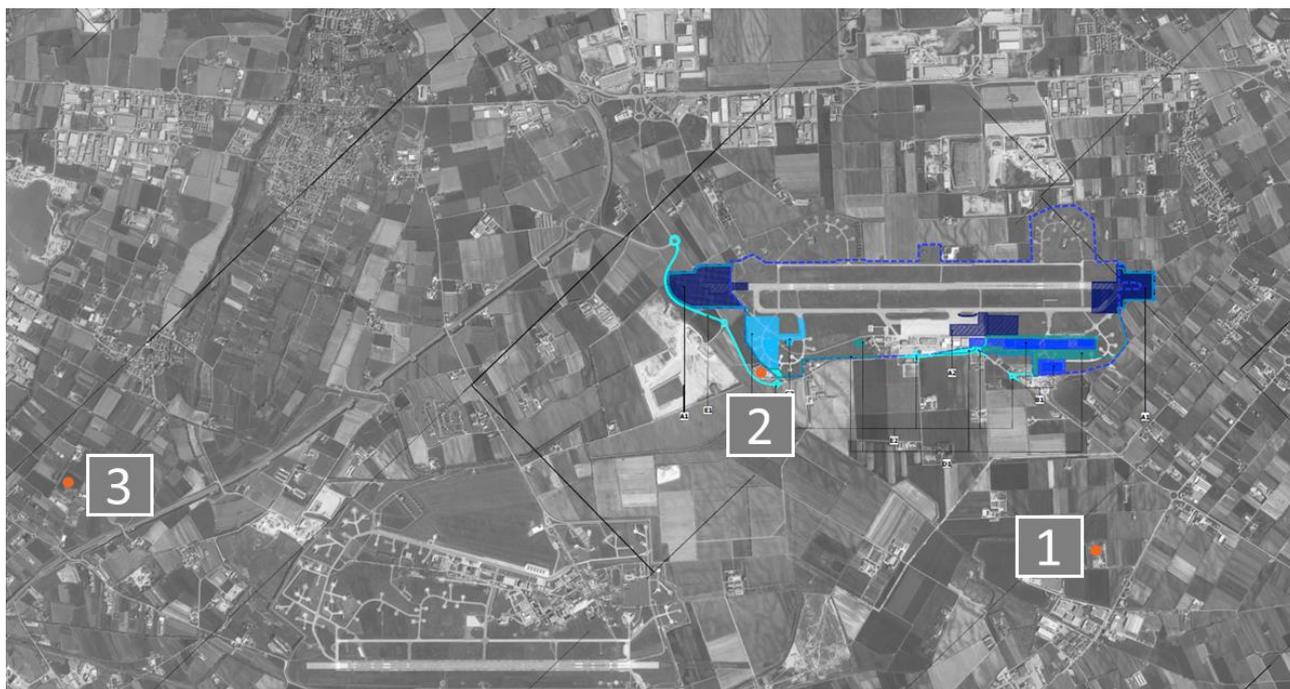


Figura 4-38 Siti contaminati presenti nell'ambito di studio

Il sito indicato con il numero 1 coincide con una cava dismessa denominata Baratti loc. Ponchioni. Come illustrato con più dettaglio nella Figura 4-39, si tratta di una cava a fossa secca per la coltivazione di sabbie e ghiaie, adiacente ad una cava attiva a fossa in falda (ATE g46) precedentemente descritta. Secondo quanto riportato dal Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti - censimento impianti della provincia di Brescia, nella cava si è rilevata la presenza di rifiuti interrati. Attualmente il sito è in fase di caratterizzazione per poi procedere alla bonifica.



Figura 4-39 Sito inquinato cava dismessa denominata Baratti

Il terzo sito contaminato, individuato con il numero 3, come riportato nella Figura 4-40, coincide con una cava dismessa denominata Lago Borgo. Tale cava era dedicata alla coltivazione di sabbie e ghiaie e risulta come del tipo a fossa secca. Anche in questo caso, secondo quanto riportato dal Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti, si sono ritrovati dei rifiuti sepolti, anche se non si conosce l'esatta posizione all'interno della superficie della cava. Attualmente è in corso una caratterizzazione ambientale per poi procedere ad una bonifica del sito stesso.



Figura 4-40 Sito inquinato cava dismessa denominata Lago Borgo

L'altro sito contaminato presente nell'ambito di studio, individuato nella Figura 4-38 con il numero 2, è situato nell'angolo nord - occidentale del sedime aeroportuale subito al di fuori dello stesso, come meglio si evince dalla Figura 4-41.

Questo sito era occupato dalla ditta TANK WASH MATRAS che si occupava di lavaggi di cisterne e contenitori di natura varia. Come risulta Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti prima citato, si sono rilevati degli sversamenti di sostanze inquinanti. Tale sversamento può aver inquinato i terreni sottostanti l'impianto ed eventualmente le falde presenti. Il sito risulta attualmente sottoposto ad studi di caratterizzazione per poter successivamente procedere alla bonifica.

Anche se il sito si trova fra il sedime aeroportuale e la SP oggetto di riqualifica, lo stesso non sarà interessato dai lavori previsti dal PSA 2030, come si vede dalla figura seguente, in cui, oltre alla localizzazione del sito, sono indicati gli interventi previsti nelle vicinanze del sito stesso.



Figura 4-41 Sito contaminato TANK WASH MATRAS

5. BIODIVERSITÀ

5.1 Inquadramento tematico

La metodologia applicata per l'analisi della componente in esame ha lo scopo di caratterizzare la vegetazione, flora, fauna e gli ecosistemi del contesto territoriale in cui si inserisce l'aeroporto di Brescia Montichiari, in relazione agli habitat in cui si svolgono le funzioni vitali delle comunità vegetali e faunistiche e alle connessioni e/o frammentazione del territorio, sia nella fase iniziale (*ante-operam*) sia nella fase della realizzazione degli interventi (in corso d'opera) e della loro messa in opera (*post-operam*), in modo da evidenziare gli elementi maggiormente sensibili ai possibili impatti che si potrebbero avere in attuazione delle opere previste dal Piano di Sviluppo aeroportuale 2030. Il lavoro svolto è stato impostato in un primo momento analizzando separatamente tutti i fattori rappresentativi della biodiversità del territorio, sia a livello compositivo, quali le comunità vegetali e floristiche, i popolamenti faunistici e le unità ecosistemiche, sia a livello strutturale, quali le aree di interesse naturalistico-ambientale e la rete ecologica che riguardano la conservazione e la tutela delle specie e la connettività del territorio, anche in considerazione del grado di naturalità del territorio stesso e di quanto emerso dalla normativa di settore relativa ai principali strumenti di pianificazione territoriale.

Ogni tema è stato indagato secondo scale diverse di rappresentazione, a seconda della necessità di inquadrare l'aeroporto all'interno del sistema di riferimento in esame: ad esempio, per la biodiversità si è scelto di utilizzare una stessa scala 1:25.000, mentre per la rete ecologica si è ritenuto necessario considerare un'area più vasta per contestualizzare l'aeroporto all'interno della maglia connettiva. La trattazione ha riguardato dapprima il contesto ambientale generale in cui si inquadra l'aeroporto e a seguire il contesto specifico delle aree prossime agli interventi, sulla base anche delle informazioni disponibili.

Inoltre, in riferimento al Piano di sviluppo aeroportuale 2030 dell'aeroporto "G. D'Annunzio" di Brescia Montichiari in oggetto, per la trattazione del presente documento si è preso in considerazione quanto indicato nelle "Linee guida per la valutazione e tutela della componente ambientale biodiversità nella redazione degli studi di impatto ambientale e degli studi preliminari ambientali e a supporto delle procedure di valutazione ambientale" della Regione Lombardia (DGR 12 settembre 2016 – n.X/5565), utilizzando anche come supporto all'analisi di inquadramento territoriale le tematiche riportate dalla "Checklist di caratterizzazione del contesto ambientale" in Appendice 1 dell'Allegato A delle citate linee guida.

Le fasi di analisi dello stato attuale della componente in esame sono riassunte come segue.

- Analisi biogeografica e fitoclimatica in cui è stato esposto l'inquadramento geografico e bioclimatico del territorio in cui si inserisce l'area di studio.

- Analisi vegetazionale e floristica condotta su due livelli di approfondimento. Il primo di area vasta è stato sviluppato illustrando, in primo luogo, la vegetazione potenziale dell'area con il supporto della carta dei tipi forestali ecologicamente coerenti supportata da altre fonti informative (cfr. bibliografia). In seguito, mediante l'integrazione delle informazioni derivanti dall'uso suolo DUSAF della Regione Lombardia con quelle fornite dalla "Carta dei tipi forestali reali della Lombardia" è stata definita la vegetazione reale dell'area. Il secondo livello, grazie all'ausilio delle elaborazioni prodotte nel Piano di Indirizzo Forestale (PIF) della Provincia di Brescia, ha permesso di caratterizzare sia sotto il profilo conoscitivo sia normativo l'area dell'intorno aeroportuale. In particolare, il secondo profilo è stato considerato per gli aspetti riguardanti le aree tutelate e gli interventi di trasformazione e compensativi a sostegno del settore forestale (LR 5 dicembre 2008, n. 31).
- Analisi del popolamento faunistico, anch'essa condotta secondo due livelli di approfondimento, che ha interessato nel primo caso l'analisi nel territorio della provincia di Brescia e nel secondo caso, più specifico, l'analisi della fauna e, in particolare, l'avifauna frequentanti il sedime aeroportuale attraverso l'ausilio della ricerca naturalistica sul tema del *wildlife strike*.
- Analisi delle principali unità ecosistemiche, ricavate definendo dei macroambienti, ossia delle aree aventi le risorse atte a supportare la vita di determinate specie animali, a partire dalla "Carta dell'uso suolo ad orientamento vegetazionale".
- Individuazione delle aree di interesse naturalistico sottoposte a tutela ambientale in base alla normativa comunitaria, nazionale, regionale nonché provinciale e delle reti ecologiche a diversa scala di indagine, che contribuiscono alla definizione delle tutele al livello naturalistico del comprensorio esaminato, all'individuazione di aree più sensibili e all'esistenza di connessioni tra gli habitat, così da poter stimare se e in quale misura il territorio indagato sia ad oggi in grado di salvaguardare e promuovere la biodiversità e, in tal senso, contrastare la frammentazione, intesa quale uno dei principali fattori di compromissione di detta biodiversità.

Il supporto a tali indagini è stato fornito dalla seguente bibliografia e sitografia:

- A.A.V.V., 2008. *La fauna selvatica in Lombardia*. Rapporto 2008 su distribuzione, abbondanza e stato di conservazione di uccelli e mammiferi. Regione Lombardia;
- Ballerio G., Brichetti P., 2003. *Atlante degli uccelli nidificanti nella città di Brescia 1994-1998*. Natura bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 33: 133-167;
- Brichetti P., 1994. *Situazione dell'avifauna nella provincia di Brescia (Lombardia). Aggiornamento 1993*. Natura bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 29: 221-249;
- Brichetti P., Gargioni A., 2004. *Atlante degli uccelli nidificanti nella bassa pianura lombarda (Italia settentrionale)*. Natura bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 34: 41-120;
- Bird Control Italy s.r.l., 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018. Report annuale *wildlife strike* - Aeroporto di Brescia Montichiari;

- Blasi C., Michetti L., 2005. Biodiversità e clima. In: Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (eds). *Stato della Biodiversità in Italia - Contributo alla strategia Nazionale per la biodiversità*. Palombi Editori, Roma. pp 57-66;
- Blasi C., Capotorti G., Smiraglia D., Guida D., Zavattono L., Mollo B., Frondoni R., Copiz R., 2010. *Le Ecoregioni d'Italia - Contributo alla strategia Nazionale per la biodiversità*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione per la Protezione della Natura e del Mare;
- Capelli S., Forlani E., Troppi P., Brichetti P., 2015. *Atlente degli uccelli svernanti nella città di Brescia 2006-2011*. Natura bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 39: 171-230;
- Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica, 2009. *Atlante climatico d'Italia 1971-2000*. Vol. III. Aeronautica Militare Italiana - Servizio Meteorologico;
- Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste (ERSAF), 2012. *Carta dei tipi forestali reali Lombardia*. Regione Lombardia;
- Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste (ERSAF), 2012. *Carta dei tipi forestali ecologicamente coerenti*. Regione Lombardia;
- ENAC – Ente Nazionale per l'Aviazione Civile, 2014, 2015. *Bird strike Committee Italy*, relazione annuale;
- ERSAF - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste, 2004. *Suoli e paesaggi della provincia di Brescia*. Regione Lombardia;
- ERSAF - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste, 2012. *Progetto carta dei tipi forestali della Regione Lombardia*. Regione Lombardia;
- ERSAF - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste. "Linee guida per la valorizzazione delle funzioni di connessione ecologica dell'agricoltura in corrispondenza della RER lombarda – schede monografiche". Regione Lombardia;
- Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2007. *Aree prioritarie per la biodiversità nella Pianura Padana Lombarda* ai sensi della DGR 8/3376 del 3.4.2007. Regione Lombardia;
- Gagliardi A., Bertoli R., Dinetti M., Gargioni A., 2009. *Presenze avifaunistiche nell'aeroporto "G. D'Annunzio" di Brescia-Montichiari*. Natura bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 36: 63-77;
- Keller P., 1932. *Storia postglaciale dei boschi dell'Italia settentrionale*. Archivio Botanico, 8 (1): 1-24;
- Malcevschi S., Lazzarini M., 2013. *Tecniche e metodi per la realizzazione della Rete Ecologica Regionale*. Regione Lombardia, ERSAF;
- Malcevschi S., Lazzarini M., Bianchi A., 2013. *Buone pratiche per la Rete Ecologica Regionale. Un'opportunità per l'agricoltura lombarda*. Regione Lombardia, ERSAF;
- Mauro Agnoletti & Antonio Santoro, 2011. *Il paesaggio forestale lombardo. Una sintesi storica*. In "L'uso del suolo in Lombardia negli ultimi 50 anni". Regione Lombardia;
- Paolo Pedrini, Franco Rizzolli, Francesca Rossi, Fernando Spina. "Il Progetto Alpi: studio della migrazione autunnale degli uccelli sulle Alpi italiane". In "Le autostrade del cielo rotte di migrazione dell'avifauna attraverso le Alpi". Atti del Convegno, Torino, 15 giugno 2007. A

- cura dell'“Osservatorio regionale sulla fauna selvatica”. Regione Piemonte - Assessorato Agricoltura, Tutela della fauna e della flora;
- Piano di Indirizzo Forestale (PIF) della Provincia di Brescia, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 26 del 20 aprile 2009 e modificato con deliberazione del Consiglio Provinciale n.49 del 16 novembre 2012;
 - Piano faunistico venatorio della Provincia di Brescia, 2012;
 - Piano faunistico venatorio provinciale approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n.53 del 20 dicembre 2010. Servizio Caccia e Pesca – Provincia di Mantova;
 - Piano Ittico Provinciale approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 1 del 31 gennaio 2012 – Provincia di Brescia, Settore caccia e pesca;
 - Piano Territoriale Regionale approvato dal Consiglio Regionale della Lombardia con deliberazione n.951 del 19 gennaio 2010 e successivi aggiornamenti;
 - Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia - PTCP, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 31 del 13.06.2014 e pubblicazione sul BURL n. 45 del 5 novembre 2014;
 - Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova - PTCP, variante approvata con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 3 dell'8 febbraio 2010 e pubblicazione sul BURL n. 14 del 7 aprile 2010;
 - Regione Lombardia, 2015. Carta dell'uso suolo DUSAF 5.0;
 - Regione Lombardia – Sistemi Verdi e Paesaggio. Rete Ecologica Regionale. Milano, 2010.
-
- Regione Lombardia - <http://www.regione.lombardia.it/>
 - Provincia di Brescia - <http://www.provincia.brescia.it/>
 - Provincia di Mantova - <http://www.provincia.mantova.it/>
 - Geoportale della Lombardia - <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>
 - Geoportale della provincia di Brescia - <http://sit.provincia.bs.it/>
 - Geoportale della provincia di Mantova - <http://sit.provincia.mantova.it/>

5.2 Normativa di riferimento

In relazione alle tematiche relative alla biodiversità e quindi alla vegetazione, alla flora, alla fauna ed agli ecosistemi, di seguito si riportano i principali disposti normativi cui si è fatto riferimento.

- Decreto Legislativo 104 del 16 giugno 2017 “Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114.”
- Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”.
- Delibera della Giunta Provinciale n. X/5565 del 12 settembre 2016 “Approvazione delle Linee guida per la valutazione e tutela della componente ambientale biodiversità nella redazione degli studi di impatto ambientale e degli studi preliminari ambientali e a supporto delle procedure di valutazione ambientale”.

- Delibera della Giunta Regionale n.x/4429 del 30 novembre 2015 "Adozione delle misure di conservazione relative a 154 siti Rete Natura 2000, ai sensi del DPR 357/97 e s.m.i. e del DM 184/2007 e s.m.i. e proposta di integrazione della Rete Ecologica Regionale per la connessione ecologica tra i siti Natura 2000 lombardi".
- Delibera della Giunta Regionale n.6420 del 27 dicembre 2007 "Determinazione della procedura per la valutazione ambientale di piani e programmi".
- Delibera della Giunta Regionale n.8/675 del 21 settembre 2005 "Criteri per la trasformazione del bosco e per i relativi interventi compensativi", di cui all'art. 4, comma 8 della l.r. 27/2004 e dell'art. 4 del d.lgs. 227/2001, e contestuale modifica parziale della d.g.r. 7/13899 dell'1 agosto 2003.
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 (Direttiva Habitat) relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.
- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 (Direttiva Uccelli) concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- Legge Regionale n.5 del 2 febbraio 2010 "Norme in materia di valutazione di impatto ambientale".
- Legge Regionale 31 marzo 2008, n. 10 "Disposizioni per la conservazione e la tutela della piccola fauna della vegetazione e della flora spontanea" con relativi allegati delle specie protette.
- Legge Regionale 30 novembre 1983, n. 86 "Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale".

5.3 Inquadramento geografico e bioclimatico

L'area oggetto di studio è posta nell'ambito geografico del "Bresciano e colline del Mella", nella fascia della "Pianura" della Regione Lombardia in una zona intensamente interessata dalle attività agricole (cfr. Figura 5-1). In particolare, il sedime aeroportuale è sito nel comune di Montichiari, a sud-est rispetto alla città di Brescia, in prossimità del Fiume Chiese e delle colline di Montichiari e interessa il "Paesaggio della pianura cerealicola e foraggere" (cfr. Figura 5-2) compresa nell'unità tipologica "Alta pianura asciutta da Montichiari a Bedizole", a sud dell' "Area metropolitana di Brescia e della conurbazione pedecollinare", a nord della "Bassa pianura irrigua da Leno a al fiume Chiese" e a ovest della "Fascia rivierasca e colline moreniche del Garda" (cfr. Figura 5-4).

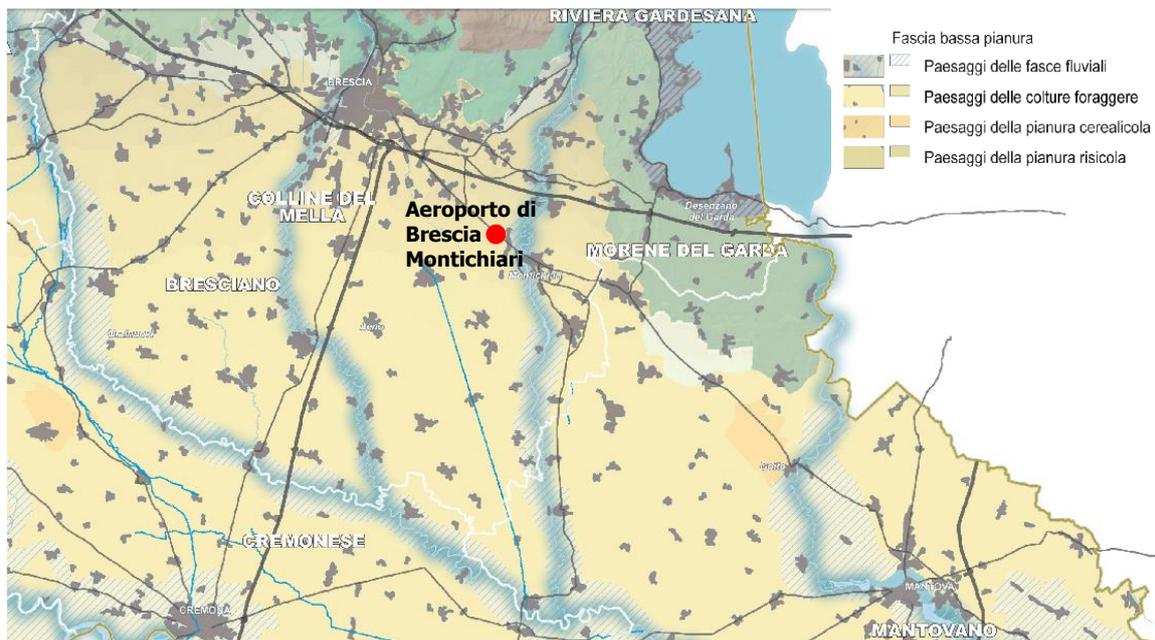


Figura 5-1 Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio (Fonte: PTR Lombardia Tav.A, approvato dal Consiglio Regionale della Lombardia con delib. N.951 del 19/01/2010)

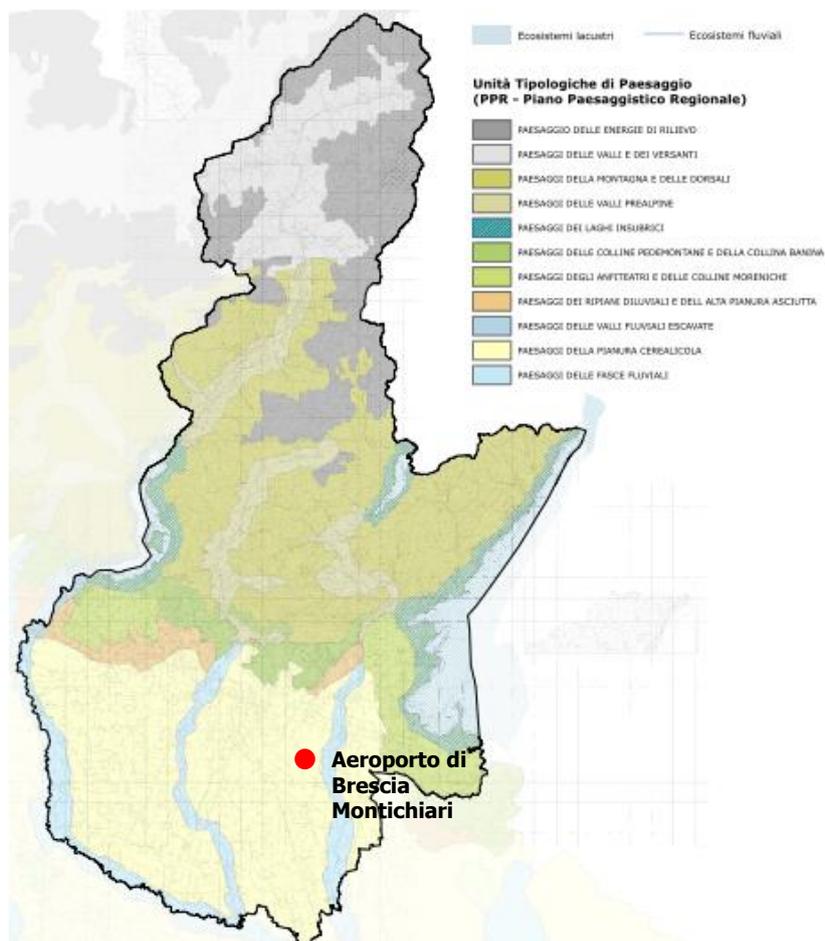


Figura 5-2 Tipologie di paesaggio (Fonte: PTCP Brescia Tav.2.1, approvato con delib. Del CP n.31 del 13/06/2014 e pubblic. BURL n.45 del 5/12/2014)

Il paesaggio risulta intensamente influenzato dalla presenza dell'uomo che nel corso dei secoli ha disegnato la trama del territorio agricolo con siepi e filari alberati a fare da divisione ai campi coltivati. Il paesaggio agricolo diffuso risulta disconnesso e interferito dallo sviluppo urbano e da una rete viabilistica complessa; in particolare la presenza dei due aeroporti, civile (Aeroporto di Brescia Montichiari) e militare (Aeroporto di Brescia Ghedi), influenza questa frammentazione, mentre la diffusione di tecniche agronomiche tendono a banalizzare il paesaggio con l'aumento delle dimensioni delle parcelle coltivate e l'eliminazione degli elementi lineari. Nella zona a sud di Montichiari resistono invece ancora ben visibili le trame storiche del paesaggio agricolo tradizionale (cfr. Figura 5-4).

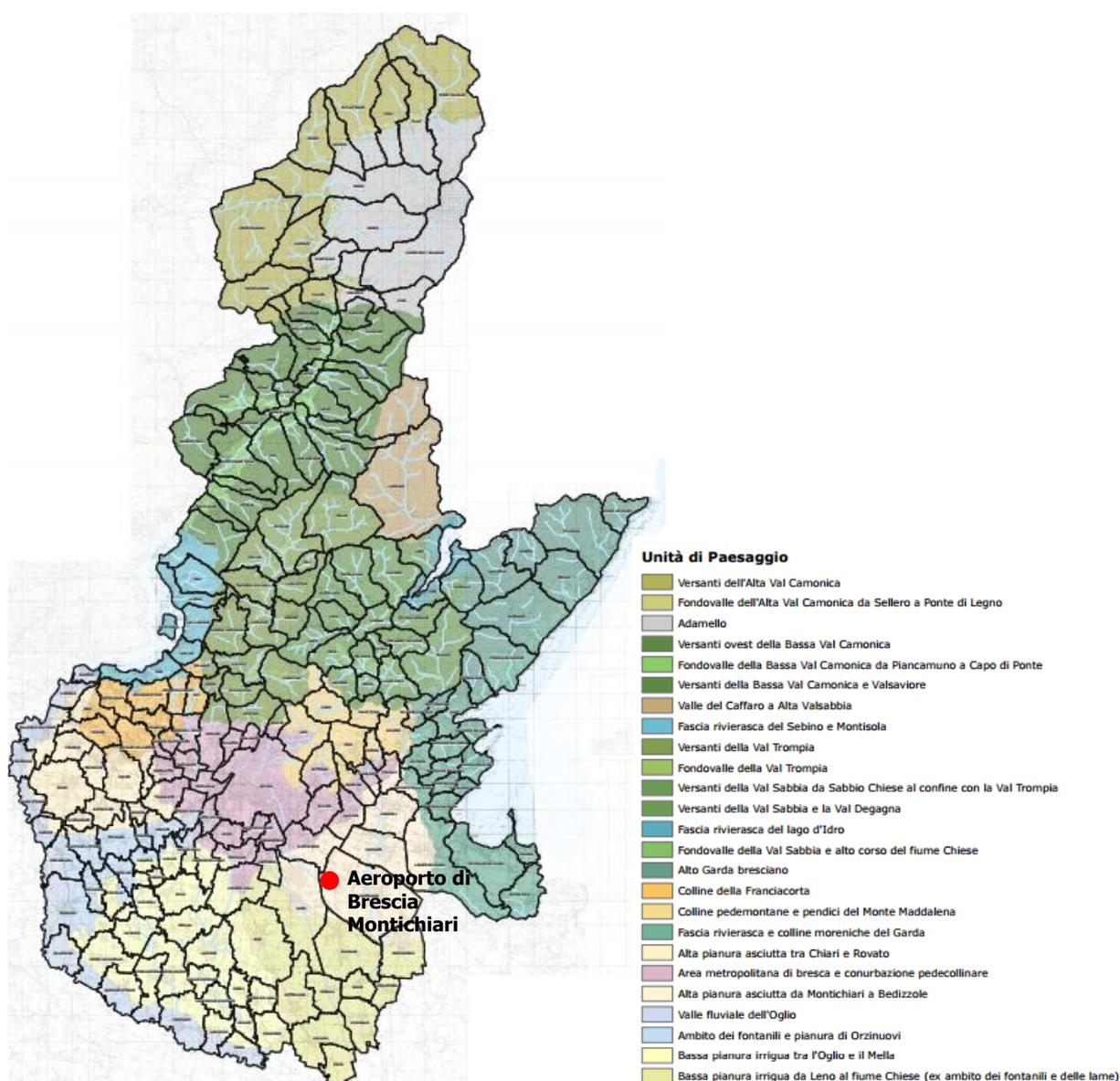


Figura 5-3 Unità tipologiche di paesaggio (Fonte: PTCP di Brescia Tav.2.1, approvato con delib. del CP n.31 del 13/06/2014 e pubblic. BURL n.45 del 5/12/2014)

Le principali aree boscate sono ad oggi confinate nelle prime aree collinari e nei primi altipiani del bresciano costituite in macchie relativamente compatte. La vegetazione appare in genere degradata con presenza diffusa di robinieti fortemente ceduati; non mancano però eccezioni di particolare pregio naturalistico. Un'importante area per la biodiversità in prossimità del sedime aeroportuale è rappresentata dal Fiume Chiese che ha un ruolo molto importante per il mantenimento della vegetazione ripariale, la quale oltre a stabilizzare gli argini, richiama la fauna e in particolare l'avifauna.



Figura 5-4 Inquadramento paesaggistico dell'ambito di studio

Le condizioni termiche e pluviometriche sono parametri indispensabili per lo studio delle comunità vegetali che consentono di evidenziare i periodi di aridità (intersezione tra la curva delle temperature e quella delle precipitazioni), i quali normalmente sono responsabili di profonde variazioni sull'assetto vegetazionale di un dato territorio.

Su larga scala si evince dalla carta dei Bioclimi (Blasi e Michetti, 2005) che l'area indagata è caratterizzata da un bioclimate temperato subcontinentale della Pianura Padana a cui si associa un fitoclimate temperato (mesotemperato/supratemperato umido) (cfr. Figura 5-5).

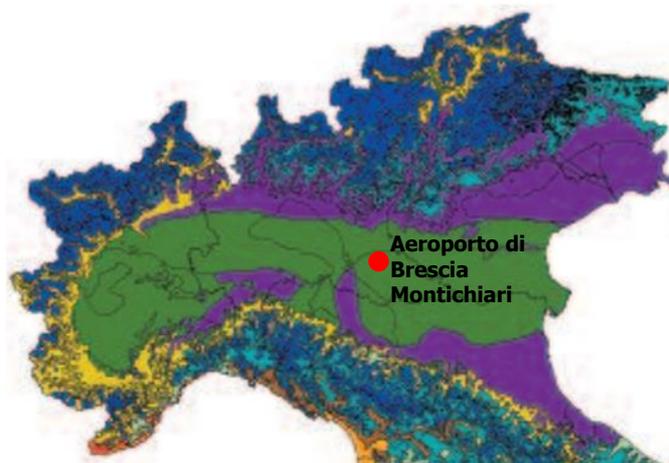


Figura 5-5 Stralcio della carta dei bioclimi (Blasi e Michetti, 2005)

Per studiare le condizioni climatiche dell'area a scala di dettaglio sono stati considerati i dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, sezione dell'Atlante climatico. I dati elaborati appartengono al trentennio 1971-2000 della centralina di Brescia Ghedi, le cui coordinate geografiche sono Lat: 45.436668 Long: 10.271389.

Uno degli strumenti atti a valutare le condizioni climatiche e in particolare il periodo di aridità è costituito dal diagramma di Bagnouls – Gausson. Dal grafico riportato in Figura 5-6 si evince come il clima non presenta un periodo di aridità estiva, ma solo una diminuzione delle precipitazioni nel mese di luglio in quanto le precipitazioni si distribuiscono omogeneamente nei diversi mesi dell'anno. I valori di precipitazione più bassi si registrano nel trimestre invernale (dicembre, gennaio, febbraio) con un minimo per il mese di febbraio con 54 mm. Le precipitazioni medie annue sono pari a 76 mm con un massimo nel mese di ottobre con 112 mm. Le temperature minime annue vengono raggiunte durante i mesi di gennaio e dicembre con rispettivamente 1,7 °C e 2,4 °C, mentre le massime si registrano nel mese di luglio con 23,5 °C. Si può inoltre comprendere che il clima di quest'area risente di una certa continentalità evidenziata dall'elevata escursione termica annua pari a 21,8 °C.

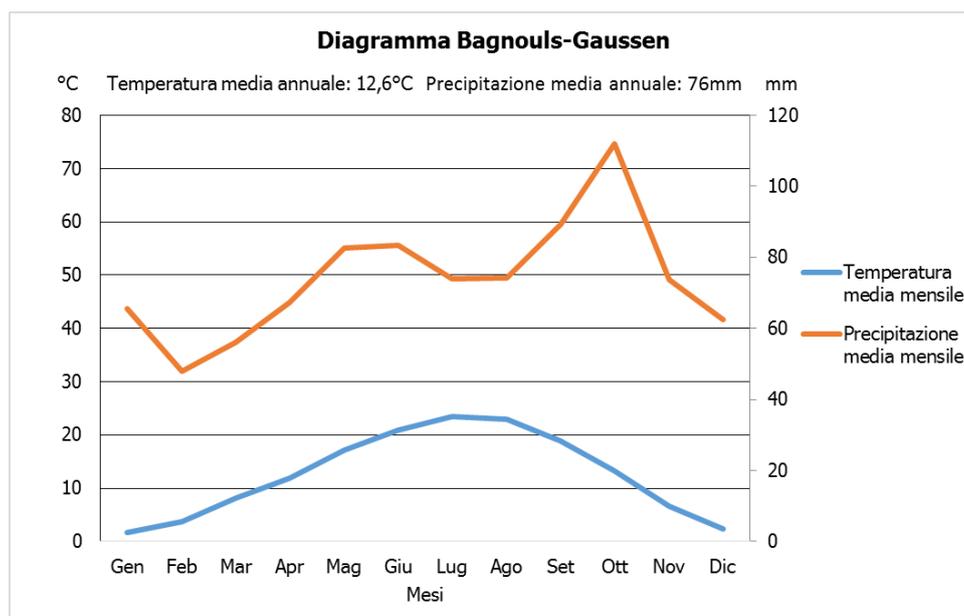


Figura 5-6 Diagramma Bagnouls – Gausson relativo ai dati medi mensili di temperatura e precipitazione, riferiti al trentennio 1971-2000 e alla centralina di Brescia Ghedi

Passando alle classificazioni del clima, che hanno lo scopo di inquadrare in forma semplice ed immediata i caratteri climatici di regioni geografiche di una certa estensione, il clima generale dell'area appartiene, secondo la classificazione di Köppen (1931), alla zona dei climi "temperato-caldi piovosi". Sempre secondo la classificazione di Köppen, il clima dell'area appartiene alla fascia Cfa: clima temperato delle medie latitudini con estate calda, inverni freddi e senza stagione asciutta. Secondo la classificazione di De Martonne appartiene alla categoria dei "climi temperati con inverno", presentando solo sette mesi all'anno con temperatura sempre superiore a 10°C (da aprile a ottobre).

5.4 Inquadramento vegetazionale e floristico

5.4.1 Vegetazione potenziale

Al fine di definire la vegetazione potenziale e quindi le comunità naturali che la popolano è molto importante identificare l'ecoregione di appartenenza che risulta strettamente collegata con i caratteri fisici dell'ambiente.

In base alla classificazione ecoregionale pubblicata in "Contributo tematico alla Strategia Nazionale per la Biodiversità (SNB) - Le Ecoregioni d'Italia", l'area di studio ricade nella divisione temperata, provincia del "Bacino Ligure-Padano", Sezione della "Pianura Padana" (cfr. Figura 5-7). La divisione è caratterizzata da una vegetazione naturale potenziale prevalentemente forestale, a meno di arbusteti e delle praterie dei piani montani superiori e delle linee di costa. La foresta risulta caratterizzata da specie di latifoglie decidue dei generi *Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Acer* e *Fraxinus*, mentre le conifere dei generi *Picea*, *Abies*, *Pinus* e *Larix* diventano dominanti solo nei piani altomontano e subalpino. Le classi di riferimento sono: *Quercus roboris-Fagetea sylvaticae* e *Vaccinio-Piceetea*.



Figura 5-7 Ecoregioni della Penisola italiana (Contributo tematico alla SNB)

La vegetazione potenziale del sistema foresta odierno presente sul territorio è rappresentata nella carta dei tipi forestali ecologicamente coerenti tratta dal "Progetto Carta dei Tipi Forestali – Regione Lombardia – 2012", che rappresenta la vegetazione forestale che si ritiene possa esprimersi con maggior probabilità in funzione delle caratteristiche stagionali e in assenza di rilevanti condizionamenti antropici o comunque esogeni rispetto al "sistema foresta". Si tratta in altri termini di una rappresentazione della potenzialità, non classicamente intesa come climax zonale, ma come effettivo riferimento locale delle dinamiche evolutive nel medio periodo.

Come si osserva dalla Figura 5-8, rispetto al sedime aeroportuale, la componente forestale è distribuita in maggior misura a nord e a est con prevalenza di vegetazione tipica delle quote collinari,

caratterizzata da boschi di rovere e roverella, intercalati da orno-ostrieti; poco diffusi, invece, risultano il querceto di farnia e il querceto-carpineto. Lungo i corsi d'acqua si trovano, invece, formazioni arboree o arbustive ripariali come i saliceti (*Salix sp. pl.*), che necessitano di zone umide, e come gli alneti (es. *Alnus glutinosa*), che si rinvenivano nei versanti esposti a nord e quindi più umidi.

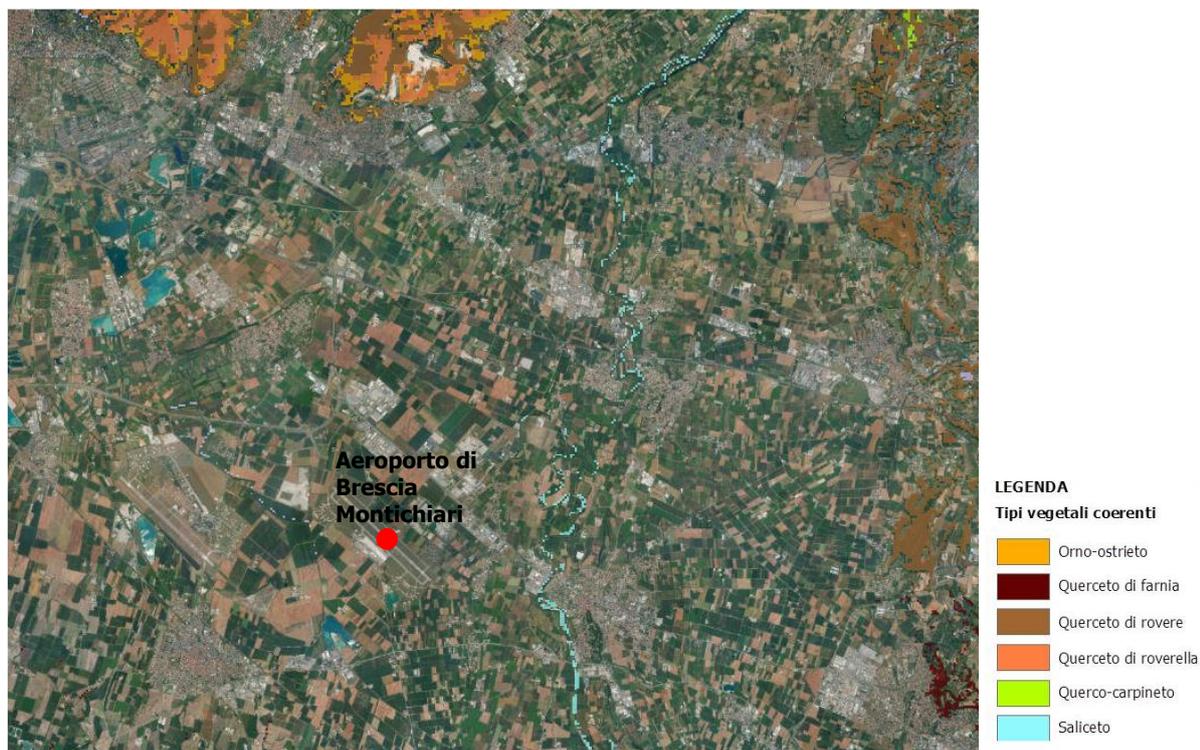


Figura 5-8 Carta dei tipi forestali ecologicamente coerenti (2012)

Nella pianura bresciana in cui si inquadra l'aeroporto in passato il paesaggio doveva presentarsi estremamente vario ed interessante, in relazione alla grande variabilità degli ambienti geopedologici e fisiografici che nell'area vengono a contatto e si intrecciano. La situazione della vegetazione spontanea è andata verso un progressivo impoverimento fino alla degradazione dei giorni nostri causata da una forte antropizzazione dell'area. Ancora oggi, nonostante l'ormai generale e intenso sfruttamento agricolo, si leggono chiari segni di quella che doveva essere la vegetazione forestale originaria, prima cioè dell'intervento dell'uomo. Infatti, si rinvenivano ancora lungo la rete di scolo specie tipicamente nemorali, quali il Sigillo di Salomone (*Polygonatum multiflorum All.*), la Pervinca (*Vinca minor L.*), l'Aglio orsino (*Allium ursinum L.*), indicatrici della passata presenza, nell'area, di foreste di latifoglie a prevalenza di Farnia (*Quercus robur L.*) e Carpino bianco (*Carpinus betulus L.*).

Numerosi, nella zona, sono i toponimi che segnalano la presenza di affioramenti della falda superficiale o che giustificano l'ipotesi di questa larga diffusione del Querceto a Farnia con varianti igrofile a Ontano nero, quali: Fontanelle, C.na Lametta, Lama di Novagli, Lama Granelli, Boschetti di Mezzo, Boschetti di sotto, C.na Boschetti, in Comune di Montichiari, località Lametta e Onete, in

Comune di Carpenedolo. Più a sud, in corrispondenza dell'estrema unghia della conoide ghiaiosa permeabile, compaiono numerose le "risorgive", si entra, cioè, nella fascia caratterizzata dall'esistenza dei fontanili e, in presenza di depressioni più o meno vaste (vedi Lama di Carpenedolo), da zone di antico impaludamento dette "Lame", al confine con la provincia di Mantova.

5.4.2 Vegetazione reale

5.4.2.1 Caratterizzazione del territorio

In generale, il territorio pianeggiante della provincia di Brescia è suddiviso in Alta e Bassa Pianura, il cui confine è segnato dalla linea superiore delle zone delle risorgive, ed è intensamente coltivato a seminativo ad eccezione delle fasce golenali dei tre fiumi principali (Oglio, Chiese e Mella) caratterizzate da residui boschivi spontanei.

Si può stimare che l'85-90% del territorio della pianura bresciana, è costituito da campi coltivati, per il resto da aree improduttive e solo l'1% è censibile come area "naturale". La visione d'insieme della piana coltivata è quell'ordinato susseguirsi di appezzamenti più o meno frazionati che una fotografia aerea o una carta tecnica regionale evidenziano graficamente. La monotonia è interrotta dalla ricca rete irrigua e dai relativi filari alberati costituiti da ceppaie di platano (*Platanus hybrida*), pioppi ibridi (*Populus xeurocanadensis*), salici bianchi (*Salix alba*), ontani neri (*Alnus glutinosa*), robinie (*Robinia pseudoacacia*), olmi campestri (*Ulmus minor*), ecc. Sono piuttosto rari i pioppi bianchi (*Populus alba*) e i pioppi gatterini (*Populus canescens*), le querce di farnia (*Quercus robur*), gli aceri campestri (*Acer campestre*) ed i noccioli (*Corylus avellana*). Sono frequenti i sambuchi neri (*Sambucus nigra*) ed i popolamenti di ailanto (*Ailanthus altissima*), mentre in continua rarefazione i caratteristici filari di gelsi bianchi (*Morus alba*) governati a capitozza.

I querceti di roverella sono localizzati sui versanti con esposizione nord nord-est, anche con forte pendenza e costituiscono un consorzio misto di roverella, orniello e carpino nero, accompagnato da specie termofile rupicole quali scotano (*Cotinus coggygria*), che vegetano lungo i versanti spesso terrazzati, dove le condizioni di disponibilità idrica al suolo risultano più favorevoli rispetto a quelle proprie delle stazioni in cui sono presenti gli orno-ostrieti. Quest'ultimi comprendono quelle formazioni in cui prevale il carpino nero o dove tale specie è accompagnata dall'orniello; la roverella è assente o vi partecipa in modo sporadico. Nello strato arbustivo sono frequenti il biancospino, il nocciolo e il ginepro. Il saliceto di ripa è dominato da *Salix alba*, specie indicatrice di ambienti con abbondanza d'acqua, a sedimentazione intensa e irregolare e frequentemente sommersi.

In pianura l'espansione del bosco è fortemente limitata dalle attività agricole; solo piccole superfici presentano neoformazioni che però possono essere classificate già come robinieti puri. Le aree boscate in pianura si concentrano per lo più su superfici prive di valore agricolo, ovvero in corrispondenza di incisioni fluviali ed esondazioni dei fiumi.

Lungo i fiumi ed i corsi d'acqua maggiori vi sono numerosi impianti pioppicoli, spesso inseriti irrazionalmente fino sulle rive ad occupare zone precedentemente coperte di preziose boscaglie ripariali, lanche, saliceti o radure.

La pianura ospita un'agricoltura di tipo zootecnico-cerealicolo che, negli ultimi decenni, ha assunto caratteri di sempre più diffuso monocolturismo, più accentuato nelle aree più fertili ed irrigue, improntato essenzialmente sul mais, al quale però si sono affiancate "nuove" colture come la soia, la barbabietola da zucchero, il girasole e il colza da seme.

Le profonde trasformazioni che nel corso dei millenni gli uomini hanno causato nella pianura si riflettono in larghissima misura sulla sua vegetazione; è stato quasi completamente distrutto il manto vegetale originario e si è costruito un paesaggio del tutto diverso e povero dal punto di vista della diversità biologica, mirato essenzialmente ai bisogni primari dell'uomo e delle colture che questi ha via via introdotto.

Nella categoria delle formazioni antropogene appartengono alcune formazioni sia originatesi spontaneamente per abbandono colturale sia per diretto intervento dell'uomo. Alla prima categoria appartengono le formazioni a robinieto puro, robinieto misto e le formazioni antropogene a dominanza di bagolaro e ailanto, che per la loro diffusione e per la complessità delle problematiche selvicolturali e ambientali, suscitano oggi la massima attenzione nei tecnici forestali. Alla seconda categoria appartengono invece i rimboschimenti di latifoglie, attuati grazie a contributi pubblici, con precise finalità di arricchimento del paesaggio e della biodiversità e con finalità didattico-ricreativa. Analizzando la vegetazione reale del territorio di pianura in cui si inquadra l'aeroporto di Brescia Montichiari è possibile osservare come essa sia influenzata in modo marcato, oltre dai fattori biotici e abiotici, anche dagli interventi umani che ne hanno plasmato l'originaria e naturale conformazione, andandone a modificare i suoli, un tempo coperti da foreste. Il paesaggio è stato modificato attraverso il taglio dei boschi, l'ampliamento degli insediamenti urbani ed industriali, la costruzione delle grandi vie di comunicazione e delle aree agricole gestite con pratiche intensive ed infine con l'introduzione di specie alloctone che minacciano la vegetazione autoctona, come ad esempio il caso della *Robinia Pseudoacacia* introdotta in Europa nel '600.

Il quadro attuale della pianura in cui si inquadra l'aeroporto di Brescia Montichiari è condizionato dalla meccanizzazione dell'agricoltura ed è rappresentato prevalentemente da seminativo, con colture cerealicole e foraggere, preponderante rispetto alle altre forme di utilizzo del territorio. Non mancano però aree costituite da lembi di bosco superstiti, ad esempio, nei primi rilievi collinari e lungo i corsi fluviali, seppure costituiti nell'intorno aeroportuale da specie invasive e alloctone quali la *Robinia pseudoacacia*.

Le siepi e filari costituiscono una fitta ragnatela, omogeneamente distribuita nelle aree prettamente agricole del territorio; delimitano i confini degli appezzamenti e affiancano strade di accesso alle campagne e rogge e canali di scolo. La presenza di siepi, filari e fasce boscate sul territorio, in particolare quello pianiziale, è considerata fondamentale ai fini della salvaguardia e tutela della biodiversità, oltre che per il mantenimento e la valorizzazione del paesaggio attraverso la rete verde, come indicato anche nelle norme tecniche del PTCP di Brescia. Per questo motivo, e per il suo valore come elemento del paesaggio agrario, la sua importanza è stata rivalutata enormemente negli ultimi anni.

La flora dell'area presenta un'alta componente mediterranea. Tra le praterie si distinguono: praterie aride e semiaride, costituite da prati sfalciati con composizione floristica a tratti piuttosto disomogenea, e prati pingui, maggiormente rappresentativi, caratterizzati da un'elevata umidità del suolo e dominati da graminacee come l'avena altissima, l'erba mazzolina, la codolina. Lo strato basso-arbustivo è denso e composto principalmente da scotano e biancospino, rosa canina, sanguinella, sambuco, caprifoglio, ginepro, coronilla, spino cervino, pero corvino. Lungo i corsi d'acqua si trovano, invece, formazioni arboree o arbustive ripariali come i saliceti (*Salix sp. pl.*); nelle alluvioni del fiume Chiese si rinvengono formazioni boschive perialveali e di greto, come nel tratto all'altezza di Carpenedolo, costituite in prevalenza da salici bianchi e pioppi, con sambuco nero, rovi e luppolo.

I boschi sono prevalentemente composti da robinieti, castagneti, querceti di roverella e orno-ostrieti, spesso cedui. A volte le macchie boschive diventano molto rade, evolvendo in senso steppico; si trovano così individui isolati di roverella, orniello, robinia con cespugli di scotano e rosa canina e un fitto tappeto erbaceo dominato da graminacee xeriche.

Il supporto cartografico di riferimento alla presente analisi vegetazionale è la "P2_T15 - Carta dell'uso suolo ad orientamento vegetazionale", allegata al presente documento, di cui di seguito si riportano le diverse categorie con le rispettive estensioni (cfr. Tabella 5-1).

Categorie di uso suolo ad orientamento vegetazionale	Superficie (ha)	Incidenza (%)
<i>Superfici naturali e seminaturali</i>		
Boschi	443,9	1,30
Rimboschimenti	9,91	0,03
Castagneti	6,69	0,02
Orno-ostrieti	227,7	0,67
Querceti di roverella	33,07	0,10
Robinetto misto	79,26	0,23
Cespuglieti ed arbusteti	231,2	0,68
Vegetazione ripariale	70,85	0,21
Alvei ghiaiosi	19,13	0,06
Corsi d'acqua, bacini idrici e torbiere	491,2	1,44
<i>Superfici agricole</i>		
Seminativi con o senza specie arboreo-arbustive	20748	61,0
Orti e vivai	232,3	0,68
Vigneti	162,4	0,48
Frutteti	54,76	0,16
Oliveti	14,09	0,04
Arboricoltura da legno	58,19	0,17
Prati con o senza specie arboreo-arbustive	1695	4,98
<i>Superfici artificiali</i>		
Aree antropizzate	8825	25,9
Aree verdi urbane	634,1	1,86

Tabella 5-1 Estensioni delle categorie di uso suolo ad orientamento vegetazionale nell'area rappresentata nella "P2_T15 - Carta dell'uso suolo ad orientamento vegetazionale"

Dalla carta elaborata secondo il supporto delle basi informative regionali e provinciali si evidenzia come il territorio rappresentato sia fortemente antropizzato, con la presenza dei centri abitati, delle vie di comunicazione, degli aeroporti civile (Aeroporto di Brescia Montechiari) e militare (Aeroporto di Brescia Ghedi) che nel complesso occupano il 25,9 % della superficie visibile in carta, inglobando al loro interno piccole porzioni di verde urbano (1,86 %).

Relativamente alle superfici naturali e seminaturali, il territorio mostra una vocazione prettamente agricola, principalmente dominato da seminativi (61,0 %) ai quali si intervallano a macchia e in porzioni ridotte e sparse: prati (4,98 %), legnose agrarie quali frutteti, vigneti, oliveti e altre specie arboree (0,85 %), orti e vivai (0,68 %), aree boschive (1,30 %), tra cui anche robinieti misti (0,23 %) e vegetazione ripariale (0,21 %), cespuglieti ed arbusteti (0,68 %) e zone umide (corsi d'acqua, bacini e torbiere 1,44 % e alvei ghiaiosi 0,06 %), il tutto ricoperto da una fitta rete di siepi e filari. Localizzati principalmente a nord dell'aeroporto, nei primi rilievi collinari, e, in misura minore, a sud est dell'aeroporto si trovano anche castagneti (0,02 %), querceti di roverella (0,10 %) e orno-ostrieti (0,67 %).

5.4.2.2 Caratterizzazione nell'intorno aeroportuale

L'area in cui si inquadra l'aeroporto presenta aree urbanizzate e aree ad ampia utilizzazione agricola (Figura 5-9, Figura 5-10).



Figura 5-9 Aree urbanizzate ed agricole in prossimità dell'aeroporto di Brescia Montichiari



Figura 5-10 Aree agricole nelle immediate vicinanze del sedime dell'aeroporto di Brescia Montichiari

L'analisi dell'intorno aeroportuale è stata condotta all'interno dell'ambito di studio riportato nella "Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale" integrando le informazioni relative al quadro vegetazione e floristico generale con diverse tematiche floristico-vegetazionali sia di carattere tipologico sia di carattere funzionale, ottenute attraverso la consultazione del Piano di Indirizzo

Forestale (PIF) della Provincia di Brescia, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 26 del 20 aprile 2009 e modificato con deliberazione del Consiglio Provinciale n.49 del 16 novembre 2012. In generale, il Piano di Indirizzo Forestale è uno strumento di pianificazione settoriale concernente l'analisi e la pianificazione del territorio forestale, necessario alle scelte di politica forestale, quindi attuativi della pianificazione territoriale urbanistica con valenza paesistico-ambientale, di raccordo tra la pianificazione forestale e la pianificazione territoriale e di supporto per le scelte di politica forestale.

Nell'area di indagine del PIF sono mappate le aree boschive (LR 31/2008) che, nel caso specifico dell'aeroporto di Brescia Montichiari, risultano confinate prevalentemente lungo corsi d'acqua e canali, comunque non in adiacenza e nell'immediata vicinanza del sedime aeroportuale.

Nello specifico e per una più facile ed immediata lettura, l'area interna all'ambito di studio in cui sono presenti tali tipologie vegetazionali è stata divisa in 3 macroaree (cfr. Figura 5-11) e successivamente per ognuna di esse sono stati riportati i boschi mappati (cfr. Figura 5-12, Figura 5-13, Figura 5-14).

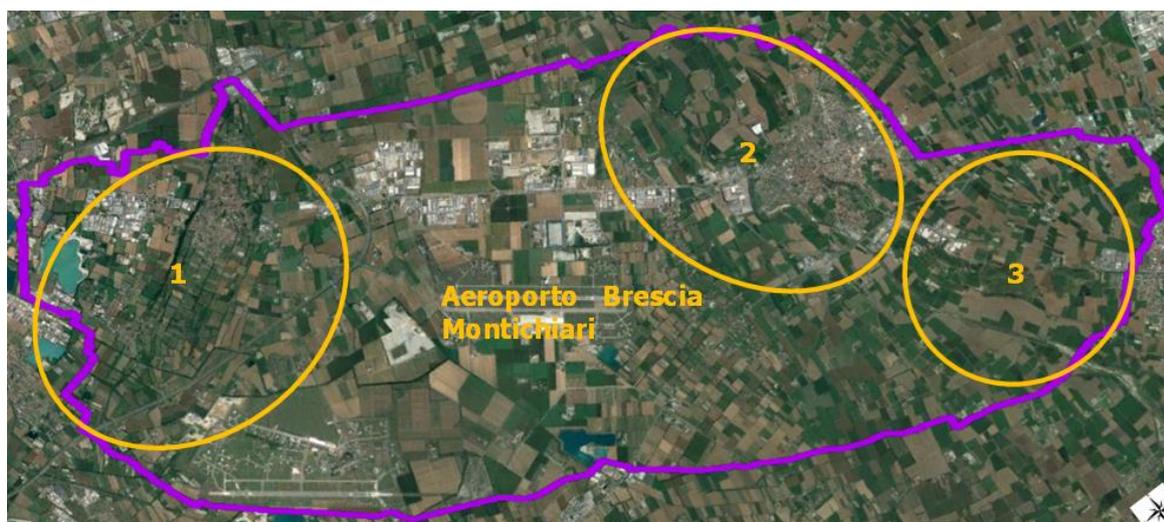


Figura 5-11 Aree in prossimità dell'aeroporto di Brescia Montichiari in cui sono presenti le aree boschive mappate nel Piano di Indirizzo Forestale della Provincia di Brescia

In particolare, nelle aree individuate sono presenti principalmente formazioni pianiziali con buona naturalità, formazioni primitive, robinieti, castagneti, orno-ostrieti, querceti di rovella e saliceti.

Relativamente alle attitudini del bosco, il PIF riporta per l'area 1 l'attitudine di ricostituzione ambientale connessa con la presenza del bosco stesso in aree fortemente antropizzate, in cui prevalgono aspetti didattico-fruttivi, di valorizzazione estetico-paesistica dei luoghi, di naturalizzazione di cenosi ecologicamente non ottimali, ecc (Fonte: Tavola "Attitudini" del PIF).

Relativamente alle aree 2 e 3 è stata invece assegnata la funzione protettiva.

Inoltre, le valutazioni espresse dall'indice di multifunzionalità dei boschi, il quale esprime l'entità della funzione erogata in una scala da 0 a 10, evidenzia che per le aree in prossimità del sedime aeroportuale si ha un valore basso, con valori più elevati in prossimità dei corsi d'acqua e a nord dell'aeroporto.

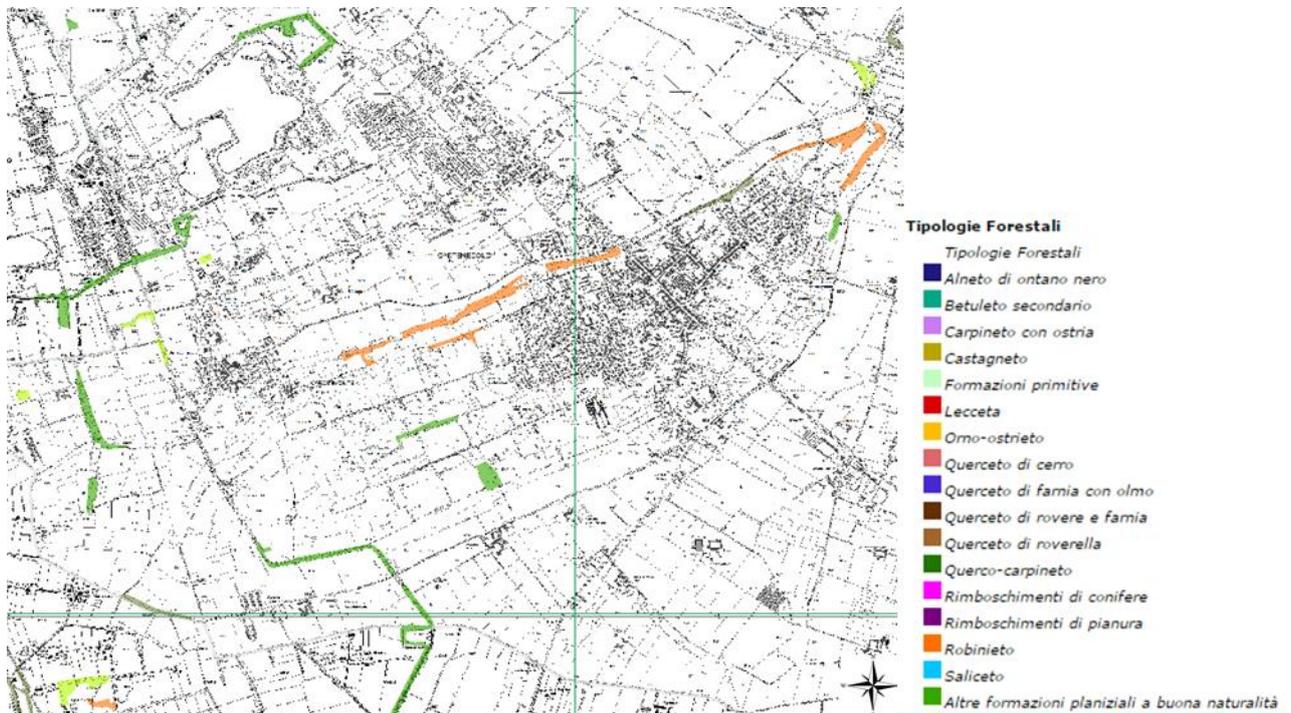


Figura 5-12 Stralcio della tavola del PIF "Tipi forestali" relativa all'area 1 (cfr. Figura 5-11)

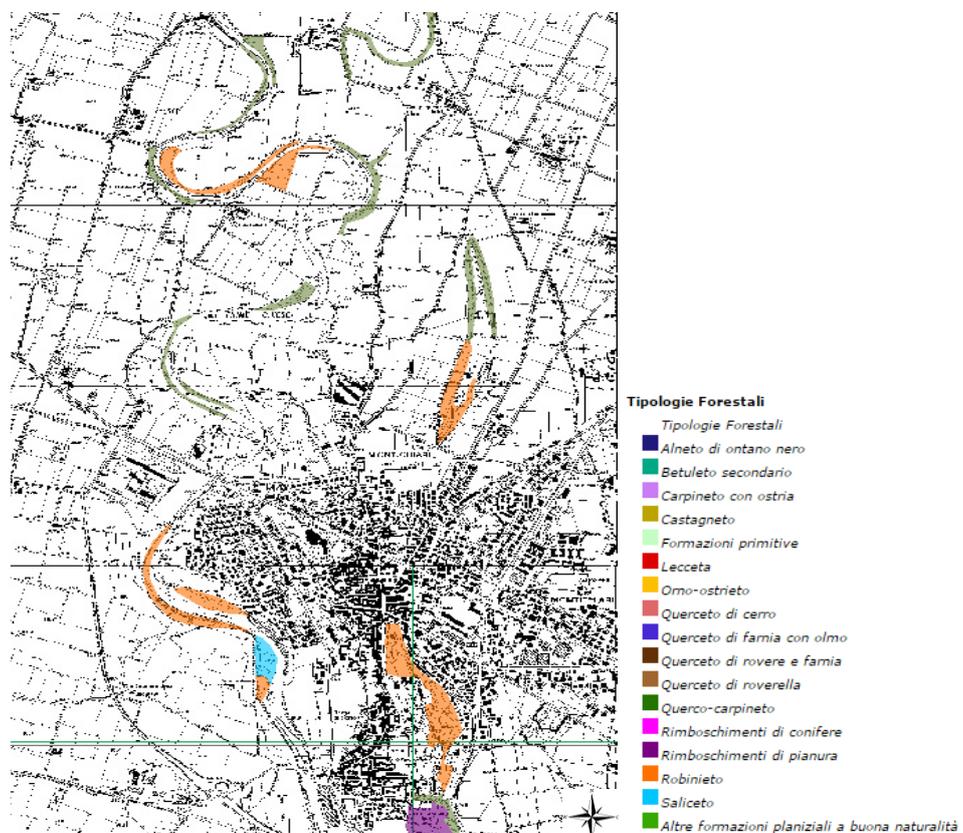


Figura 5-13 Stralcio della tavola del PIF "Tipi forestali" relativa all'area 2 (cfr. Figura 5-11)

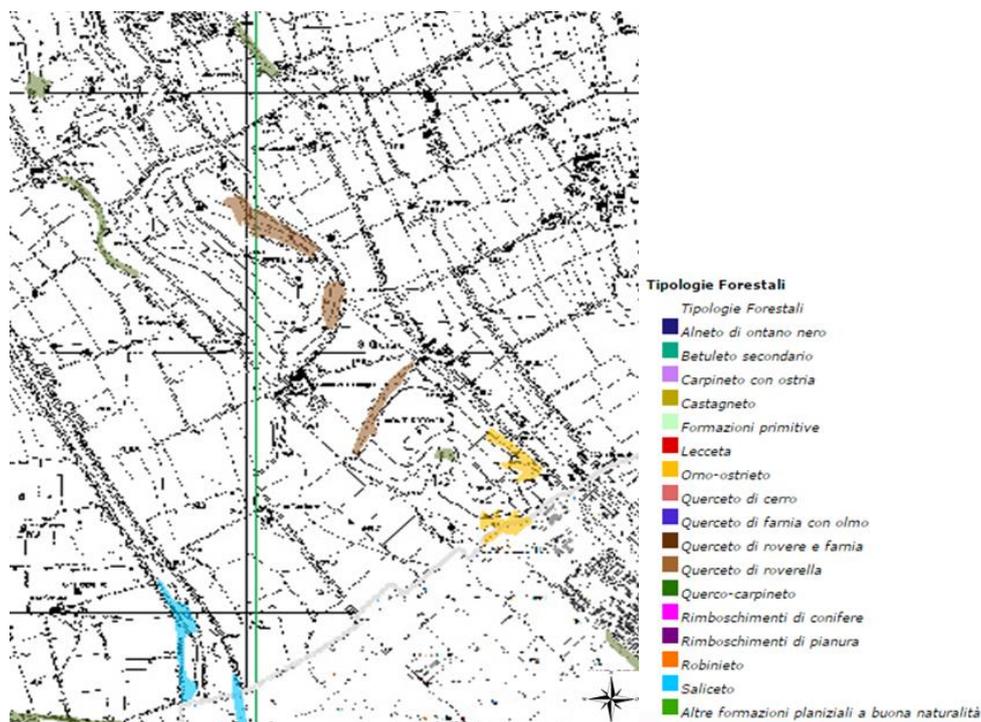


Figura 5-14 Stralcio della tavola del PIF "Tipi forestali" relativa all'area 3 (cfr. Figura 5-11)

Dalla tavola del PIF "Trasformazioni" si desumono le aree in cui le trasformazioni sono ammesse e dove i boschi non sono trasformabili, sulla base principalmente della presenza di aree protette ed aree sottoposte a vincoli di tipo paesaggistico (D.Lgs. 42/04, art 142, lett. b, c), aree di particolare pregio naturalistico ed ecologico. Il rapporto di compensazione viene determinato in base alle caratteristiche ecologiche, biologiche e paesaggistiche del bosco in oggetto (appendice 1 DGR 675/2005): queste sono espresse dal valore multifunzionale dei soprassuoli, quindi i rapporti di compensazione crescono secondo il valore multifunzionale dei soprassuoli forestali (cfr. Figura 5-15, Figura 5-16, Figura 5-17).

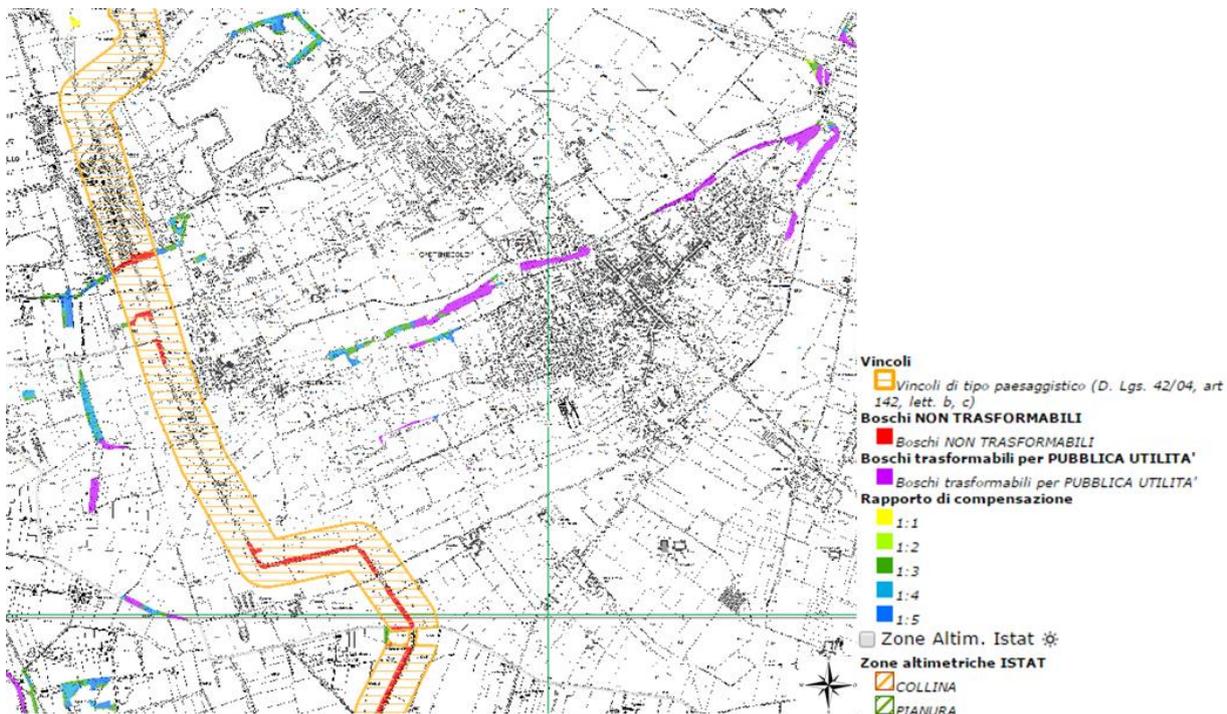


Figura 5-15 Stralcio della tavola del PIF "Trasformazioni" relativa all'area 1 (cfr. Figura 5-11)

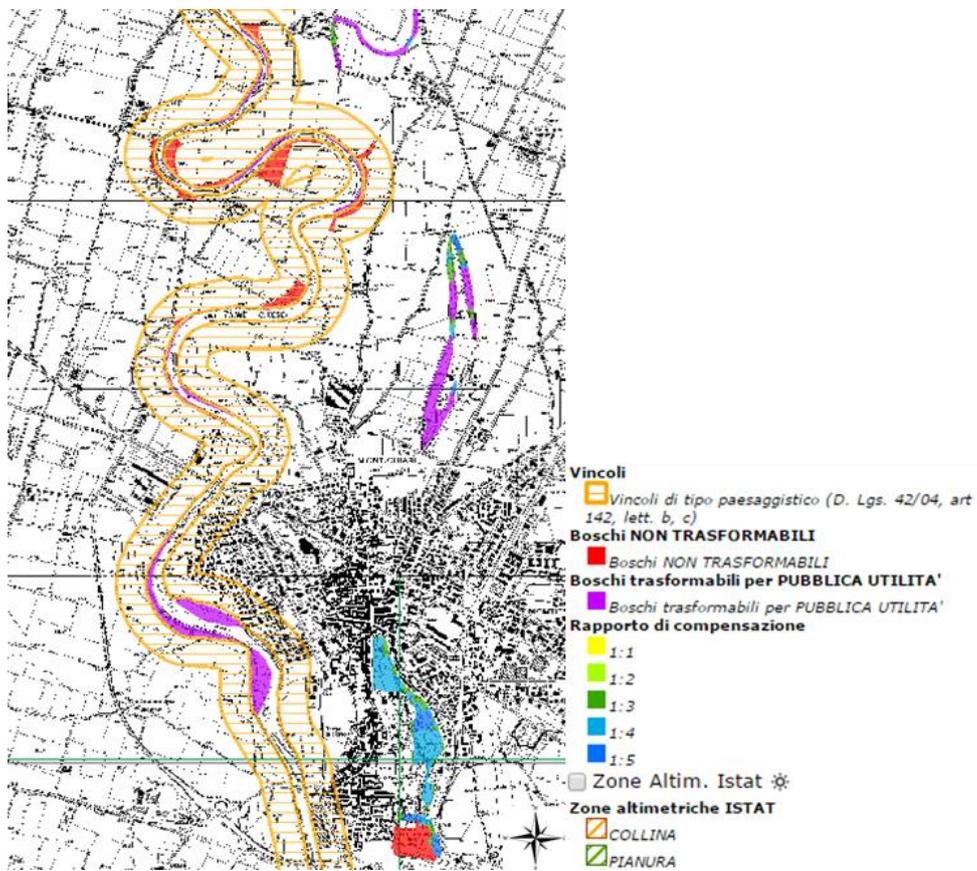


Figura 5-16 Stralcio della tavola del PIF "Trasformazioni" relativa all'area 2 (cfr. Figura 5-11)

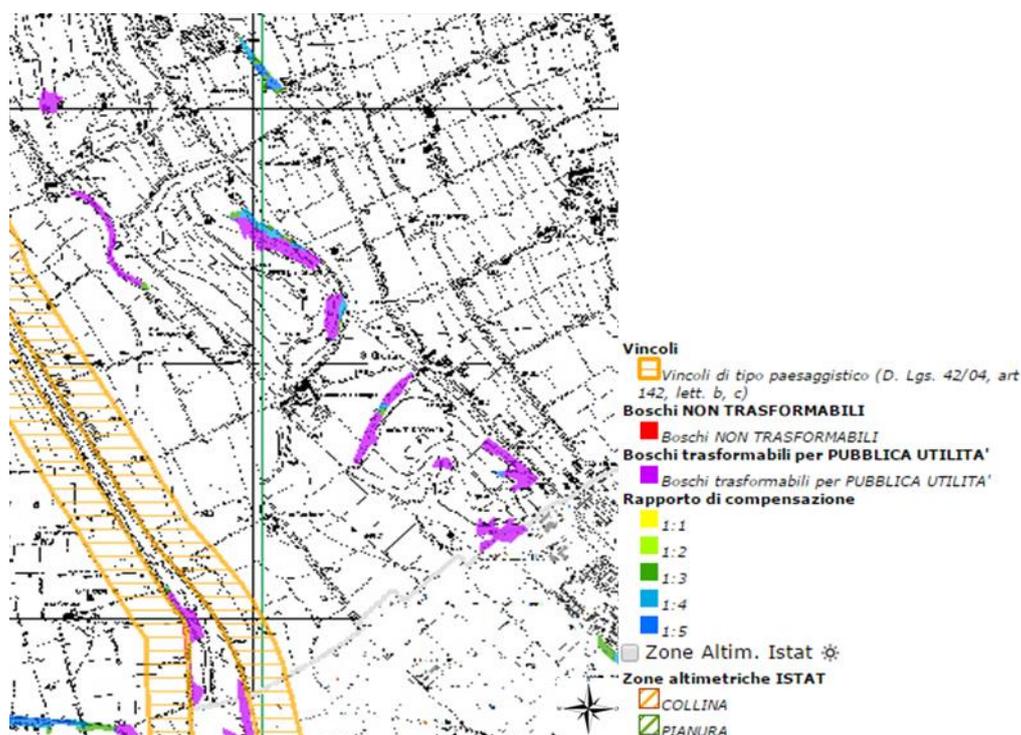


Figura 5-17 Stralcio della tavola del PIF "Trasformazioni" relativa all'area 3 (cfr. Figura 5-11)

La vegetazione dominante all'interno dell'aeroporto di Brescia Montichiari è costituita da un'estesa superficie prativa adibita a sfalcio periodico, come prescritto dalle procedure per la sicurezza aeroportuale. Si tratta di prati polifiti naturali permanenti a dominanza di graminacee. Fisionomicamente essi si presentano relativamente omogenei e con una buona ricchezza di specie. Dal punto di vista fitosociologico l'entità è ascrivibile alla classe *Molinio-Arrhenatheretea* (prati pingui, su terreni più ricchi di nutrienti) ed alla classe *Festuco-Brometea* (prati magri meso-xerofili, indicanti condizioni di maggior aridità e/o povertà di nutrienti nel suolo). La parte a nord dell'aeroporto confina con l'area militare che rispecchia la succitata fitocenosi.

Le moderne tecniche agronomiche e i nuovi metodi d'irrigazione hanno invece consentito la trasformazione della campagna attorno all'area d'indagine da zona di brughiera a zona intensamente coltivata. Il territorio circostante l'aeroporto si presenta quindi povero di vegetazione arboreo-arbustiva ed è inoltre caratterizzato da attività di origine antropica costituita dalle numerose cave estrattive di ghiaia situate a nord e ad est. Una grossa discarica controllata, gestita dall'ASM di Brescia, fa da polo di attrazione alimentare per centinaia di uccelli di varie specie a circa 1 km a nord del sedime aeroportuale.

5.5 Inquadramento faunistico

5.5.1 Mammalofauna, erpetofauna ed ittiofauna

Il popolamento di mammiferi presenti nell'area della pianura bresciana può essere definito come tipico di ambiti planiziali padani, caratterizzati da un alto determinismo antropico, in parte semplificati

e banalizzati per le ampie superfici agricole con monocoltura, per lo sviluppo urbano e infrastrutturale.

Tra i carnivori si osservano specie plastiche che sono in grado di adattarsi al disturbo antropico come la faina (*Martes faina*), la donnola (*Mustela nivalis*) e la volpe (*Vulpes vulpes*).

Nelle aree boscate si possono osservare specie tipiche del sottobosco tra cui: il topo selvatico (*Apodemus flavicollis*), l'arvicola rossastra (*Clethrionomys glareolus*), il moscardino (*Muscardinus avellanarius*), il ghiro (*Glis glis*), lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) e il tasso (*Meles meles*).

Le aree incolte e tutti gli ambienti ecotonali che sono costituiti da siepi e filari maggiormente strutturati possono ospitare specie quali il riccio (*Erinaceus europaeus*), il topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), l'arvicola dei Savi (*Microtus savii*), l'arvicola campestre (*Microtus arvalis*).

In pianura, a causa dell'assenza di estesi ambiti boscati e il ridimensionamento delle aree a macchia, si riduce la potenzialità per sciuridi e gliridi che quindi tendono ad essere diffusi particolarmente negli ambiti pedecollinari e lungo gli ambiti fluviali dove sono presenti fasce strutturate e continue di vegetazione.

Si osserva inoltre la talpa (*Talpa europaea*), altre specie come i conigli selvatici (*Oryctolagus cuniculus*) e la lepre (*Lepus europaeus*), quest'ultima abbondantemente diffusa su tutto il territorio. La lepre (*Lepus europaeus*) è tra i mammiferi con maggiore idoneità ambientale su gran parte della regione Lombardia. Il suo habitat è rappresentato dagli ambienti di prateria, ma in seguito all'espansione dell'agricoltura si adatta bene alle zone coltivate ove sono presenti disponibilità alimentari tutto l'anno. Preferisce, quindi, ambienti con buona diversità ambientale con colture a rotazione, ma si trova bene anche in zone quali brughiere e boschetti di latifoglie. Specie tipica di pianura e di collina, in Lombardia è soggetta ormai da molti anni ad un calo delle popolazioni dovuto da un lato dalla caccia eccessiva, dall'altro al continuo espandersi dell'agricoltura intensiva con conseguente perdita di habitat idoneo per la specie (cfr. Figura 5-18). A seguito di diversi programmi di ripopolamento si è incrementata la popolazione ma mai rendendola stabile.

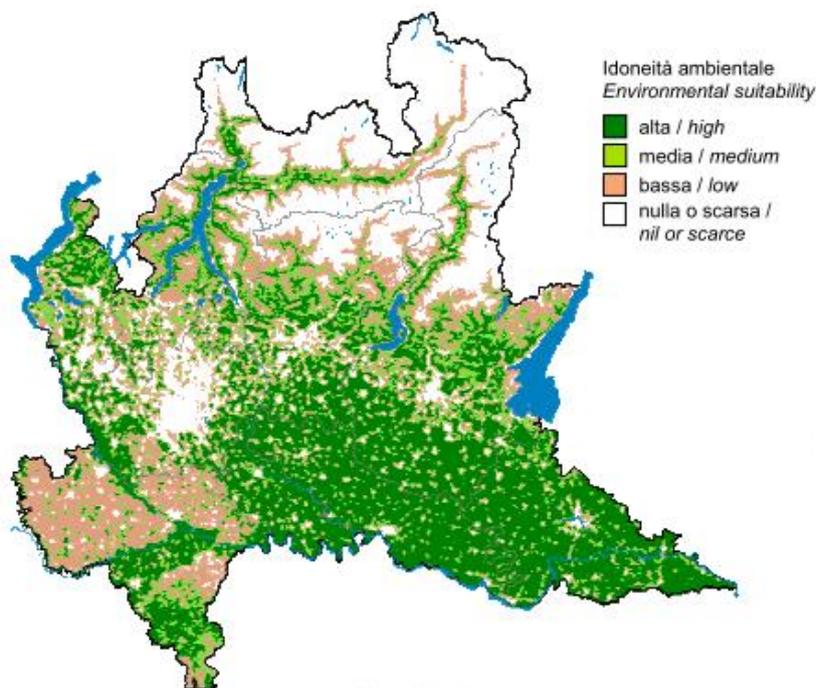


Figura 5-18 Idoneità ambientale della Lepre in Lombardia

Il "Piano faunistico venatorio provinciale" costituisce lo strumento programmatico per un'efficace e corretta politica di tutela e conservazione della fauna selvatica, unitamente e coerentemente correlata ad un esercizio venatorio ecologicamente sostenibile. In prossimità dell'aeroporto di Brescia Montichiari, ad esclusione dei "Terreni esclusi" quali l'aeroporto civile di Brescia Montichiari e l'aeroporto militare di Brescia Ghedi, sono presenti le seguenti aree:

- Zona di rifugio Montirone (a ovest), zona rossa,
- AFV azienda faunistica venatoria - SAR Ghedi (al centro),
- Zona di rifugio Vighizzolo (a est), zona rossa,
- Zona di rifugio Fontanelle (a sud-est), zona rossa.

Nello specifico, le zone rosse (zone di rifugio e ambientamento) non vietano totalmente la caccia, in quanto tale pratica resta consentita da appostamento fisso. Esse hanno l'obiettivo di favorire il processo di ricostruzione del popolamento faunistico di lepri, fagiani e starni, da cui prelevare, dopo favorevole censimento, un quantitativo di animali da immettere nel territorio a caccia controllata. Inoltre, per le aree di piccole dimensioni si vuole irradiare la selvaggina autoctona nell'area agro-silvo-pastorale circostante, dopo aver favorito l'incremento della presenza dei riproduttori (cfr. Figura 5-19).

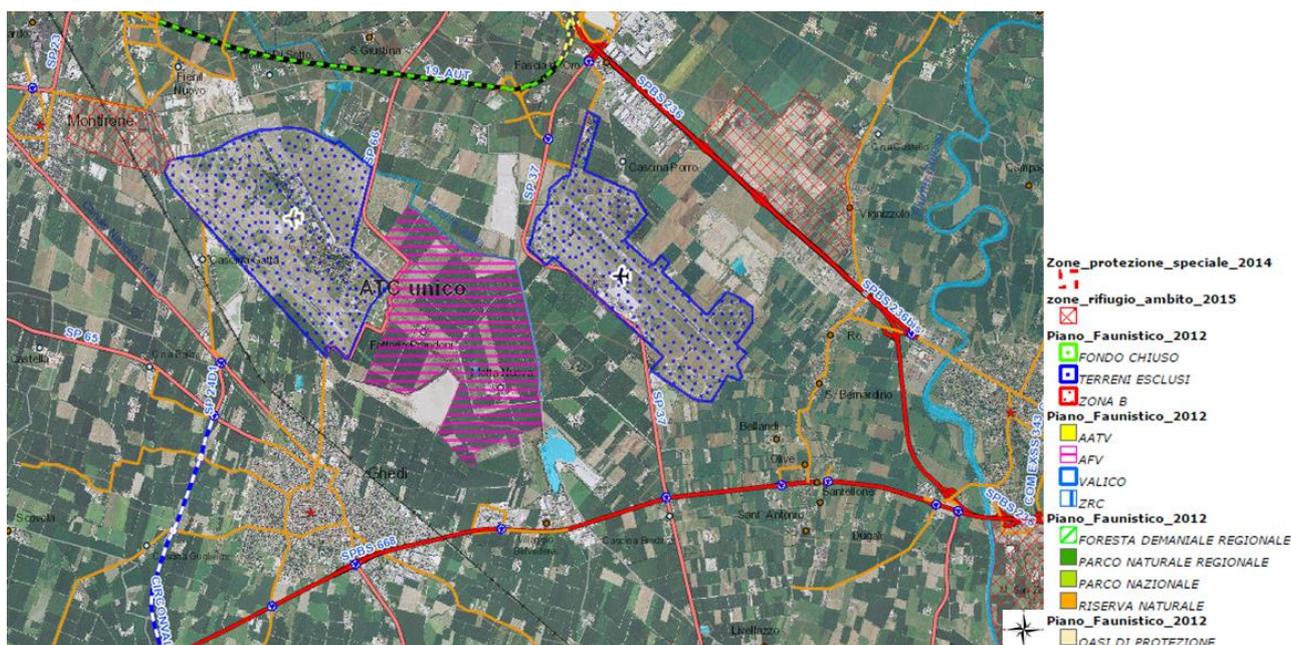


Figura 5-19 Aree del Piano faunistico-venatorio di Brescia (2012) in prossimità del sedime aeroportuale

Relativamente ad anfibi e rettili sono presenti il biacco (*Coluber viridiflavus*), la natrice dal collare (*Natrix natrix*), il ramarro (*Lacerta viridis*), la lucertola campestre (*Podarcis sicula*), la Rana verde (*Rana esculenta*), il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*), la Rana agile (*Rana dalmatina*) e la Raganella (*Hyla arborea*).

Relativamente all'ittiofauna, il Piano ittico della provincia di Brescia approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 1 del 31 gennaio 2012 riporta per le acque del torrente Garza, a ovest dell'aeroporto, una classificazione di tipo C, mentre una classificazione di tipo sia B sia C è indicata per il fiume Chiese, a sud ed a est dell'aeroporto. In tale contesto, si precisa che le acque di tipo B sono quelle che naturalmente, per le loro caratteristiche chimico-fisiche, sono popolate in maggioranza da individui appartenenti a specie ittiche salmonicole, mentre le acque di tipo C sono quelle che naturalmente, per le loro caratteristiche chimico-fisiche, sono popolate in maggioranza da individui appartenenti a specie ittiche ciprinicole o comunque non salmonicole. Per entrambi i corsi d'acqua, quali il fiume Chiese e il torrente Garza, sono indicate "Acque di pregio ittico potenziale". Tra le specie ittiche focali si segnalano il barbo canino (*Barbus meridionalis*), il barbo comune (*Barbus plebejus*), lo scazzone (*Cottus gobio*), la trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*), il vairone (*Leuciscus souffia*), il temolo (*Thymallus thymallus*), l'alborella (*Alburnus alborella*) e il cavedano (*Squalius cephalus*).

5.5.2 Avifauna

5.5.2.1 L'avifauna della provincia di Brescia

L'avifauna bresciana risulta composta da circa 346 specie (200 Non-Passeriformi e 146 Passeriformi) appartenenti a 20 ordini (19 Non-Pass.) e 64 famiglie (40 Non-Pass. e 14 Pass.) (Brichetti, 1994).

In base alla classificazione fenologica si rileva un sostanziale equilibrio tra le specie legate per tutto o buona parte dell'anno al territorio bresciano (53,5%, nidificanti e svernanti regolari) e quelle "estranee" di comparsa regolare, irregolare o accidentale (46,5%).

Le specie molto diffuse sono però solo il 9,9% e si tratta quasi esclusivamente di Passeriformi, mentre i Non-Passeriformi sono preponderanti tra la categoria della specie più localizzate, come i nidificanti irregolari e alcune specie di acquatici e di rapaci diurni e notturni.

Le specie maggiormente diffuse sono: *Turdus merula*, *Motacilla alba*, *Corvus*, *Sylvia atricapilla*, *Parus major*, *Fringilla coelebs*, *Passer italiae*, *Turdus merula*, *Sturnus vulgaris*, *Serinus serinus*, *Fringilla coelebs*, *Carduelis chloris*, *Sylvia atricapilla*, *Carduelis carduelis*, *Hirundo rustica* e *Columbalivia var. domestica*. Quelle più localizzate sono: *Anas platyrhynchos*, *Falco tinnunculus*, *Streptopelia turtur*, *Athena noctua*, *Picoides major*, *Motacilla flava*, *Troglodytes troglodytes*, *Cetta cetti*, *Phylloscopus sibilatrix*, *Corvus monedula* e *Loxia curvirostra*.

La ricchezza media varia in relazione a caratteristiche morfologiche più generali del territorio, quali l'assenza di corsi d'acqua di una certa portata che determinano una minore copertura arborea e arbustiva. Suddividendo l'area in due settori, rispettivamente ad ovest e ad est del fiume Chiese, si rileva come il settore orientale risulti significativamente più povero di specie di quello centro-occidentale.

La ricchezza specifica varia significativamente anche in relazione ai diversi tipi di ambienti individuati. Il maggior numero di specie si riscontra negli ambienti alberati, con le maggiori presenze nei boschi e nelle fasce alberate ripariali e in boschi, boschetti, macchie e arbusteti. Gli ambienti più poveri di specie sono quelli aperti, rappresentati quasi esclusivamente dai coltivi. Anche gli ambienti acquatici sono ricchi di specie, così come quelli antropizzati.

In genere, in prossimità degli ambienti rurali e nei centri abitati si rileva la presenza di uccelli adattabili quali: Rondine, Cornacchia grigia, Passera mattugia, Fringuello, Storno, Passera d'Italia. In prossimità delle zone umide presenti lungo il fiume e spesso anche lungo canali artificiali si rinvencono uccelli paludicoli quali: Tuffetto, Tarabusino, Folaga, Martin Pescatore, Usignolo di fiume, Cannaiola verdognola e Cannaraccione. Corriere piccolo, Piro Piro piccolo, Cappellaccia, Averla piccola e Strillozzo sono uccelli specializzati, legati a zone di passaggio da un ambiente all'altro, nonché ad ambienti particolari quali ghiaieti ed incolti. Infine, negli ambienti silvicoli legati ai residui boschivi in prossimità del fiume si trovano specie quali: Tortora, Usignolo, Cinciallegra, Rigogolo, Gazza, Capinera e Pendolino.

L'area in esame, caratterizzata da un'agricoltura intensiva, mette in evidenza come le monocolture, ambienti che non favoriscono l'insediamento dell'avifauna, abbiano contribuito progressivamente alla banalizzazione del territorio. La monotonia del territorio è rotta da residue siepi interpoderali che rappresentano per molte specie, non solo di uccelli, l'unico ambiente più o meno naturale dove sia possibile portare a termine il ciclo riproduttivo. Sono questi ambienti residuali, unitamente a quelli boscati golenali e ripariali, che ospitano il maggior numero di specie e per questo degni di salvaguardia e valorizzazione. Le marcite e i prati permanenti, sempre umidi nel corso dell'inverno

costituiscono delle zone di pastura permanente per parecchie specie svernanti nel momento di maggiore scarsità di risorse. I filari alberati e le siepi, unitamente alle macchie di vegetazione arborea costituiscono un elemento di variabilità tipologica nella uniformità ambientale della pianura che consente la nidificazione, la permanenza e la sosta di numerose specie animali con prevalenza di quelle ornitiche.

Il recente fenomeno dell'inurbamento di molte specie ha evidenziato che esse si riproducono nei centri urbani e in orti e giardini urbani e suburbani, dimostrando un forte adattamento a queste tipologie ambientali, come conseguenza della sparizione o diminuzione degli ambienti naturali originari (Brichetti *et al.*, 2004).

L'indagine sugli uccelli nidificanti della pianura bresciana che riguarda l'ambito di studio in esame, ha permesso di raccogliere interessanti informazioni sullo status distributivo e numerico di alcune specie, quali:

- le prime nidificazioni provinciali di Airone cenerino (*Ardea cinerea*), Sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*), Moretta (*Aythya fuligula*), Re di quaglie (*Crex crex*) e Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*);
- la ricomparsa del Gheppio (*Falco tinnunculus*), del Picchio verde (*Picus viridis*), della Ghiandaia (*Garrulus glandarius*) e del Beccamoschino (*Cisticola juncidis*), quest'ultimo, come il Saltimpalo, numericamente fluttuante in relazione all'andamento climatico invernale;
- il proseguimento dell'espansione territoriale e dell'incremento numerico della Tortora dal collare (*Streptopelia decaocto*);
- le nidificazioni della Ballerina gialla (*Motacilla cinerea*), del Codiroso spazzacamino (*Phoenicurus ochruros*) e della Cincia mora (*Parus ater*), decisamente al di fuori dalle quote altimetriche abituali;
- l'espansione territoriale e/o l'incremento numerico di interessanti specie, quali il Lodolaio (*Falco subbuteo*), il Colombaccio (*Columba palumbus*), il Gufo comune (*Asio otus*), il Gruccione (*Merops apiaster*), il Pendolino (*Remiz pendulinus*), la Gazza (*Pica pica*), la Taccola (*Corvus monedula*) e il Verzellino (*Serinus serinus*);
- una bassissima densità di coppie di specie tipiche delle zone pianeggianti, quali il Tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*), il Tarabusino (*Ixobrychus minutus*), la Marzaiola (*Anas querquedula*), il Barbagianni (*Tyto alba*), l'Upupa (*Upupa epops*) e il Topino (*Riparia riparia*);
- la progressiva rarefazione, fino alla scomparsa in vaste aree, dell'Assiolo (*Otus scops*), del Succiacapre (*Caprimulgus europaeus*), della Bigia padovana (*Sylvia nisoria*), dell'Averla piccola (*Lanius collurio*) e dello Strillozzo (*Emberiza calandra*);
- la scomparsa del Picchio muratore (*Sitta europaea*) e dell'Averla cenerina (*Lanius minor*), già specie rare e localizzate nel decennio precedente;
- la conferma dell'assenza di specie presenti fino a circa la metà del XX secolo, quali Poiana (*Buteo buteo*), Tordela (*Turdus viscivorus*), Cincia bigia (*Parus palustris*), Rampichino comune (*Certhia brachydactyla*) e Ortolano (*Emberiza hortulana*).

Dal punto di vista corologico, l'avifauna nidificante evidenzia una prevalenza di specie ad ampia distribuzione geografica, con una rilevante percentuale di specie con baricentro distributivo nell'area Europa-Asia occidentale, a conferma della spiccata continentalità della Pianura Padana interna; meno rilevante, ma interessante, la presenza di specie tipicamente europee o mediterranee; una sola, la Passera d'Italia, la specie endemica della nostra penisola.

Dal punto di vista conservazionistico l'avifauna nidificante rilevata nello studio riveste una discreta importanza in quanto 20 specie (23,8%) risultano incluse nella Lista Rossa degli Uccelli italiani (LIPU & WWF, 1999). Tra queste ve ne sono 13 "a più basso rischio" (Tarabusino, Airone cenerino, Quaglia, Porciglione, Cavaliere d'Italia, Corriere piccolo, Barbagianni, Assiolo, Gufo comune, Succiacapre, Martin pescatore, Picchio verde, Bigia padovana), 4 "vulnerabili" (Sgarza ciuffetto, Marzaiola, Lodolaio, Piro piro piccolo), 2 "in pericolo" (Falco di palude, Averla cenerina) e una "in pericolo in modo critico" (Moretta).

5.5.2.2 L'avifauna dell'intorno aeroportuale

L'eterogeneità ambientale in cui è inserito lo scalo di Brescia, costituita da terreni agricoli caratterizzati da colture intensive, aree rurali, industriali e periurbane, discarica, bacini idrici (sul fondo di aree estrattive) e vasche per l'itticoltura, determina una complessità di habitat, capace di sostenere comunità ornitiche molto strutturate sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

L'aeroporto è collocato in prossimità di importanti fonti attrattive per gli uccelli come i bacini idrici e discariche. Ciò fa sì che l'area aeroportuale sia al centro delle principali rotte di spostamento giornaliero per molti volatili, soprattutto laridi. I gabbiani, soprattutto al di fuori del periodo riproduttivo, si spostano al mattino dal Lago di Garda, ove trascorrono la notte, verso la discarica, le cave e le vasche per l'itticoltura interessando spesso l'aeroporto anche la sera quando fanno il percorso inverso. Secondo le osservazioni della BCU (Bird Control Unit) si notano passaggi frequenti di stormi numerosi di gabbiani da N-NO verso S al mattino e viceversa alla sera con sorvolo dell'aeroporto, suggerendo una fonte trofica a sud ed un sito di riposo notturno a nord nord-ovest. Le aree ancora di proprietà dell'Aeronautica Militare sono abbandonate e luogo ideale per il ricovero degli uccelli e altra fauna, come lepri e volpi.

Dall'analisi dei report annuali del fenomeno *wildlife strike* della Bird Control Italy srl relativi all'ultimo quinquennio disponibile (2014-2018), le specie osservate in ambito aeroportuale risultano mediamente 74 con una presenza media di 71545 individui (cfr. Tabella 5-2). Si può cercare di interpretare le ragioni di tale varietà considerando l'attrazione che alcuni elementi degli ambienti aeroportuali in genere possono rappresentare nei confronti di diverse specie di avifauna: primo fra tutti l'ampia estensione delle aree prative libere da infrastrutture.

Specie	n. 2018	incidenza %	n. 2017	incidenza %	n. 2016	incidenza %	n. 2015	incidenza %	n. 2014	incidenza %	Media 2014-2018	incidenza %	
1	Airone bianco maggiore	1	0,0%	8	0,0%	1	0,0%	2	0,0%	111	0,1%	24,6	0,0%
2	Airone cenerino	25	0,0%	49	0,1%	83	0,1%	19	0,0%	49	0,1%	45,0	0,1%
3	Airone guardabuoi	926	1,6%	975	1,6%	528	0,6%	771	1,1%	822	1,0%	804,4	1,1%
4	Airone rosso	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	0,4	0,0%
5	Albanella minore	29	0,0%	73	0,1%	99	0,1%	16	0,0%	62	0,1%	55,8	0,1%
6	Albanella pallida	0	0,0%	6	0,0%	14	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	4,0	0,0%
7	Albanella reale	0	0,0%	0	0,0%	4	0,0%	26	0,0%	59	0,1%	17,8	0,0%
8	Allodola	177	0,3%	414	0,7%	1127	1,3%	1105	1,5%	859	1,1%	736,4	1,0%
9	Anatra	1	0,0%	10	0,0%	10	0,0%	23	0,0%	0	0,0%	8,8	0,0%
10	Aquila minore	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
11	Aquila reale	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
12	Averla capriossa	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,4	0,0%
13	Averla cenerina	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
14	Averla maggiore	1	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	20	0,0%	0	0,0%	4,6	0,0%
15	Averla piccola	0	0,0%	2	0,0%	0	0,0%	26	0,0%	37	0,0%	13,0	0,0%
16	Balestruccio	35	0,1%	0	0,0%	37	0,0%	25	0,0%	155	0,2%	50,4	0,1%
17	Ballerina bianca	2	0,0%	52	0,1%	30	0,0%	21	0,0%	44	0,1%	29,8	0,0%
18	Ballerina gialla	0	0,0%	0	0,0%	8	0,0%	0	0,0%	4	0,0%	2,4	0,0%
19	Barbagianni	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
20	Beccaccia	0	0,0%	14	0,0%	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3,2	0,0%
21	Beccaccino	0	0,0%	7	0,0%	0	0,0%	10	0,0%	0	0,0%	3,4	0,0%
22	Cane	6	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	23	0,0%	14	0,0%	8,8	0,0%
23	Cappellaccia	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	3	0,0%	0,8	0,0%
24	Cardellino	20	0,0%	4	0,0%	13	0,0%	245	0,3%	76	0,1%	71,6	0,1%
25	Chiocciola / Limaccia	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	30	0,0%	6,0	0,0%
26	Chiurlo maggiore	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,4	0,0%
27	Cicogna bianca	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
28	Cicogna nera	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	9	0,0%	200	0,3%	41,8	0,1%
29	Cincia bigia	0	0,0%	11	0,0%	5	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3,2	0,0%
30	Cinciallegra	0	0,0%	15	0,0%	1	0,0%	71	0,1%	0	0,0%	17,4	0,0%
31	Cinciarella	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
32	Civetta	0	0,0%	1	0,0%	1	0,0%	5	0,0%	10	0,0%	3,4	0,0%
33	Codibugnolo	10	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2,0	0,0%
34	Codiroso	17	0,0%	92	0,2%	24	0,0%	25	0,0%	42	0,1%	40,0	0,1%
35	Codiroso spazzacamino	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	6	0,0%	7	0,0%	3,0	0,0%
36	Colombaccio	815	1,4%	1110	1,8%	1972	2,3%	1291	1,8%	525	0,7%	1142,6	1,6%
37	Coniglio selvatico	14	0,0%	27	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	8,6	0,0%
38	Cormorano	3	0,0%	12	0,0%	17	0,0%	40	0,1%	62	0,1%	26,8	0,0%
39	Cornacchia del Nord-ovest	4	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,8	0,0%

Specie	n. 2018	incidenza %	n. 2017	incidenza %	n. 2016	incidenza %	n. 2015	incidenza %	n. 2014	incidenza %	Media 2014-2018	incidenza %	
40	Cornacchia grigia	4911	8,2%	4848	8,0%	8414	9,7%	6995	9,7%	7421	9,4%	6517,8	9,1%
41	Corriere piccolo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,0%	0	0,0%	0,6	0,0%
42	Corriere grosso	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,0%	0	0,0%	0,6	0,0%
43	Corvo comune	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,0%	0	0,0%	0,6	0,0%
44	Cuculo	0	0,0%	1	0,0%	1	0,0%	2	0,0%	1	0,0%	1,0	0,0%
45	Culbianco	179	0,3%	548	0,9%	363	0,4%	88	0,1%	83	0,1%	252,2	0,4%
46	Cutrettola	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	8	0,0%	1,8	0,0%
47	Fagiano	44	0,1%	88	0,1%	58	0,1%	118	0,2%	82	0,1%	78,0	0,1%
48	Falco	3	0,0%	6	0,0%	9	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3,6	0,0%
49	Falco cuculo	55	0,1%	477	0,8%	94	0,1%	533	0,7%	52	0,1%	242,2	0,3%
50	Falco della regina	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0,4	0,0%
51	Falco di palude	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	38	0,1%	16	0,0%	11,0	0,0%
52	Falco pecchiaiolo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	12	0,0%	2,4	0,0%
53	Falco pellegrino	5	0,0%	1	0,0%	9	0,0%	12	0,0%	0	0,0%	5,4	0,0%
54	Falco pescatore	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	7	0,0%	1,4	0,0%
55	Fanello	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	25	0,0%	5,0	0,0%
56	Folaga	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	28	0,0%	5,6	0,0%
57	Fringuello	10	0,0%	14	0,0%	3	0,0%	5	0,0%	52	0,1%	16,8	0,0%
58	Gabbianello	0	0,0%	1	0,0%	1	0,0%	38	0,1%	0	0,0%	8,0	0,0%
59	Gabbiano comune	1335	2,2%	1627	2,7%	6530	7,6%	12496	17,4%	15968	20,2%	7591,2	10,6%
60	Gabbiano comune giovane	53	0,1%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	10,8	0,0%
61	Gabbiano corso	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
62	Gabbiano reale	2149	3,6%	2373	3,9%	6815	7,9%	625	0,9%	204	0,3%	2433,2	3,4%
63	Gabbiano reale giovane	20	0,0%	2	0,0%	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	4,8	0,0%
64	Gallinella d'acqua	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	0,0%	1,4	0,0%
65	Garzetta	11	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	0,0%	221	0,3%	47,4	0,1%
66	Gatto	17	0,0%	4	0,0%	1	0,0%	4	0,0%	28	0,0%	10,8	0,0%
67	Gavina	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	4	0,0%	1,2	0,0%
68	Gazza	6487	10,9%	5162	8,5%	5452	6,3%	3835	5,3%	3108	3,9%	4808,8	6,7%
69	Germano reale	15	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	7	0,0%	49	0,1%	14,6	0,0%
70	Gheppio	624	1,0%	1051	1,7%	1300	1,5%	1839	2,6%	1560	2,0%	1274,8	1,8%
71	Ghiandaia	0	0,0%	0	0,0%	15	0,0%	0	0,0%	3	0,0%	3,6	0,0%
72	Gruccione	1490	2,5%	1968	3,3%	2550	2,9%	2030	2,8%	1665	2,1%	1940,6	2,7%
73	Gufo comune	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
74	Gufo di palude	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
75	Ibis eremita	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
76	Lepre	708	1,2%	501	0,8%	673	0,8%	615	0,9%	798	1,0%	659,0	0,9%
77	Lanario	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	0	0,0%	0,4	0,0%
78	Lodolaio	29	0,0%	23	0,0%	1	0,0%	43	0,1%	95	0,1%	38,2	0,1%
79	Lucherino	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	10	0,0%	0	0,0%	2,4	0,0%

Specie	n. 2018	incidenza %	n. 2017	incidenza %	n. 2016	incidenza %	n. 2015	incidenza %	n. 2014	incidenza %	Media 2014-2018	incidenza %	
80	Martin pescatore	0	0,0%	0	0,0%	7	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	1,6	0,0%
81	Merlo	3	0,0%	6	0,0%	2	0,0%	17	0,0%	9	0,0%	7,4	0,0%
82	Mignattaio	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	10	0,0%	0	0,0%	2,2	0,0%
83	Mini lepre	143	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	28,6	0,0%
84	Monachella	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	27	0,0%	5,8	0,0%
85	Moriglione	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
86	Nibbio bianco	0	0,0%	0	0,0%	11	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	2,4	0,0%
87	Nibbio bruno	11	0,0%	29	0,0%	98	0,1%	987	1,4%	1	0,0%	225,2	0,3%
88	Oca selvatica	24	0,0%	3	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	120	0,2%	29,4	0,0%
89	Passera d'Italia	1093	1,8%	2408	4,0%	4893	5,7%	5753	8,0%	2032	2,6%	3235,8	4,5%
90	Passera lagia	2	0,0%	10	0,0%	130	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	28,4	0,0%
91	Passera mattugia	0	0,0%	10	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	159	0,2%	33,8	0,0%
92	Passera scopaiola	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,0%	0	0,0%	0,6	0,0%
93	Passero solitario	0	0,0%	10	0,0%	40	0,0%	208	0,3%	0	0,0%	51,6	0,1%
94	Pavoncella	0	0,0%	2	0,0%	1	0,0%	29	0,0%	51	0,1%	16,6	0,0%
95	Pernice rossa	0	0,0%	2	0,0%	0	0,0%	4	0,0%	15	0,0%	4,2	0,0%
96	Pettiroso	0	0,0%	31	0,1%	35	0,0%	13	0,0%	3	0,0%	16,4	0,0%
97	Piccione	8005	13,4%	6990	11,6%	10188	11,8%	8324	11,6%	8838	11,2%	8469,0	11,8%
98	Pispola	0	0,0%	0	0,0%	39	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	7,8	0,0%
99	Poiana	106	0,2%	79	0,1%	75	0,1%	83	0,1%	142	0,2%	97,0	0,1%
100	Poiana codabianca	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	0	0,0%	0,4	0,0%
101	Prispolone	0	0,0%	0	0,0%	21	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	4,2	0,0%
102	Quaglia	3	0,0%	4	0,0%	1	0,0%	19	0,0%	33	0,0%	12,0	0,0%
103	Rettile	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
104	Riccio comune	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	0,0%	5	0,0%	2,0	0,0%
105	Rondine	5476	9,2%	5064	8,4%	9224	10,7%	6231	8,7%	4908	6,2%	6180,6	8,6%
106	Rondine montana	0	0,0%	0	0,0%	55	0,1%	0	0,0%	1	0,0%	11,2	0,0%
107	Rondone	227	0,4%	90	0,1%	234	0,3%	1034	1,4%	939	1,2%	504,8	0,7%
108	Saltimpalo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	3	0,0%	0,8	0,0%
109	Sconosciuta	51	0,1%	47	0,1%	227	0,3%	41	0,1%	19	0,0%	77,0	0,1%
110	Scricciolo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	3	0,0%	1,0	0,0%
111	Smeriglio	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
112	Starna	3	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,0%	1,2	0,0%
113	Stiaccino	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	18	0,0%	292	0,4%	62,0	0,1%
114	Storno	8394	14,1%	19311	31,9%	19430	22,5%	9230	12,8%	23780	30,0%	16029,0	22,4%
115	Storno nero	13479	22,6%	3250	5,4%	3245	3,8%	4817	6,7%	1274	1,6%	5213,0	7,3%
116	Strillozzo	0	0,0%	2	0,0%	4	0,0%	28	0,0%	124	0,2%	31,6	0,0%
117	Svasso maggiore	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	4	0,0%	5	0,0%	1,8	0,0%
118	Taccola	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
119	Topino	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	284	0,4%	56,8	0,1%

Specie	n. 2018	incidenza %	n. 2017	incidenza %	n. 2016	incidenza %	n. 2015	incidenza %	n. 2014	incidenza %	Media 2014-2018	incidenza %	
120	Topo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
121	Tordo sassello	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0,2	0,0%
122	Tortora	247	0,4%	147	0,2%	70	0,1%	230	0,3%	411	0,5%	221,0	0,3%
123	Tortora dal collare	1818	3,0%	1135	1,9%	1916	2,2%	1315	1,8%	819	1,0%	1400,6	2,0%
124	Tortora delle palme	21	0,0%	0	0,0%	2	0,0%	54	0,1%	0	0,0%	15,4	0,0%
125	Tuffetto	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
126	Upupa	357	0,6%	259	0,4%	248	0,3%	195	0,3%	194	0,2%	250,6	0,4%
127	Usignolo di fiume	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%	0,2	0,0%
128	Verdone	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	35	0,0%	10	0,0%	9,0	0,0%
129	Verzellino	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	10	0,0%	38	0,0%	9,6	0,0%
130	Volpe	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	8	0,0%	2	0,0%	2,4	0,0%
	Numero specie	59		67		71		85		89		74	
	Totale presenze	59700		60474		86476		71849		79224		71545	

Tabella 5-2 Specie osservate in ambito aeroportuale nel periodo 2014-2018 (Fonte: relazione annuale 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 - Bird Control Italy srl)

La presenza delle specie di Laridi individuate nell'area di studio concentrata quasi esclusivamente in periodo invernale, risulta legata a due fattori principali: alla discarica dell'ASM limitrofa al sedime aeroportuale e al fenomeno di nomadismo giornaliero tra i siti di foraggiamento e i dormitori sul Lago di Garda. Entrambi i fenomeni comportano il sorvolo dell'area aeroportuale di gruppi più o meno numerosi, soprattutto nelle ore mattutine e serali; alcuni individui sono stati osservati soffermarsi all'interno del sedime aeroportuale, invadendo anche le piste di volo e di rullaggio, comportamento che ha causato casi di *birdstrike*.

La consistente superficie prativa adibita a sfalcio, che occupa le aree libere all'interno del sedime aeroportuale, fa da polo d'attrazione per alcune specie migratrici o svernanti come rondine (*Hirundo rustica*), stiacchino (*Saxicola rubetra*), culbianco (*Oenanthe oenanthe*), pispola (*Anthus pratensis*) e fanello (*Carduelis cannabina*), che usano questo ambiente per fini trofici.

La presenza della poiana (*Buteo buteo*) rappresenta sicuramente un caso di estivazione, dal momento che la specie in provincia di Brescia non nidifica in pianura per mancanza di ambienti idonei. L'allodola (*Alauda arvensis*) risulta una delle specie nidificanti più numerose all'interno dell'area aeroportuale. Dai risultati emerge come le specie più abbondanti siano anche quelle che tendono a formare gruppi più numerosi, come lo storno e la passera d'Italia.

Calcolando i valori medi annuali rappresentativi del periodo 2014-2018 risulta che la maggior parte delle specie ha un'incidenza inferiore allo 0,5%. Le restanti specie, costituite dall'avifauna e solo per quanto riguarda la lepre da mammiferi, sono rappresentate in maggiore misura da storno (22,4%), gabbiano comune (10,6%), piccione (11,8%), cornacchia grigia (9,1%), rondine (8,6%), storno nero (7,3%), gazza (6,7%), passera d'Italia (4,5%), gabbiano reale (3,4%), gruccione (2,7%) e gheppio (1,8%) e, in misura minore, da tortora dal collare, colombaccio, allodola, airone guardabuoi, rondone e lepre.

Relativamente all'analisi delle suddette specie dal punto di vista dell'interesse conservazionistico (Direttiva 2009/147/CE - Direttiva Uccelli e Direttiva 92/43/CEE - Direttiva Habitat), risulta che le specie non inserite in Direttiva rappresentano circa il 60% del totale, a fronte di circa il 40% delle specie riportate in Allegato II B della Direttiva 2009/147/CE rappresentate dalle "Specie che possono essere cacciate soltanto negli Stati membri per i quali esse sono menzionate" (cfr. Figura 5-21).

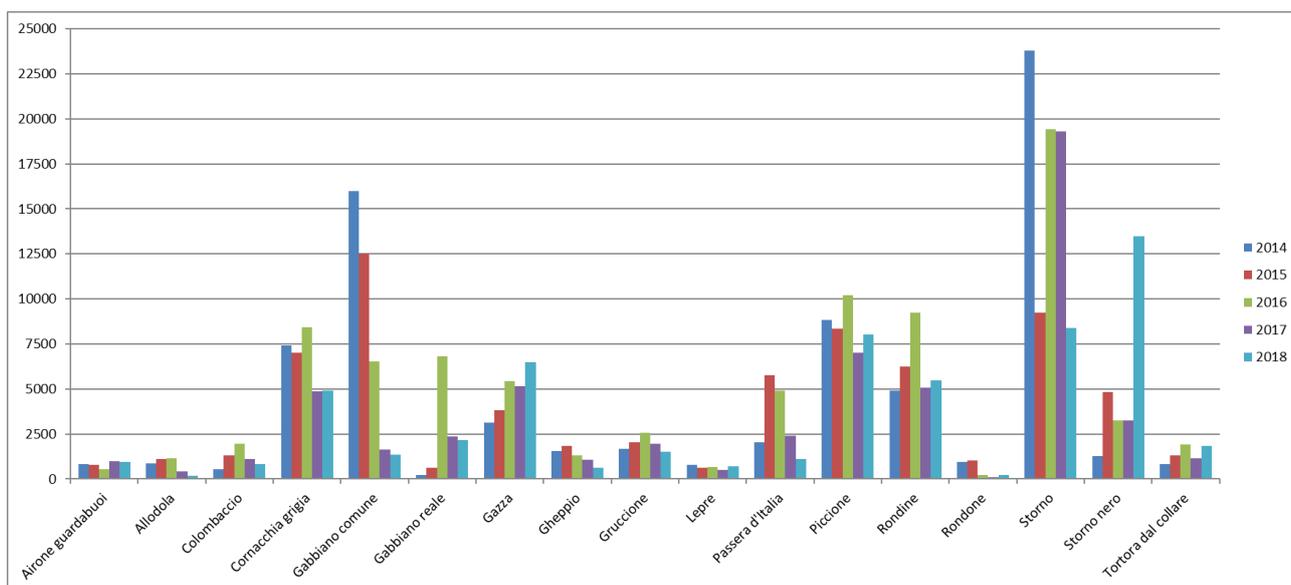


Figura 5-20 Specie osservate in ambito aeroportuale nel periodo 2014-2018 con un'incidenza media non inferiore allo 0,5% (Fonte: relazione annuale 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 - Bird Control Italy srl)

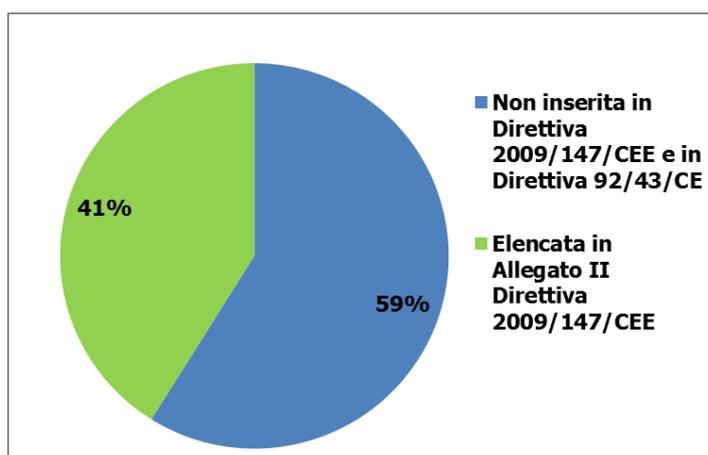


Figura 5-21 Ripartizione delle specie osservate in ambito aeroportuale nel periodo 2014-2018 in riferimento alle direttive europee 2009/147/CE e 92/43/CEE

5.6 Habitat

Dalla distribuzione degli habitat presenti nel territorio in esame (cfr. "P2_T16 - Carta degli habitat e delle aree di interesse naturalistico" allegata al presente documento) è possibile osservare che le aree boscate ed arbustive corrispondono ad una superficie molto contenuta pari a circa il 3 % del territorio rappresentato in carta e sono collocate prevalentemente a nord dell'aeroporto, nei primi rilievi collinari, e lungo i corsi d'acqua. Dominano nella pianura, invece, l'habitat agricolo (62,5 %), intervallato da piccole porzioni di prati e pascoli (4,98 %), e quello antropico (27,8 %) che assieme costituiscono oltre il 90 % del territorio rappresentato in carta. Per quanto attiene il sistema delle zone umide, costituito principalmente da corsi d'acqua, canali, bacini e torbiere, esso è rappresentato, oltre che in piccole aree di pianura, dal corso fluviale principale del Fiume Chiese e

dal Torrente Garza e costituisce una superficie ridotta dell'intero territorio oggetto della presente analisi pari a circa l'1,7 % (cfr. Tabella 5-3).

Habitat	Superficie (ha)	Incidenza (%)
Habitat boschivo ed arbustivo	1032	3,03
Habitat agricolo	21269	62,5
Habitat dei prati e pascoli	1695	4,98
Habitat delle zone umide	581	1,71
Habitat antropico	9459	27,8

Tabella 5-3 Estensioni delle tipologie di habitat individuate nell'area rappresentata nella "P2_T16 - Carta degli habitat e delle aree di interesse naturalistico"

5.7 Aree di elevato valore naturalistico e di interesse conservazionistico

La salvaguardia della Biodiversità, intesa come "diversità della vita" presente su un determinato territorio, è divenuta negli ultimi anni un elemento cui riferirsi con urgente attenzione per una pianificazione territoriale che operi in modo organico ed efficacemente integrato, in seno alle politiche del territorio e del paesaggio ed a quelle della salvaguardia dell'ambiente naturale e degli ecosistemi. La stessa Commissione europea ha individuato la necessità di contenere la crescente perdita di Biodiversità e pertanto la conseguente riduzione dei servizi ecosistemici che essa ha sempre assicurato, attraverso obiettivi prioritari. Questi riguardano: la piena attuazione delle normative vigenti, in particolare le direttive Habitats e Birds e la rete Natura 2000; il ripristino degli ecosistemi danneggiati; l'adozione di un approccio sostenibile nella pianificazione territoriale e nella conduzione delle attività agricole, forestali e ittiche; il contenimento delle specie invasive che possono compromettere la biodiversità. Inoltre, la Commissione UE sottolinea che "La strategia è in linea con due grandi impegni assunti dai dirigenti europei nel marzo del 2010, ossia porre fine alla perdita di biodiversità nell'Ue entro il 2020 e proteggere la biodiversità e i servizi ecosistemici dell'Ue, attribuirvi un valore e ripristinarli entro il 2050".

Ne consegue che le Aree Protette a vario titolo tutelate e pertanto i parchi e le riserve naturali, i monumenti naturali, i PLIS (Parchi Locali di interesse Sovracomunale), ed i Siti appartenenti a Rete Natura 2000, contribuiscono al mantenimento della biodiversità e alla tutela e conservazione del patrimonio naturale del territorio. Ad essi vanno aggiunte le oasi del Piano Faunistico Venatorio vigente.

In tale contesto, la salvaguardia della biodiversità è stata perseguita in Lombardia attraverso l'istituzione di aree protette (Parchi Regionali e Riserve Naturali) e con l'adozione di misure specifiche indirizzate alla tutela delle specie di particolare rilevanza conservazionistica. Inoltre, l'identificazione delle "Aree prioritarie per la biodiversità" individuate dagli studi condotti dalla Regione Lombardia e dalla Fondazione Lombardia per l'Ambiente per la redazione della Rete ecologica della pianura padana lombarda ha consentito di verificare l'esistenza di frazioni di territorio di rilevante valore che restano escluse dai confini delle aree protette regionali.

Di seguito, sulla base di quanto individuato dall'elaborato cartografico "P2_T16 - Carta degli habitat e delle aree di interesse naturalistico" allegata al presente documento, vengono descritti sinteticamente n.2 Parchi Locali di Interesse Sovracomunale, quali il "Parco delle Colline di Brescia" e il "Parco Castiglione delle Stiviere"; n.2 Aree per la biodiversità, quali il "Fiume Chiese e colline di Montichiari" e "Colline Gardesane". La Tabella 5-4 riporta le distanze minime dall'aeroporto delle aree individuate. Inoltre, in carta viene anche rappresentata la locazione dei Fontanili.

Denominazione	Distanza minima dall'aeroporto (km)
PLIS Colline di Brescia	8,3
PLIS Castiglione delle Stiviere	10,2
Fiume Chiese e colline di Montichiari	2,1
Colline Gardesane	10,5

Tabella 5-4 Distanza delle aree di interesse naturalistico e conservazionistico dall'aeroporto

5.7.1 Aree protette

Parco Locale di Interesse Sovracomunale: Colline di Brescia

I PLIS (Parchi Locali di Interesse Sovracomunale) (art. 34 della L.R. 86/83) sono aree alle quali la collettività ha riconosciuto particolare valore o importanza all'interno del territorio provinciale, sono aree tutelate per la valorizzazione e il riequilibrio territoriale.

Nel dicembre del 2000, il Comune di Brescia, con l'approvazione di una specifica variante al Piano Regolatore Generale, ha individuato definitivamente il perimetro del Parco delle Colline, dando così di fatto il via libera all'organizzazione e alla salvaguardia di uno spazio vitale per la città e i comuni limitrofi, costituito da un insieme di ambienti naturali diversificati tra loro, con caratteristiche ecologiche di grande interesse e rarità anche in ambito europeo, e non solo locale.

Istituito nel 1996, il Parco delle colline di Brescia ha una superficie di 4000 ha e si sviluppa su un'altitudine da 190 a 960 mslm; fanno parte del Parco le aree montane e collinari che circondano la città di Brescia e i paesi vicini.

Le pendici collinari del Parco sono caratterizzate principalmente da zone con forte presenza di roccia calcarea e suolo di spessore limitato ed altre aree in cui il suolo risulta maggiormente acido e ricco d'argilla. In particolare, i versanti sud-orientali con forte insolazione sono anche caratterizzati da suoli aridi, rocciosi e calcarei, che per le loro caratteristiche non trattengono l'acqua. I versanti maggiormente in ombra, invece, con esposizione nord-occidentale, oltre ad essere più freschi riescono generalmente a mantenere più a lungo l'umidità grazie alla presenza di suoli maggiormente argillosi ed acidi.

L'osservazione degli ambienti del Parco e lo studio dei documenti storici indicano con chiarezza che l'uomo è stato da lunghissimo tempo presente sulle colline bresciane e le sue attività agricole, forestali e talvolta industriali sono state uno dei principali fattori che hanno condotto all'attuale aspetto del territorio. Si può quindi dire che ad oggi non esistono zone "vergini" nel Parco ed anche gli ambiti di maggior valore ambientale, quali ad esempio alcuni boschi con buon livello di

diversificazione biologica, sono stati in passato caratterizzati da un'importante attività di sfruttamento e coltivazione (sia per il legname, sia per la raccolta dei prodotti del bosco). Possiamo leggere i segni dell'azione dell'uomo nelle diverse tipologie di boschi (castagneti, boschi cedui ed alto fusto), nelle aree coltivate (vigneti, frutteti, orti), negli appostamenti di caccia, ecc..

Il territorio del Parco è occupato per circa il 70 % da boschi. Dalla seconda metà del secolo scorso, quindi, la minor intensità delle attività agricole ha condotto ad una progressiva riconquista del territorio ad opera delle piante spontanee. Questo fenomeno, da un lato positivo per l'aumento della vegetazione di pregio, ha d'altra parte contribuito ad una radicale modifica del paesaggio. Il bosco ha inglobato vecchi muri, terrazzamenti e le strutture che caratterizzavano l'agricoltura di collina. Nel Parco si possono ammirare boschi di notevole estensione e caratterizzati da un alto livello di biodiversità. In alcuni siti in cui si manifestano fenomeni carsici è possibile osservare splendide fioriture nei tipici "prati aridi". I boschi presenti nel Parco delle Colline si differenziano in due principali categorie: il bosco termofilo ed il bosco mesofilo, in funzione delle condizioni ambientali.

Le specie arboree ed arbustive che crescono nel bosco termofilo trovano collocazione ideali sui versanti sud-orientali, caldi, aridi e calcarei e sono tipicamente presenti nella fascia climatica submediterranea: la roverella, il carpino nero, l'orniello.

I boschi mesofili crescono sulle pendici collinari nord-occidentali, con temperature fresche e terreni ad umidità media e maggiore acidità rispetto ai terreni carbonatici. Questi contesti ambientali sono ideali per la crescita di specie come il castagno, la rovere, il carpino bianco, ma anche della robinia, specie che tende a prevalere sulle altre e a diffondersi rapidamente.

Nelle aree che un tempo erano destinate al pascolo del bestiame e nelle zone di crinale con maggiore esposizione al sole e minor suolo il terreno risulta del tutto o quasi privo di vegetazione arborea; qui si sviluppa l'ambiente del prato arido, con presenza prevalente di specie erbacee ed alcune specie arbustive.

Parco Locale di Interesse Sovracomunale: Castiglione delle Stiviere

Il PLIS Castiglione delle Stiviere si estende nella porzione settentrionale del territorio comunale, caratterizzata dal tipico paesaggio collinare dell'anfiteatro morenico gardesano, al confine con i Comuni di Carpenedolo e Lonato in provincia di Brescia e il Comune di Solferino in provincia di Mantova.

Le zone a valenza ecologica presenti all'interno del PLIS sono rappresentate da boschi, zone umide e prati aridi. L'area del Parco ospita una straordinaria diversità di habitat e di specie animali. L'Anfiteatro Morenico rappresenta infatti un importante crocevia migratorio per molte specie tra le quali spiccano i rapaci quali il falco pecchiaiolo, lo sparviero, la poiana comune, il falco di palude, il gheppio, il nibbio, il lodolaio e altri ancora. Questi percorrendo le valli alpine, si incanalano in una importante rotta pedemontana che transita sulle colline moreniche del basso Garda per disperdersi

poi nella Pianura Padana. L'elevato numero di esemplari, conferma che l'area delle colline è una delle più importanti località europee per lo studio della migrazione autunnale dei rapaci diurni.

Inoltre, in questo territorio è evidenziata una notevole presenza di altre specie considerate importanti indicatori ambientali come il Gruccione, l'Upupa, la Rondine, l'Assiolo, il Torcicollo, il Pigliamosche, specie insettivore per eccellenza che vivono solo in ambienti non contaminati.

Entrando nel dettaglio delle specie di uccelli che hanno trovato il loro habitat ideale nel territorio del Parco si segnalano in particolare le specie protette, inserite nell'elenco dell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CE (Direttiva Uccelli), tra i quali: Falco di palude, Nibbio bruno, Tarabuso, Sparviere, Albanella reale, Tarabusino, Nitticora, Garzetta, Airone rosso, Airone bianco, Martin pescatore e Migliarino di palude. Altre specie segnalate nell'area e inserite nell'Allegato D – Specie animali e vegetali che necessitano di una protezione rigorosa – del D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357 e s.m.i. sono il *Bufo viridis* (rospo smeraldino) e la *Rana dalmatina* (Rana agile).

Nell'area è inoltre presente una popolazione di mammiferi quali il tasso, la faina, la donnola, la volpe, la lepre, il riccio, la talpa, lo scoiattolo, il moscardino, l'arvicola, oltre a rettili quali la natrice dal collare, il biacco, il saettone e l'orbettino e anfibi come il rospo comune e la rana verde. Queste specie non godono di particolare protezione, ma godono di protezione ordinaria ai sensi dell'art. 2 della Legge n. 157 dell'11 febbraio 1992, eccezione fatta per l'arvicola e la talpa.

Nel territorio delle Colline moreniche di Castiglione delle Stiviere sono presenti alcune unità ecosistemiche di interesse naturalistico, costituite dai boschi localizzati sui pendii dei versanti nord delle colline, dai lembi relitti di prato arido sui pendii assolati e scoscesi prevalentemente esposti a sud, oltre all'importante presenza di corsi d'acqua e zone umide con vegetazione ripariale e palustre, presenti nelle valli intermoreniche.

Il PLIS di Castiglione delle Stiviere, ricadendo nell'area delle colline moreniche, comprende boschi per lo più situati nelle zone non altrimenti utilizzabili dall'agricoltura, per la povertà dei suoli in termini di fertilità agronomica ovvero per caratteristiche stagionali non favorevoli a un'agricoltura meccanizzata. La forma di governo prevalente è il ceduo e le principali tipologie forestali presenti sono: querceto di roverella, orno-ostrieto, cerreta, saliceto di ripa e ontaneto.

Alla categoria delle formazioni antropogene appartengono alcune formazioni sia originatesi spontaneamente per abbandono colturale che per diretto intervento dell'uomo. Alla prima categoria appartengono nel PLIS le formazioni a robinieto puro, robinieto misto e le formazioni antropogene a dominanza di bagolaro e ailanto, che per la loro diffusione e per la complessità delle problematiche selvicolturali e ambientali, suscitano oggi la massima attenzione nei tecnici forestali. Alla seconda categoria appartengono invece i Rimboschimenti di latifoglie, attuati grazie a contributi pubblici, con precipue finalità di arricchimento del paesaggio, della biodiversità e didattico ricreativa.

Quest'ultima tipologia è ben rappresentata nel Parco, ove occupa una superficie di 22 ha in località fondo Valle, con imboschimenti composti da farnia, frassino maggiore, acero campestre, olmo, salice bianco, pioppo, carpino bianco e noce nostrano, con corredo di arbusti di frangola, biancospino, evonimo, lantana e corniolo.

Le praterie aride, habitat di notevole valore conservazionistico e paesaggistico, sono andate incontro, negli ultimi decenni, a trasformazioni operate dall'uomo e a processi evolutivi naturali, e sono quindi soggette a degrado e rischio di scomparsa. La flora tipica è estremamente specializzata e costituita da individui adattati a condizioni di scarsa disponibilità idrica e suoli sottili e poveri. In queste situazioni peculiari si sono sviluppate praterie polispecifiche perenni a dominanza di graminacee emicriptofitiche, generalmente secondarie, riferibili alla classe *Festuco-Brometea*, spesso interessate da una ricca presenza di specie della fam. *Orchideaceae*.

L'area del Parco è caratterizzata da un ricco mosaico di vegetazioni igrofile e acquatiche. Le comunità prevalenti sono il canneto a *Phragmites australis* (la Cannuccia di palude) e i cariceti a *Carex elata* e *C. acutiformis*. Di particolare interesse sono, inoltre, le formazioni arbustive di *Salix cinerea* (Salice cenerino), i lembi di vegetazione riparia a *Sparganium erectum*, *Carex riparia* e a *Typha latifolia*.

I corpi idrici presenti sono scarsamente colonizzati, anche se è stato possibile identificare nuclei di vegetazione sommersa a *Ranunculus circinatus* e vegetazioni annuali di *Bidentetea tripartitae*. Di primaria importanza sono anche le praterie igro-mesofile a dominanza di *Carex tomentosa* e *Poa trivialis* che ospitano uno dei principali popolamenti di *Viola elatior* a livello nazionale. In generale, la flora dell'area include molte piante di eccezionale valore biogeografico tra cui ricordiamo: *Alisma lanceolatum*, *Eleocharis palustris*, *Teucrium scordium* e *Veronica anagalloides*. Di nuova segnalazione è da considerarsi l'identificazione nel corso del 2014 di alcuni individui di *Lythrum junceum*, specie nuova per la Regione Lombardia.

5.7.2 Aree prioritarie per la biodiversità

Fiume Chiese e colline di Montichiari

L'Area prioritaria comprende tutto il corso del fiume Chiese e le colline moreniche localizzate in sponda orografica sinistra del fiume, a sud e a nord dell'abitato di Montichiari. Include il PLIS del Basso Chiese. Per quanto concerne gli ambienti fluviali, dove le acque del fiume non sono state compresse da strette arginature artificiali domina il saliceto a Salice bianco e lungo le sponde sono presenti piccole zone umide alimentate dalle acque sorgive. Allontanandosi dal fiume, si afferma un'associazione arborea dai caratteri più decisamente forestali, con pioppi neri, olmi, farnie e ontani neri.

Tra le specie ittiche focali si segnalano il Barbo canino (*Barbus meridionalis*), il Barbo comune (*Barbus plebejus*), lo Scazzone (*Cottus gobio*), la Trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*), il Vairone (*Leuciscus souffia*) e il Temolo (*Thymallus thymallus*). Numerose sono le specie ornitiche focali nidificanti, legate ad ambienti boschivi ed acquatici e ad agroecosistemi; tra le più significative si segnalano: cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*), cannaiola verdognola (*A. palustris*), cannaiola (*A. scirpaceus*) e corriere piccolo (*Charadrius dubius*), legate agli ambienti acquatici, lodolaio (*Falco subbuteo*), ghiandaia (*Garrulus glandarius*), sparpiero (*Accipiter nisus*) e cinciarella (*Parus caeruleus*) che abitano gli ambiti boschivi, mentre negli incolti e negli ambienti aperti nidificano l'averla piccola (*Lanius collurio*) e lo strillozzo (*Miliaria calandra*). La zona collinare di

Montichiari, caratterizzata da piccoli boschi misti di latifoglie, coltivi e zone incolte, è importante soprattutto per la teriofauna, in particolare per lepre (*Lepus europaeus*) e moscardino (*Muscardinus avellanarius*).

Colline Gardesane

Le colline gardesane sono localizzate a sud ovest del Lago di Garda e nascono dai sedimenti di morene depositati dai continui spostamenti delle lingue del ghiacciaio che diede origine al lago stesso. La fascia collinare dell'anfiteatro morenico gardesano è comprensiva di mosaici colturali diversificati (in particolare colture di vigneto) compenetrati con fasce significative di boschi (a dominanza di *Quercus sp.*), praterie aride, scarpate e zone di affioramento acquatico senza eguali nella pianura circostante. Si tratta di una zona caratterizzata da bassi cordoni collinari, spezzati in più punti, che formano alcuni archi concentrici: sono i resti delle grandiose morene frontali del ghiacciaio benacense. L'area è contraddistinta da una forte connotazione mediterranea ed è importante per l'avifauna nidificante e per numerose specie di orchidee e di miceti.

Da sottolineare la presenza di risorgive in grado di generare una buona varietà di ambienti umidi. Tra le specie focali si segnalano lucertola campestre (*Podarcis sicula*), rana di Lataste (*Rana latastei*), calandro (*Anthus campestris*, nidificante), ortolano (*Emberiza hortulana*, nidificante) e succiacapre (*Caprimulgus europaeus*, nidificante).

5.7.3 Fontanili

La fascia dei fontanili dell'alta pianura rappresenta un sistema di grande rilevanza ecologica per il particolare assetto ecosistemico determinato da questa particolare forma di utilizzo irriguo delle acque. L'attuale sistema ecologico dei fontanili, pur avendo subito grandi modifiche, mantiene ancora un grande rilievo nell'agroecosistema bresciano e ne giustifica l'assegnazione di un ruolo rilevante nella rete ecologica della pianura. In questi ambiti pare opportuna un'azione diffusa di mantenimento o ricostruzione delle teste e delle aste dei fontanili (compatibile con le esigenze della conduzione agricola) anche in considerazione del possibile contributo che il sistema della vegetazione di ripa può svolgere per la riduzione di alcuni dei fattori di criticità indotti dal sistema agricolo. Il fontanile è una presa d'acqua nella falda acquifera non affiorante creata dall'uomo per far risalire in superficie, raccogliere, indirizzare e utilizzare a scopo irriguo le acque sotterranee. Si tratta quindi di un'opera dell'uomo che come tale si differenzia dalle naturali risorgive, o sorgenti di pianura, anche se da esse trae origine.

Dal punto di vista ecologico i fontanili devono essere considerati dei veri e propri *hotspot* di biodiversità dato che rappresentano uno degli ultimi habitat rifugio per molte specie vegetali ed animali ecologicamente esigenti, un tempo assai diffusi nel territorio padano ed oggi in forte declino. Questa elevata diversità biologica dipende principalmente da alcune caratteristiche dell'acqua che sgorga dal sottosuolo: la temperatura, che rimane relativamente costante durante il corso dell'anno, e l'oligotrofia, ossia la relativa povertà di nutrienti.

La ricchezza della vegetazione, sia riparia sia acquatica, crea inoltre una notevole varietà di nicchie ecologiche dove possono insediarsi organismi a valenza ambientale molto diversa. Nelle fresche e limpide acque trovano rifugio non solo piccoli invertebrati, che colonizzano i sedimenti del fondo (benthos) o la superficie dell'acqua (neuston), ma anche pesci ed anfibi. Tra gli invertebrati acquatici prevalgono le forme giovanili degli insetti, che allo stadio adulto colonizzano invece l'ambiente terrestre (un esempio classico è quello delle libellule). Sono inoltre presenti anche organismi prettamente acquatici, quali i crostacei e gli anellidi.

L'ittiofauna è caratterizzata da specie tipiche, dai piccoli pesci bentonici come il cobite comune, lo scazzone, lo spinarello; si passa poi a voraci predatori come il luccio. Gli anfibi sono rappresentati dai tritoni, dai rospi e dalle rane, animali sempre più rari nel contesto della Pianura Padana.

Accanto agli animali ed ai vegetali strettamente legati all'ambiente acquatico, i fontanili ospitano molti altri taxa di invertebrati, come ad esempio insetti e ragni, e di vertebrati, come mammiferi, uccelli e rettili che trovano le condizioni ideali per deporre le uova, o che utilizzano questo "ambiente rifugio" solo temporaneamente come corridoio ecologico per i loro spostamenti. Le fasce riparie attorno al fontanile, offrono infatti nicchie ideali per la nidificazione degli uccelli, quali anatre, aironi, gallinelle d'acqua, e sono importanti rifugi per bisce e lacertidi, nonché per piccoli mammiferi come ricci e roditori.

Pur nell'estrema variabilità, le specie arboree più diffuse sono rappresentate da *Robinia pseudocacia*, *Ulmus minor*, *Quercus robur*, *Platanus spp.*, *Populus spp.*, *Salix* e *Alnus*. La composizione dello strato arbustivo è in genere poco varia e vede la prevalenza dei generi *Rubus*, *Sambucus* e *Cornus*. La composizione della componente erbacea è fortemente variabile e cambia in funzione delle modalità di sfalcio delle rive.

5.8 Reti ecologiche

5.8.1 Rete Ecologica Regionale

La Rete Ecologica Regionale (RER) costituisce lo strumento per il raggiungimento delle finalità previste in materia di biodiversità e servizi ecosistemici, a partire dalla Strategia di Sviluppo Sostenibile Europea (2006) e dalla Convenzione internazionale di Rio de Janeiro (5 giugno 1992) sulla diversità biologica.

L'articolo 3 ter della LR 86/83, aggiunto alla detta legge con LR n. 12/2011, disciplina la definizione e la gestione della Rete Ecologica Regionale e definisce che essa è individuata nel Piano Territoriale Regionale (PTR). La RER costituisce strumento della proposta di Piano Territoriale Regionale della Lombardia (PTR).

La Rete Ecologica Regionale (RER) è stata approvata con delibera n. 8/10962 del 30 dicembre 2009 dalla Giunta Regionale e successivamente pubblicata nel BURL n. 26 Edizione speciale del 28 giugno 2010.

Essa costituisce un'infrastruttura prioritaria all'interno del Piano Territoriale Regionale e uno strumento orientativo, e quindi di indirizzo, per la pianificazione al livello regionale e locale.

Gli obiettivi generali della RER sono così riassumibili:

- consolidamento e potenziamento di adeguati livelli di biodiversità vegetazionale e faunistica, attraverso la tutela e riqualificazione di biotipi di particolare interesse;
- riconoscimento delle aree prioritarie di biodiversità;
- individuazione di azioni prioritarie per i programmi di riequilibrio ecosistemico e di ricostruzione naturalistica tramite la costruzione di nuovi ecosistemi e corridoi ecologici;
- mantenimento delle funzionalità naturalistiche ed ecologiche del sistema delle Aree Protette nazionali e regionali;
- previsione di interventi di deframmentazione;
- riconoscimento di reti ecologiche a livello provinciale e locale, incrementando così la rete;
- riorganizzazione del territorio basata su aree funzionali.

La Rete ecologica Regionale primaria si compone di elementi raggruppabili secondo due livelli definiti: elementi di primo livello ed elementi di secondo livello.

Gli elementi di primo livello della RER già esistenti e messi a sistema nella rete sono:

- Parchi Nazionali e Regionali,
- Siti di Natura 2000 (SIC e ZPS),
- Aree prioritarie per la Biodiversità.

A questi si aggiungono elementi di primo livello specifici della RER:

- 1) Elementi di primo livello:
 - a) compresi nelle Aree prioritarie per la biodiversità
 - b) altri elementi di primo livello
- 2) Gangli (solo per il Settore Pianura Padana lombarda e Oltrepò Pavese)
- 3) Corridoi regionali primari:
 - a) ad alta antropizzazione
 - b) a bassa o moderata antropizzazione
- 4) Varchi
 - a) da mantenere
 - b) da deframmentare
 - c) da mantenere e deframmentare.

Gli elementi di primo livello compresi nelle "Aree prioritarie per la biodiversità" e "altri elementi di primo livello" sono aree derivate dalle aree precedentemente individuate come aree prioritarie per la biodiversità ed elementi individuati al livello provinciale.

Sono stati individuati, inoltre, i "gangli", ovvero nodi prioritari sui quali appoggiare i sistemi di relazione spaziale all'interno del disegno di rete ecologica.

I "corridoi regionali primari", invece, sono stati discretizzati per favorire la connessione ecologica tra aree inserite nella rete ed in particolare per consentire la diffusione delle specie animali più vagili; questi si differenziano in corridoi ad alta antropizzazione e in bassa o moderata antropizzazione. I "varchi", infine, costituiscono aree in cui si hanno restringimenti interni della rete per la presenza di infrastrutture che minacciano o compromettono lo spostamento delle specie biologiche. I varchi sono classificabili, come emerge dalla carta in:

- varchi da mantenere - aree dove si deve limitare ulteriore uso del suolo e alterazione degli habitat per conservare il punto di passaggio;
- varchi da deframmentare - in cui sono necessari interventi per mitigare la presenza di infrastrutture che comportano un ostacolo non attraversabile;
- varchi da mantenere e da deframmentare - laddove le due tipologie sopra riportate si verificano simultaneamente.

Gli elementi secondari della RER sono invece:

- Aree importanti per la biodiversità non ricomprese nelle aree prioritarie;
- Elementi di secondo livello delle Reti Ecologiche Provinciali, quando individuati secondo criteri naturalistici/ecologici e ritenuti funzionali alla connessione tra Elementi di primo e/o secondo livello che rientrano.

Dalla Figura 5-22 si evince che gli elementi di primo e secondo livello sono localizzati prevalentemente nel settore alpino e prealpino, questa distribuzione è da ricollegare alla presenza di aree con minore antropizzazione. I principali corridoi che consentono il collegamento delle aree di montagna e di pianura sono costituiti dalle vallate solcate dai principali fiumi lombardi come il Ticino, l'Oglio, il Serio, L'Adda, il Mincio e altri di minor portata idrica. Nell'area di pianura tali corridoi hanno un livello di antropizzazione maggiore, mentre nell'area pedemontana e montana essi sono caratterizzati da un basso e moderato livello di antropizzazione.

I varchi sono maggiormente presenti anche nelle aree più antropizzate, che corrispondono alle province di Varese, Como, Bergamo nella prima pianura, mentre si osservano altri varchi nel settore della media e bassa pianura tra le province di Milano, Bergamo e Lodi.

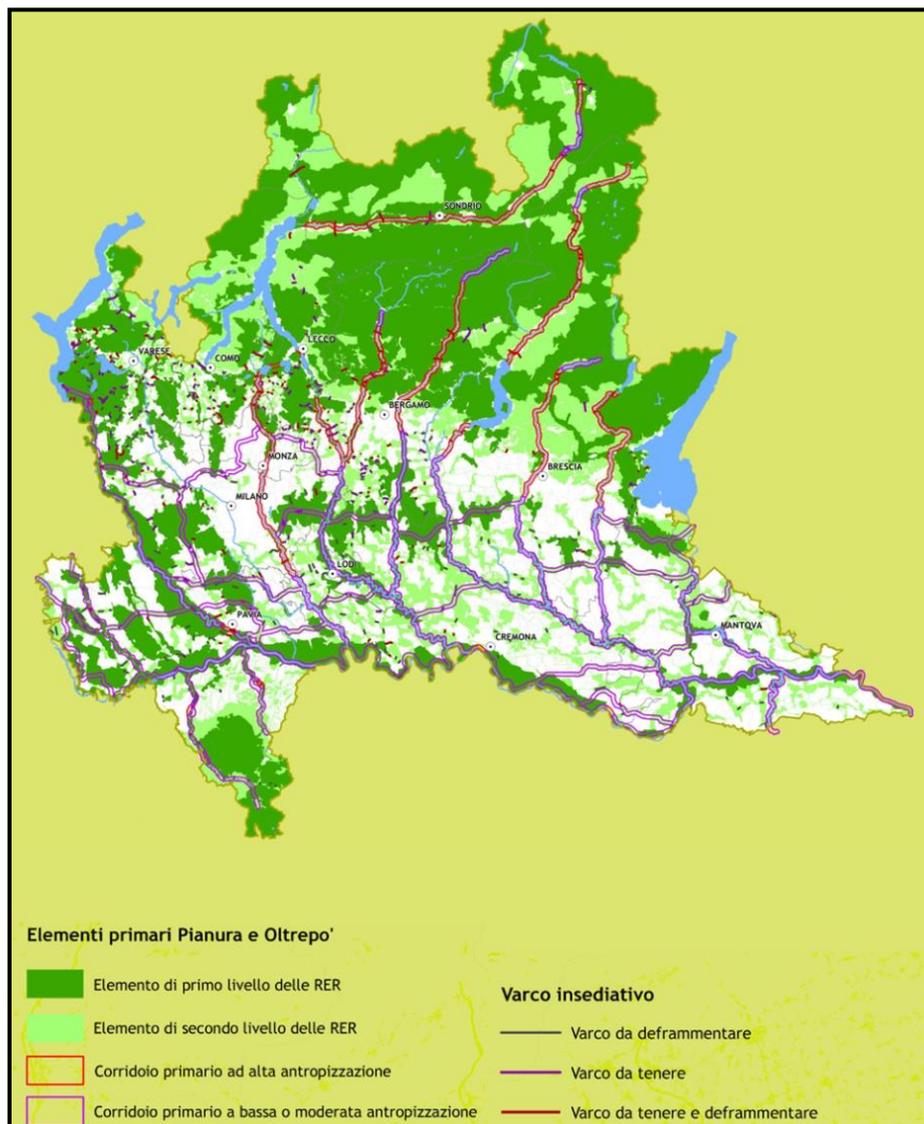


Figura 5-22 Rete Ecologica Regionale RER Regione Lombardia (Fonte: Atlante Lombardia – PTR)

Uno dei corridoi primari individuati dalla Regione, corridoio ecologico primario 20 "Fiume Chiese" – tratto meridionale, si trova a sud dell'aeroporto e rappresenta un'importante via di spostamento per la fauna lungo il corso d'acqua stesso dalla porzione occidentale delle colline Gardesane fino alla confluenza con l'Oglio. Tale corridoio si sviluppa in direzione Nord-Sud prima di sfociare nel Fiume Oglio e per due terzi del percorso risulta a bassa o media antropizzazione; scendendo verso sud le cause di pressione antropica diminuiscono in quanto il territorio si caratterizza sempre più da ambienti agricoli. Nel tratto centrale del corridoio, poco prima di attraversare l'abitato di Montichiari, il territorio è prettamente pianiziale e si arricchisce di zone agricole, intervallate da filari e da siepi in buone condizioni di conservazione.

Per ogni corridoio individuato la Regione ha evidenziato:

- orientamenti e indirizzi prioritari: linee di indirizzo ed orientative secondo le quali si ritiene sia opportuno elaborare scelte strategiche volte alla preservazione e valorizzazione di elementi e fattori propri del contesto agricolo rilevanti dal punto di vista ecosistemico ovvero alla minimizzazione di interferenze corresponsabili della frammentazione o della non funzionalità della rete ecologica;
- linee guida suggerite: interventi di miglioramento o di buone pratiche per la loro gestione.

Nel tratto in questione la RER favorisce misure atte a diversificare e migliorare gli habitat acquatici e le fasce ripariali e interventi e pratiche per la conservazione e il potenziamento delle aree di transizione tra i coltivi e le zone più naturali.

5.8.2 Rete Ecologica Provinciale

La Rete Ecologica Provinciale (REP; norme tecniche del PTCP di Brescia, art. 42-58), mantenendo la maggior parte degli ambiti funzionali già individuati, ne propone una riorganizzazione al fine di meglio esplicitare la loro coerenza con le aree funzionali riconosciute dalla Rete Ecologica Regionale (RER). Il criterio prevalente è quello di ricondurre alle aree di primo e secondo livello della RER tutte le aree funzionali della REP.

Di seguito vengono brevemente descritte le aree funzionali della Rete Ecologica Provinciale.

Principali ambiti lacustri

La voce si riferisce ai soli bacini idrici del Lago di Garda, del Lago di Iseo e del Lago d'Idro che rappresentano capisaldi fondamentali del sistema ecologico del bacino del fiume Po. La rete ecologica provinciale ne riconosce il ruolo fondante per l'ecomosaico provinciale e individua quali indirizzi prioritari la riduzione dei fattori di criticità, il rafforzamento ed il miglioramento della funzionalità ecosistemica e di connettività degli ambiti perilacuali e della fascia lacuale litorale.

Aree di elevato valore naturalistico

Corrispondono a porzioni del territorio provinciale sia in aree di montagna che di pianura che ricadono prevalentemente all'interno degli elementi di primo livello della RER. Questa fattispecie comprende le seguenti categorie:

1. Core areas
Ambiti territoriali d'area vasta caratterizzati dalla dominanza di elementi naturali di elevato valore naturalistico ed ecologico che costituiscono i nodi della rete. Questi nodi si appoggiano sui Siti di Rete Natura 2000 e su altre aree ad elevata naturalità attuale e si collegano idealmente ad una più ampia rete ecologica di livello internazionale;
2. Ambiti di specificità biogeografia di rilevanza provinciale
Ambiti con elevati livelli di specificità biogeografia per i quali è opportuno limitare flussi di materiali ed organismi teoricamente in grado di inquinare i patrimoni genetici esistenti.
3. Matrici naturali interconnesse alpine in ambiti di primo livello della RER

L'ambito montano è connotato dalla prevalenza di unità ecosistemiche naturali o paraturali che costituiscono la matrice fondamentale della porzione montana della provincia.

4. Aree principali di appoggio in ambito montano in ambiti di primo livello della RER

Sono le aree che presentano elementi di pregio naturalistico e habitat di interesse comunitario.

Aree naturali di completamento

Sono costituite dalle aree alle quali viene riconosciuta una elevata rilevanza naturale che non risultano ricomprese all'interno degli elementi di cui alla voce precedente, ma ne costituiscono un completamento. In tale ambito risulterà utile prevedere il mantenimento delle valenze naturalistiche ed ecologiche del contesto anche in considerazione del ruolo di connessione con le altre aree funzionali e l'adozione di provvedimenti per il miglioramento delle funzionalità ecosistemiche e per la riduzione delle criticità.

Ambito di consolidamento ecologico delle colline moreniche del Garda

Le colline moreniche rappresentano un ambito di particolare rilevanza ecologica sia per la sopravvivenza di un sistema diffuso di fasce boschive e di un ecosistema articolato, sia per la posizione; queste due caratteristiche assegnano all'ambito anche un potenziale ruolo di connessione tra l'ambito montano e la pianura. In tali aree risulta necessario operare per un consolidamento del ruolo ecologico attraverso azioni di potenziamento delle strutture naturali e di governo delle conseguenze ecologiche delle azioni di trasformazione.

Corridoi ecologici principali

I corridoi ecologici individuati per la Rete Ecologica Provinciale derivano da una maggiore specificazione operata su quelli presenti nella RER, mantenendo la distinzione relativa al maggiore o minore livello di antropizzazione interna che li caratterizza. Si hanno pertanto:

1. Corridoi ecologici primari altamente antropizzati in ambito montano

In questa voce ricadono i corridoi ecologici corrispondenti alle valli Camonica, Trompia e Sabbia che presentano rilevanti problematiche di continuità date dall'elevata densità degli insediamenti urbani nel fondovalle.

2. Corridoi ecologici primari a bassa/media antropizzazione in ambito di pianura

In questa voce ricadono i corridoi ecologici della pianura che hanno caratteristiche di minore pressione insediativa interna potendo svolgere un ruolo concreto nella definizione di elementi di collegamento tra le aree ad elevata naturalità. In generale il requisito essenziale dei corridoi è rappresentato dalla continuità che non si traduce necessariamente in uno sviluppo ininterrotto di elementi naturali: si possono anche accettare brevi interruzioni ed elementi puntuali ("stepping stones") che funzionino come punti di appoggio temporanei, soprattutto negli ambiti montani.

Aree per la ricostruzione polivalente dell'agroecosistema

Rappresentano le aree agricole soggette a potenziali fenomeni di frammentazione e abbandono conseguenti all'espansione delle strutture urbane ed alla realizzazione delle infrastrutture. Tali aree, in coerenza con l'impostazione del PTR e della RER costituiscono una base d'appoggio privilegiata per interventi di preservazione, valorizzazione ed incremento delle dotazioni paesistico - ambientali.

Ambito dei fontanili

La fascia dei fontanili dell'alta pianura rappresenta un sistema di grande rilevanza ecologica per il particolare assetto ecosistemico determinato da questa particolare forma di utilizzo irriguo delle acque. L'attuale sistema ecologico dei fontanili, pur avendo subito grandi modifiche, mantiene ancora un grande rilievo nell'agroecosistema bresciano e ne giustifica l'assegnazione di un ruolo rilevante nella rete ecologica della pianura. In questi ambiti pare opportuna un'azione diffusa di mantenimento o ricostruzione delle teste e delle aste dei fontanili (compatibile con le esigenze della conduzione agricola) anche in considerazione del possibile contributo che il sistema della vegetazione di ripa può svolgere per la riduzione di alcuni dei fattori di criticità indotti dal sistema agricolo.

Corridoi ecologici secondari

Costituiscono direttrici privilegiate all'interno della pianura che connettono tra loro i corridoi individuati dalla RER ricalcando percorsi di permeabilità esistenti che sarebbe opportuno mantenere in essere.

Ambiti urbani e periurbani preferenziali per la ricostruzione ecologica diffusa

Sono aree corrispondenti alle zone periurbane, limitrofe o intercluse tra l'urbanizzato, che possono interessare aree di frangia urbana e che presentano caratteri di degrado e frammentazione ed aree extraurbane, intese quali aree agricole esterne agli ambiti urbani caratterizzate dalla presenza di consistenti elementi vegetazionali.

Varchi

Oltre ai varchi della RER vengono individuati elementi areali localizzati in corrispondenza di spazi non interessati da urbanizzazione o infrastrutturazione caratterizzati da una forte pressione insediativa all'intorno che rischia di occludere la continuità attualmente esistente tra gli elementi della Rete Ecologica.

Aree problematiche all'interno dei corridoi ecologici

All'interno dei corridoi ecologici primari altamente antropizzati in ambito montano sono individuate alcune aree per le quali sussistono problematiche connesse alla presenza di insediamenti produttivi / commerciali / logistici con elevate caratteristiche di copertura del suolo, impermeabilizzazione e, in generale, di artificializzazione. Sarebbe opportuno evitare, per quanto possibile, l'espansione ulteriore di questi ambiti o la loro riqualificazione al fine di mitigarne gli effetti sulla funzionalità complessiva del corridoio nel quale ricadono.

Fronti problematici all'interno dei corridoi ecologici

All'interno dei corridoi ecologici primari altamente antropizzati in ambito montano sono individuati inoltre quei fronti edificati continui la cui presenza può costituire una barriera alle connessioni trasversali del corridoio ecologico e per i quali dovrebbe essere evitato l'ulteriore avanzamento del confine del fronte onde evitare fenomeni occlusivi del corridoio medesimo nel lungo periodo. Tali fronti costituiscono dunque un indirizzo orientativo per le scelte localizzative degli ambiti di trasformazione per le nuove edificazioni.

Principali punti di conflitto della rete con le infrastrutture prioritarie

Il territorio provinciale sia nell'ambito montano, sia in quello di pianura è interessato dalla presenza di numerosi tracciati infrastrutturali che, soprattutto per quanto concerne quelli prioritari (strade dalle classificabili come A, B e C secondo il Codice della Strada e ferrovie), si configurano come barriere che ostacolano la continuità ecologica degli elementi della rete.

Direttrici di collegamento esterno

Un progetto di rete ecologica deve tener conto anche delle connessioni con realtà territoriali esterne ed in particolare con quanto individuato dalle reti ecologiche delle province limitrofe. La rete ecologica individua dunque le principali direttrici di permeabilità verso i territori esterni, per le quali dovranno essere verificate quali possano essere le forme di coordinamento delle varie amministrazioni coinvolte.

Nell'area rappresentata nella "P2_T17 - Carta della rete ecologica provinciale" allegata al presente documento, si evince come le aree naturali ad elevato interesse naturalistico si trovino principalmente a nord, a sud e a sud-est dell'aeroporto, quasi a fargli da cornice esterna, in prossimità dei primi rilievi collinari e lungo il Fiume Chiese, mentre l'aeroporto si inquadra in un contesto agricolo all'interno di aree denominate "Aree per la ricostruzione polivalente dell'agroecosistema" che lo avvolgono e lo comprendono nella sua interezza. In tali aree, come detto precedentemente, sono incentivati interventi specifici volti alla preservazione, valorizzazione ed incremento delle dotazioni paesistico-ambientali.

Nell'area più prossima al sedime aeroportuale, influenzata anche dalla presenza di aree urbanizzate e da infrastrutture viarie, sono presenti: principali ecosistemi lacustri, a ovest e a sud-ovest; ambiti urbani e periurbani preferenziali a nord; varco da deframmentare a sud-ovest; elementi di primo livello della RER e corridoi ecologici primari a bassa/media antropizzazione in ambito pianiziale, rappresentati dal Fiume Chiese ad una distanza minima dall'aeroporto di circa 2,1 km; corridoi ecologici secondari. L'aeroporto non interessa direttamente alcun elemento della REP, ad eccezione delle "Aree per la ricostruzione polivalente dell'agroecosistema" nelle quali esso stesso viene ricompreso.

6. RUMORE

6.1 Inquadramento tematico

Il presente capitolo è volto alla definizione del quadro conoscitivo, ovvero all'individuazione di tutti gli strumenti di normazione del territorio e di caratterizzazione del territorio.

Rispetto alla componente emissiva del rumore si definiscono i principali aspetti necessari alla caratterizzazione della sorgente aeronautica ovvero gli aspetti qualitativi e quantitativi associati alla mix di flotta (numero di movimenti, tipologia di velivoli, etc.) e le modalità di utilizzo delle piste di volo (atterraggi, decolli, rotte e procedure di volo, etc.).

Quale periodo di osservazione, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento, si considera il giorno medio delle tre settimane di maggior traffico individuate secondo i criteri prestabiliti dal DM 31.10.1997. Tale Decreto costituisce infatti la norma specifica che disciplina il rumore aeroportuale attraverso l'indice di valutazione LVA. Nel presente studio è quindi assunto tale indice come strumento di riferimento e valutazione delle potenziali interferenze sul territorio e del rapporto opera-ambiente.

E' pur vero che una attenta lettura dell'insieme delle norme nel campo del rumore ambientale (DPCM 14.11.1997) mette in evidenza che per le fasce di pertinenza delle infrastrutture (e questo è detto in modo esplicito per altre sorgenti quali strade e ferrovie e molto meno per gli aeroporti dove la norma di settore non lo richiama) la zona "oltre", ovvero quella non normata, concorre come tutte le altre al rumore complessivo e in tale logica deve essere rispettato il valore di zona attribuita dalla classificazione acustica comunale. Allo scopo occorre segnalare però che l'interessa del processo di verifica passa attraverso un ulteriore tassello che è rappresentato dai piani di risanamento comunali. Questi hanno proprio l'obiettivo di comprendere come e in che proporzioni i singoli ricettori sono oggetto di rumore e quindi può attribuire ad ogni sorgente che partecipa al rumore complessivo un suo livello da rispettare. In mancanza di tale strumento ci si può limitare all'esame del contributo specifico. Ciò è tanto più vero nel caso in esame ove tra l'altro, ma forse non a caso, l'indice di riferimento è anche differente. Si passa infatti dal Leq per le analisi territoriali al LVA per quelle aeroportuali. Si è quindi deciso che per lo studio in atto il riferimento è il descrittore LVA.

Per quanto riguarda invece l'azione connessa al traffico veicolare indotto, stante i volumi di traffico circolante sulla rete viaria di accessibilità all'aeroporto, è possibile ritenere trascurabile il contributo acustico indotto da tale tipologia di sorgente. Nel seguito pertanto si farà riferimento esclusivamente alla rumorosità indotta dal traffico aereo, le cui analisi sono state sviluppate mediante specifico il software di modellazione acustica INM (Integrated Noise Model).

6.2 Classificazione acustica del territorio

Come noto, il quadro normativo nazionale in materia di inquinamento acustico prevede che il rumore aeroportuale sia disciplinato dal DM 31.10.1997 in attuazione della Legge Quadro n.447/95 del 26 ottobre 1995.

Tale Decreto demanda alle commissioni aeroportuali ex. art.5 la caratterizzazione dell'intorno aeroportuale attraverso la definizione ed approvazione delle aree di rispetto Zona A, B e C rispetto all'indice di valutazione LVA. In merito al caso in studio, l'aeroporto di Brescia Montichiari non è dotato di zonizzazione acustica aeroportuale.

Per quanto concerne invece lo stato di normazione del territorio da parte dei Comuni territorialmente competenti ai sensi della L.447/95 e DPCM 14.11.1997, i Comuni interessati dal rumore aeroportuale sono dotati di Piano di classificazione acustica. Di seguito gli estremi di approvazione di tali Piani relativi ai Comuni interessati dal rumore indotto dall'aeroporto.

Comune	Estremi di approvazione
Montichiari	Approvato con DCC n. 13 del 02/03/2007
Castenedolo	Approvato con DCC n. 13 del 22/04/2008
Ghedi	Approvato con DCC n. 16 del 31/03/2009
Carpinedolo	Adottato con DCC n. 31 del 11/08/2008 ed approvato all'interno del PGT (DCC n. 65 del 03/12/2009)

Tabella 6-1 Estremi di approvazione del Piano di classificazione acustica dei Comuni interessati dall'intorno aeroportuale

6.3 Il monitoraggio acustico aeroportuale

6.3.1 Caratteristiche del sistema di monitoraggio

L'aeroporto di Brescia-Montichiari è dotato di un sistema di monitoraggio acustico aeroportuale composto da due centraline conformi a tutte le prescrizioni normative vigenti definite dal DM 16.03.1998 e DM 31.10.1997.

Normative per microfoni e filtri	Normative per fonometri
EN 61260/1995 (IEC1260)	EN 60651/1994 (IEC 651 tipo 1)
EN 61094-1/1994	EN 60804/1994 (IEC 804 tipo 1)
EN 61094-2/1993	IEC 61672:2002
EN 61094-3/1995	

Tabella 6-2 Norme tecniche indicate dal DM 16.03.1998 e dal DM 31.10.1997

Le due centraline sono posizionate in prossimità dell'aeroporto in modo da rilevare movimenti in atterraggio e decollo sia nella direzione 14 che 32: la prima all'interno del sedime in posizione laterale alla pista di volo in prossimità della testata 14, la seconda lungo l'asse pista 32 ad una distanza di circa 1.000 m dalla testata sud.



Figura 6-1 Posizionamento delle centraline di misura del rumore aeroportuale rispetto all'aeroporto

Centralina	Caratteristiche	
LIPO-01	Posizione	Lat. 45.436677°; Long. 10.315539°
	Strumentazione	Fonometro Delta Ohm tipo HD2010 (s/n 08121241683) con microfono MK223 di tipo a condensatore con diametro 1/2 conforme alle specifiche IEC 61094-4 (s/n 36809) e preamplificatore (s/n 08036852)
	Alimentazione	Pannello fotovoltaico
LIPO-02	Posizione	Lat. 45.414070°; Long. 10.353160°
	Strumentazione	Fonometro Delta Ohm tipo HD2010 (s/n 08121141681) con microfono MK223 di tipo a condensatore con diametro 1/2 conforme alle specifiche IEC 61094-4 (s/n 35927) e preamplificatore (s/n 08036850)
	Alimentazione	Pannello fotovoltaico

Tabella 6-3 Caratteristiche delle centraline di misura del rumore aeroportuale costituenti il sistema di monitoraggio

La strumentazione è composta da un analizzatore integratore di alta precisione (classe 1) conforme a tutte le prescrizioni relative al rilievo del rumore aeroportuale ed è in grado di analizzare lo spettro in bande di 1/3 di ottava. I microfoni utilizzati sono di tipo a campo libero con orientamento allo zenit e sensibilità superiore a 30 mV/Pa. Ciascun sistema microfonico è dotato di schermo antivento

e protezione volatili. La strumentazione utilizzata consiste in fonometri Delta Ohm HD2010 equipaggiati con sistema microfonico per esterni e microfoni PCB o MK223.

Il sistema fonometrico è connesso al software SARA (Sistema Analisi Rumore Aeroportuale) attraverso il quale in maniera automatica, o manuale qualora si rendesse necessario, è possibile gestire i dati acquisiti e permettere la valutazione del rumore indotto dagli aeromobili in termini di LVA, quale indicatore di riferimento per la caratterizzazione acustica dell'aeroporto.

Il sistema di monitoraggio, così articolato, è in grado di rilevare in continuo e con tempo di campionamento di 1 secondo i parametri acustici Leq, Laf e spettro 1/3 ottava.

6.3.2 I dati misurati dalle centraline

Per quanto concerne i valori rilevati dal sistema si considera quale periodo di osservazione quello delle tre settimane di maggior traffico, secondo i criteri definiti dal DM 31.10.1997, per il 2017 quale anno di riferimento per lo stato attuale delle simulazioni modellistiche. Nello specifico tale periodo di 21 giorni coincide con le seguenti settimane: 15-21 maggio, 30 giugno – 6 luglio e 17-23 dicembre 2017.

Nella tabella seguente si riportano i valori LVA giornalieri e il valore totale complessivo LVA per le suddette centraline.

Giorno	LVA [dB(A)]	
	LIPO-01	LIPO-02
15/05/2017	62,3	62,3
16/05/2017	68,9	65,1
17/05/2017	73,3	64,0
18/05/2017	72,0	64,4
19/05/2017	72,7	61,7
20/05/2017	51,0	47,0
21/05/2017	54,3	49,3
30/06/2017	70,3	63,0
01/07/2017	67,1	62,1
02/07/2017	69,2	62,6
03/07/2017	69,4	59,5
04/07/2017	72,0	63,7
05/07/2017	73,7	64,6
06/07/2017	71,8	63,8
17/12/2017	50,8	45,0
18/12/2017	68,5	64,2
19/12/2017	72,3	65,6
20/12/2017	66,7	67,0
21/12/2017	75,2	67,6

Giorno	LVA [dB(A)]	
	LIPO-01	LIPO-02
22/12/2017	72,6	65,6
23/12/2017	49,1	43,7
Totale 21 giorni	70,5	63,5

Tabella 6-4 Valori LVA rilevati dal sistema di monitoraggio aeroportuale nei 21 giorni costituenti le tre settimane di maggior traffico 2017 secondo il DM 31.10.1997

6.4 Distribuzione della popolazione nell'intorno dell'aeroporto

L'analisi territoriale dell'intorno dell'aeroporto è finalizzata anche all'individuazione della popolazione residente nel territorio contermini l'aeroporto e la loro localizzazione rispetto all'infrastruttura e alle rotte di volo.

I dati di popolazione sono stati stimati mediante elaborazione dei dati ISTAT 2011 e della localizzazione degli edifici civili a destinazione residenziale desunta dalla banca dati del Geoportale della Regione Lombardia ricadenti all'interno dell'ambito di studio assunto nello SIA.

Le sezioni di censimento ISTAT sono rappresentate nella tavola allegata P2_T13. Queste riportano il numero di abitanti residenti all'interno delle relative aree territoriali individuate dall'ISTAT.

Attraverso il sistema GIS, all'interno di ogni sezione di censimento sono stati individuati tutti gli edifici aventi almeno un piano a destinazione residenziale a partire dai dati cartografici disponibili nel database della Regione Lombardia. Per ciascun edificio residenziale sono state individuate aree dell'impronta al suolo e volumetria totale. Ne consegue quindi come per ciascuna sezione di censimento ISTAT è disponibile il numero di abitanti complessivo e il volume totale dell'edificato a destinazione residenziale.

Successivamente per ciascuna sezione è stato calcolato il numero medio di abitanti su metro cubo, parametro successivamente utilizzato per distribuire la popolazione all'interno di tutti gli edifici residenziali in ragione della specifica volumetria della singola struttura.

Il risultato ottenuto da tale processo di calcolo è il numero di abitanti presenti all'interno di ciascun edificio residenziale (cfr. Tavola P2_T13).

Analisi territoriale della popolazione



Figura 6-2 Schematizzazione della metodologia di calcolo per la distribuzione della popolazione in termini di abitanti per edificio a partire dai dati censuari forniti dall'ISTAT e dai dati cartografici territoriali disponibili nel database del Geoportale della Regione Lombardia

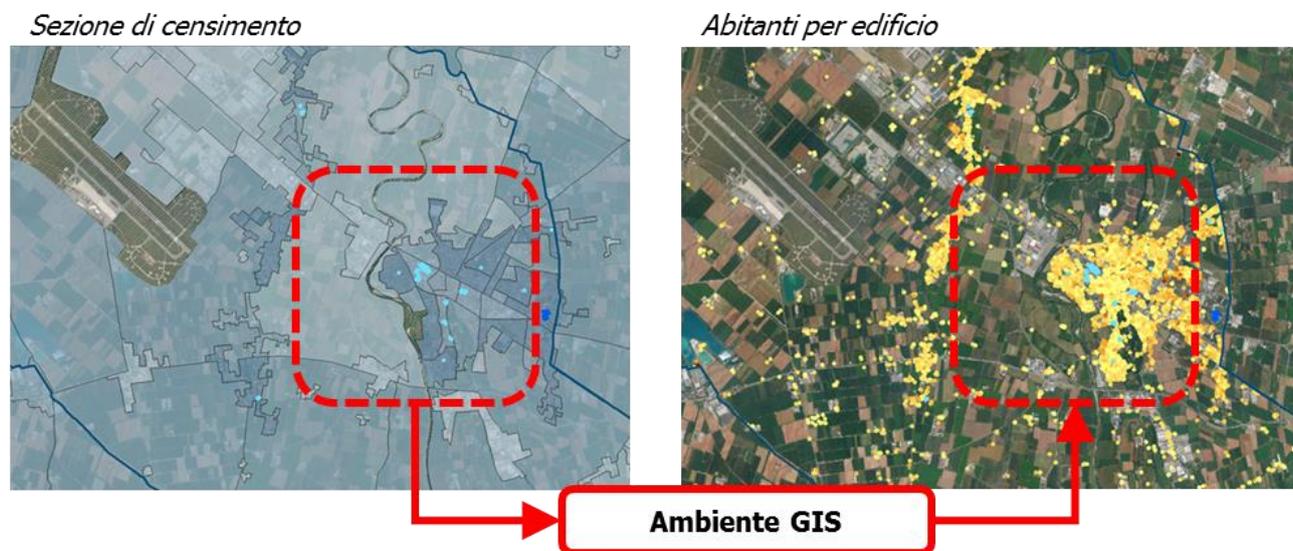


Figura 6-3 Elaborazione in ambiente GIS per la determinazione del numero di abitanti per edificio nell'ambito aeroportuale

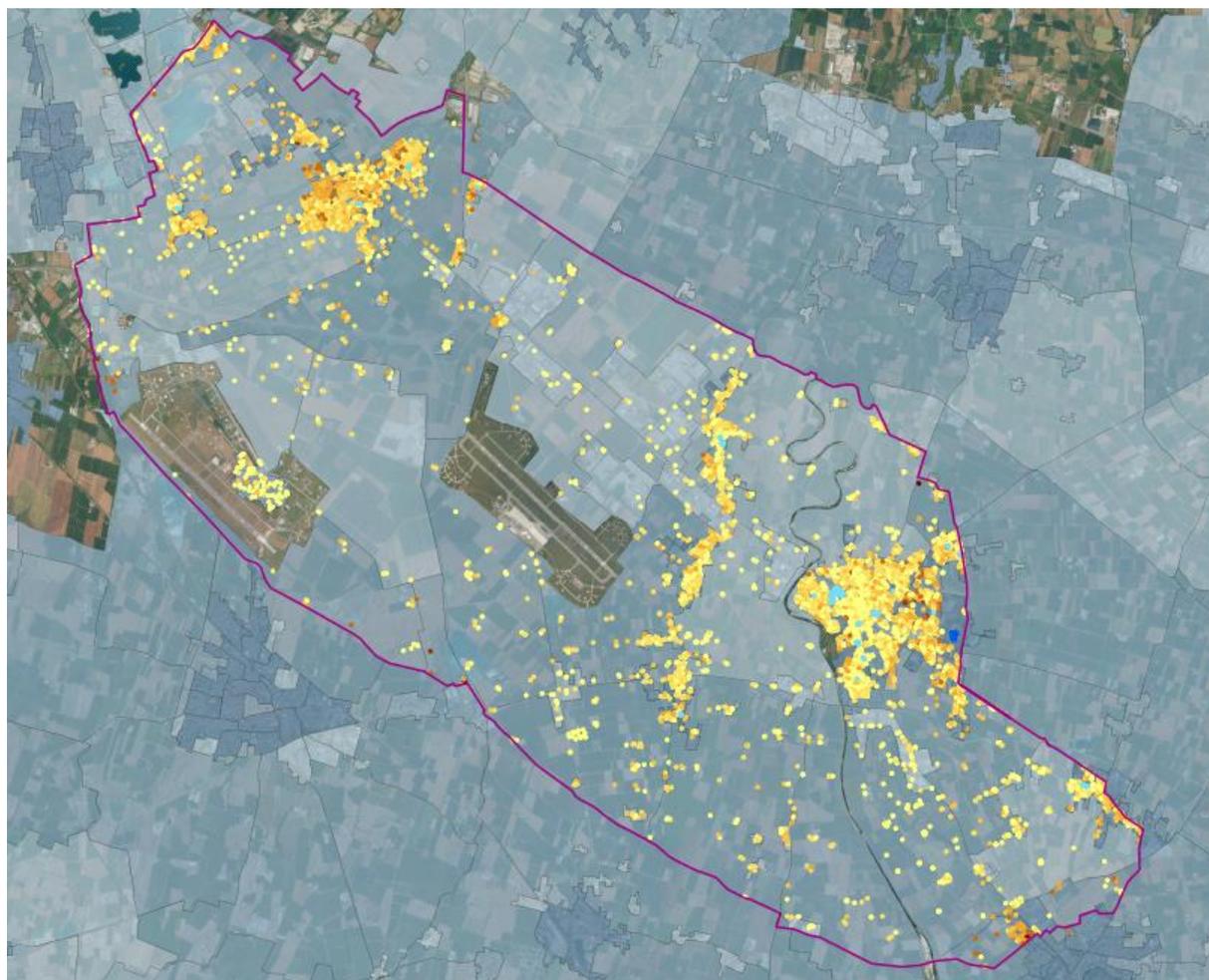


Figura 6-4 Carta della distribuzione della popolazione nell'ambito aeroportuale (Stralcio tavola P2_T13)

6.5 Il rumore aeronautico allo scenario attuale

6.5.1 Dati di input

Per quanto concerne gli elementi caratterizzanti la sorgente aeronautica attuale, è stato considerato quanto prescritto dalla normativa di riferimento ovvero nello specifico del rumore aeroportuale, il DM 31.10.1997. Numero di movimenti, tipologia di aeromobili e modalità di uso dell'infrastruttura aeroportuale sono state pertanto caratterizzate in relazione al giorno medio delle tre settimane di maggior traffico per i tre periodi dell'anno (quadrimestri) individuate secondo i criteri metodologici previsti dalla normativa.

Assunto il 2017 come anno di riferimento per lo scenario attuale, tale periodo, come detto, coincide con le seguenti settimane: 15-21 maggio, 30 giugno – 6 luglio e 17-23 dicembre 2017. Si specifica come si sia assunta a riferimento l'annualità 2017 in quanto maggiormente cautelativa rispetto al 2018, come già esplicitato in precedenza.

Orografia del territorio e layout aeroportuale

Quali primi elementi costitutivi inseriti nel modello di simulazione sono state considerate l'orografia del territorio in cui l'aeroporto è localizzato e l'assetto infrastrutturale della pista di volo.

Per quest'ultima si è fatto riferimento a quanto specificato dalla AIP Italia in termini di localizzazione geografica delle due testate pista (latitudine e longitudine) e di quota di elevazione rispetto al livello del mare.

In Figura 6-5 si rappresenta il modello di terreno così come calcolato dal software assunto nella modellazione acustica.

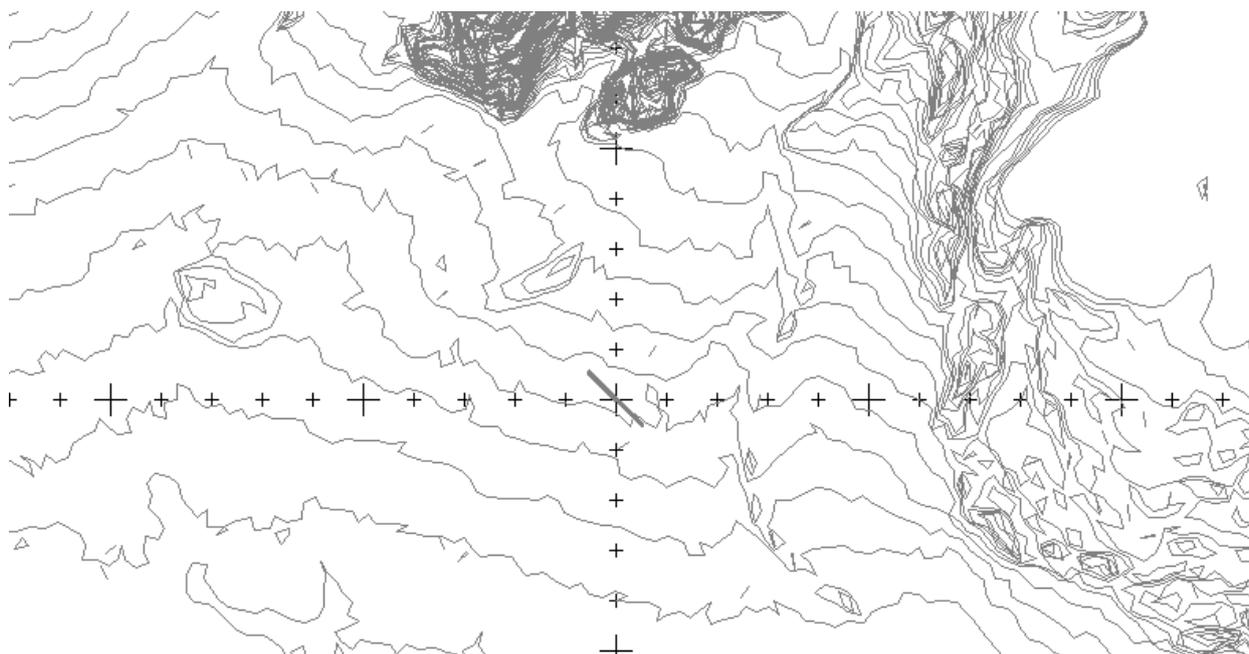


Figura 6-5 Orografia del territorio inserita nella modellazione acustica sviluppata in INM

Movimenti aerei

Rispetto al periodo dei 21 giorni, il numero totale dei movimenti aerei registrati è di 730, ovvero mediamente circa 35 voli giornalieri, di cui circa 10 di aviazione commerciale e 25 circa di aviazione generale.

Ripartizione giornaliera periodo diurno e notturno

Per il calcolo del valore acustico interessa anche la ripartizione tra il periodo diurno e notturno. Dallo schedato dei voli 2017, i movimenti risultano distribuiti in funzione dei due periodi temporali di riferimento, diurno, dalle 6:00 alle 23:00, e notturno, dalle 23:00 alle 6:00, secondo le percentuali indicate in Tabella 6-5.

Periodo di riferimento	%
Diurno (6:00-23:00)	78,6%
Notturno (23:00-6:00)	21,4%

Tabella 6-5 Distribuzione del traffico aereo nel periodo diurno e notturno

Mix di flotta

Caratterizzato il giorno di riferimento in termini di volume di traffico aereo, è stato individuato, sulla base dei dati di traffico aereo, la mix di flotta aeromobili. Ciascun modello di aeromobile è stato inserito all'interno del software previsionale INM attraverso la correlazione con i dati contenuti nel database. Non tutti i velivoli sono contenuti all'interno del database, per questi quindi si è proceduto ad una sostituzione considerando un aeromobile avente le stesse caratteristiche fisiche, propulsive e proprietà acustiche.

Nella tabella seguente i modelli di aeromobili assunti nella modellazione acustica e il relativo numero di operazioni rispetto al giorno medio delle tre settimane di maggior traffico.

Componente di traffico	Aeromobile	Numero operazioni	%
Aviazione commerciale	Airbus A319-100	0,48	1,4%
	Airbus A320-200	0,10	0,3%
	Airbus A321-100	0,86	2,5%
	Boeing 737-300	1,90	5,5%
	Boeing 737-800	1,57	4,5%
	Boeing 747-400	0,67	1,9%
	Airbus A350-900	0,10	0,3%
	Antonov 12	0,57	1,6%
	ATR72	1,67	4,8%
	MD80	1,48	4,2%
Aviazione generale	Agusta Westland A109	0,67	1,9%
	Aerospatiale AS350 Ecureuil	0,10	0,3%
	Agusta Bell 427	0,19	0,5%
	Beech 200 Super King Air	0,62	1,8%
	Beech 400 BeechJet	0,19	0,5%
	Cessna 172	7,95	22,9%
	Cessna C525	1,14	3,3%
	Cessna C500	0,19	0,5%
	Cessna C510	0,95	2,7%
	Cessna C550/C560	1,38	4,0%
	Cessna 680 Citation Sovereign	0,38	1,1%
	Citation 750X	0,24	0,7%
	Bombardier BD-100 Challenger 300	0,86	2,5%
	Diamond Da40	0,8	1,1%
	Embraer 135	0,52	1,5%
	Gulfstream G500	0,81	2,3%
	Learjet 40/45	0,71	2,1%
	Piper PA28	7,76	22,4%
Piaggio P180	0,33	1,0%	

Tabella 6-6 Composizione della mix di flotta nello scenario di riferimento per lo stato attuale

Distribuzione del traffico aereo sull'infrastruttura di volo

Come noto, l'infrastruttura di volo 14/32 può essere utilizzata in maniera bidirezionale sia per le operazioni di decollo che per quelle in partenza.

Per quanto concerne lo scenario di riferimento per lo stato attuale, è stata considerato nel modello di calcolo l'uso della pista di volo derivante dall'analisi dei dati di traffico nelle tre settimane di maggior traffico. Tale scelta deriva sia dall'applicazione pedissequa del DM 31.10.1997, sia dalla necessità di confrontare i valori stimati dal modello con quelli rilevati dalle centraline di monitoraggio.

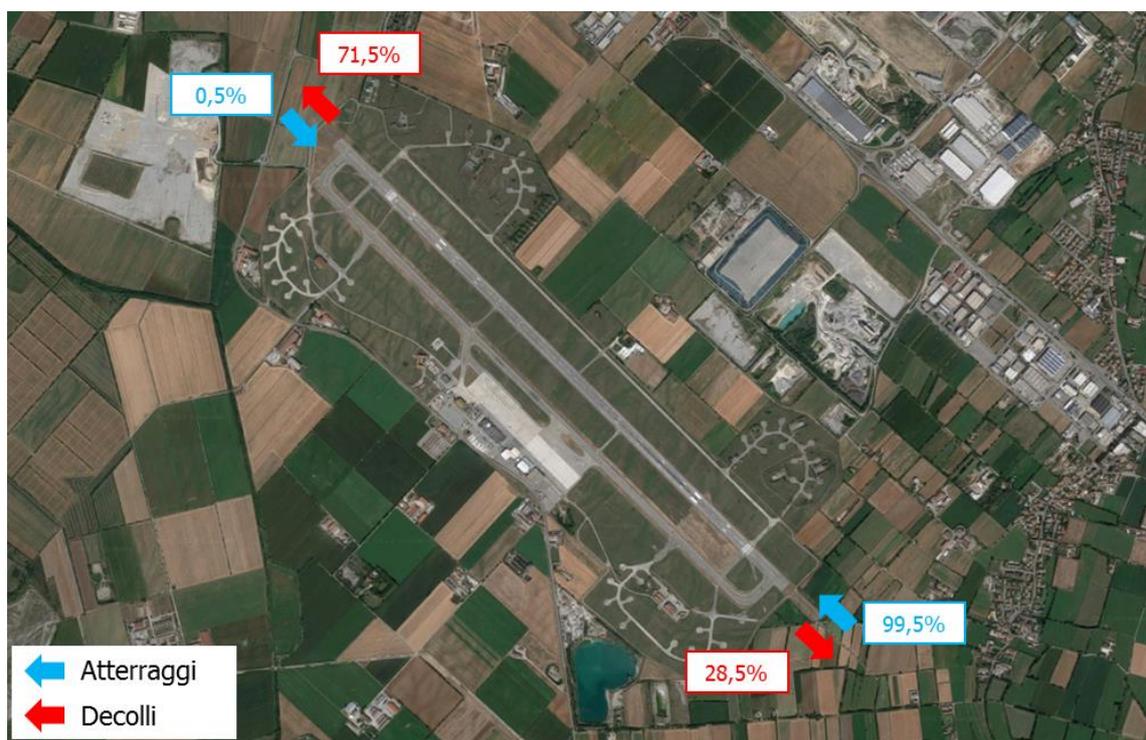


Figura 6-6 Modalità di uso dell'infrastruttura di volo nelle tre settimane di maggior traffico

Le procedure di volo e i profili di salita

Per quanto concerne le rotte e le procedure di volo, si è fatto riferimento a quanto definito dall'ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo) per l'aeroporto di Brescia nel documento AIP Italia. Qui sono definite tutte le procedure di volo connesse alle operazioni di atterraggio e decollo.

Di seguito si riporta quanto previsto per le fasi di decollo e atterraggio e pubblicato sul documento AD2 LIPO (sez. 5-1 e 6-1) disponibile sul sito web di ENAV.

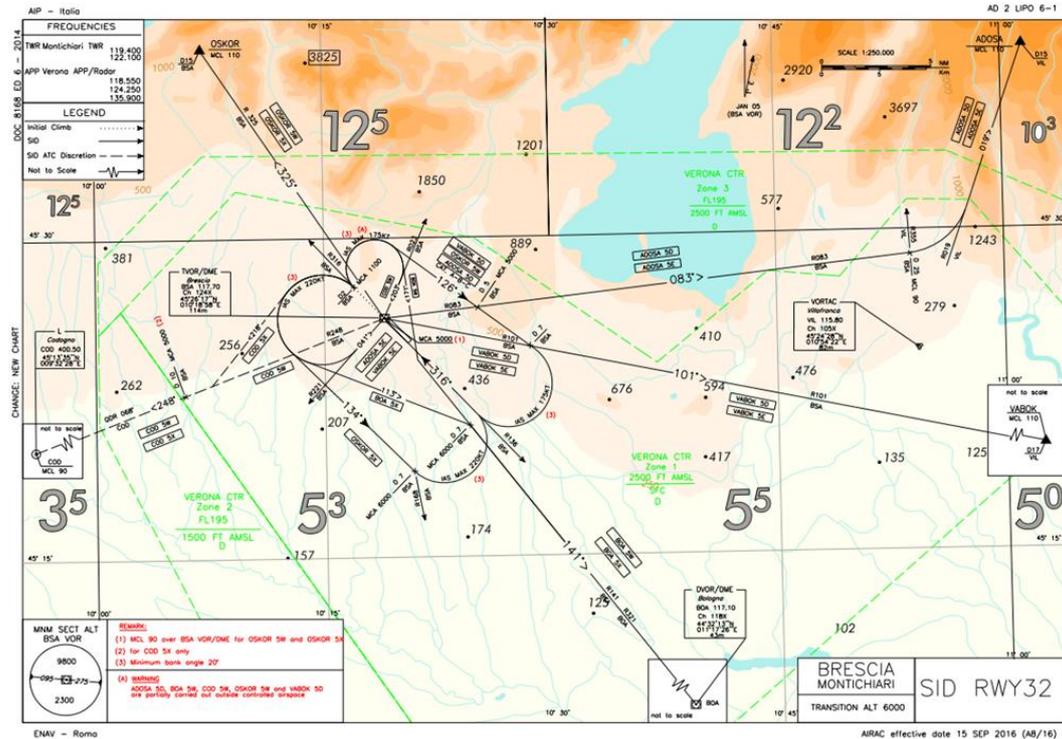


Figura 6-7 Procedure di decollo per pista 32 pubblicate su AIP Italia (Fonte: AIP Italia, AD2 LIPO 6-1)

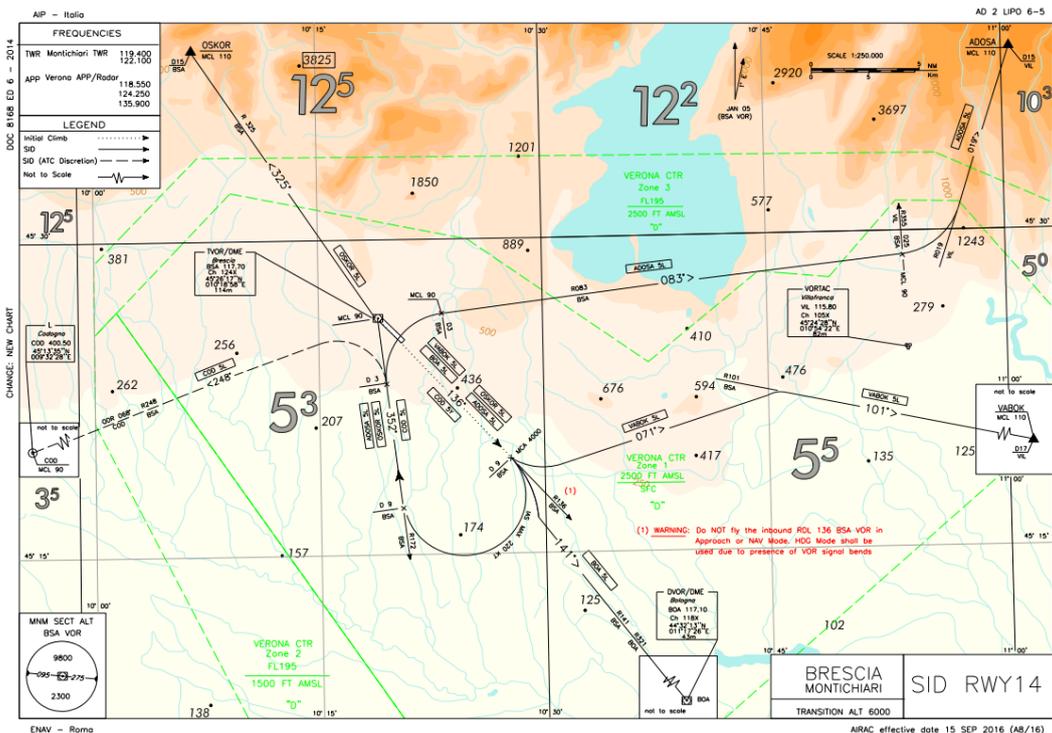


Figura 6-8 Procedure di decollo per pista 14 pubblicate su AIP Italia (Fonte: AIP Italia, AD2 LIPO 6-3)

Per quanto riguarda le procedure di atterraggio, la pista 32 è dotata di strumentazione ILS (Instrumental Landing System). Tale sistema fornisce al pilota due segnali radio che "guidano" l'aeromobile lateralmente (Localizer) e verticalmente (Glide Slope) su un sentiero di discesa che si

estende dalla testata pista fino ad una distanza precisa con una pendenza di 3°. Ne consegue pertanto un unico sentiero di discesa che viene seguito da tutti gli aeromobili quasi automaticamente a prescindere dalle dimensioni e prestazioni.

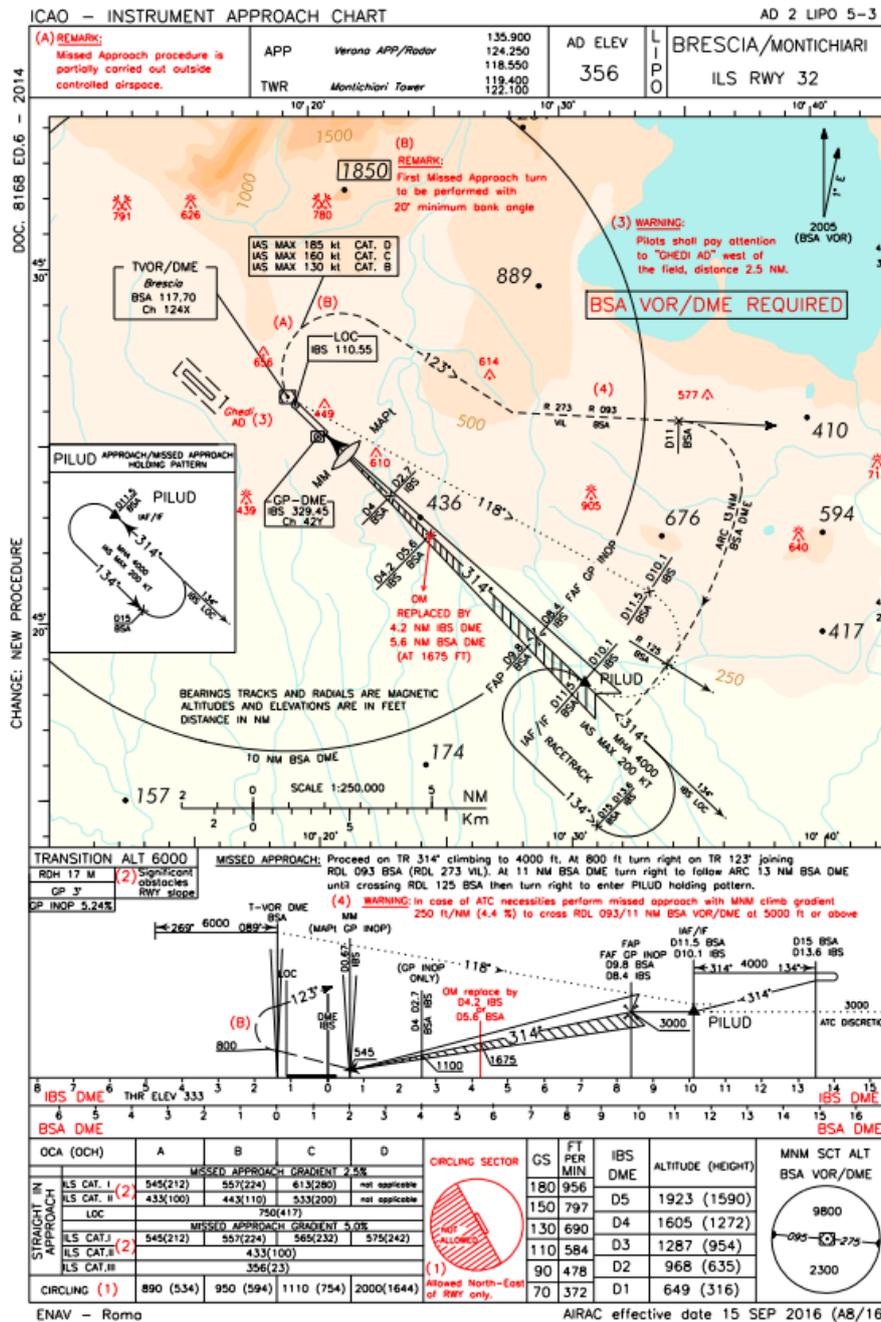
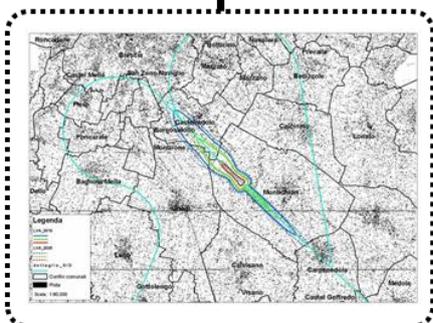


Figura 6-9 Procedure di atterraggio per pista 32 pubblicate su AIP Italia (Fonte: AIP Italia, AD2 LIPO 5-3)

Tali procedure sono state inserite all'interno del modello di simulazione INM. Nella costruzione di tali procedure si è fatto riferimento a quanto sviluppato da ARPA Lombardia nell'ambito del documento "Valutazione di sostenibilità acustica per l'aeroporto di Montichiari al 2015 e 2025".

ENAV – AIP Italia



*ARPA Lombardia – Studio
sostenibilità acustica aeroporto*

Modellazione acustica sviluppata in INM

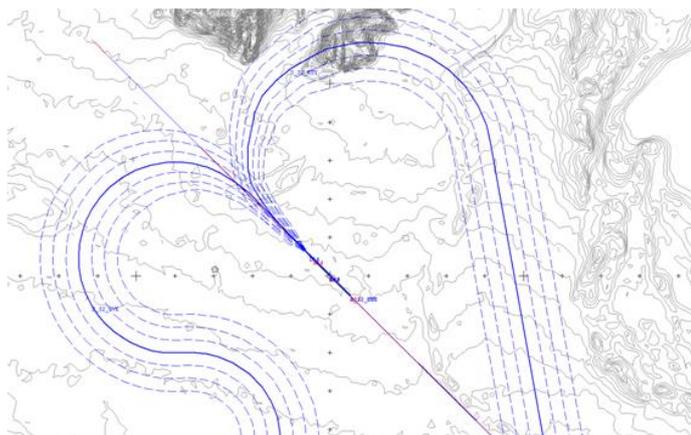


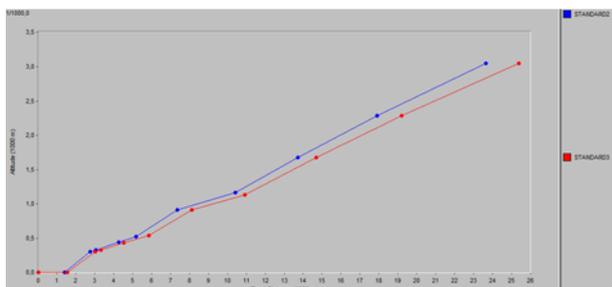
Figura 6-10 Implementazione delle rotte e procedure di volo all'interno del modello di simulazione INM

Al fine di valutare correttamente l'impronta acustica al suolo indotta dagli aeromobili, è stata inoltre considerata la dispersione laterale delle rotte di volo. Come noto, infatti, le procedure di volo pubblicate su AIP Italia risultano essere delle specifiche di volo che i piloti devono eseguire nelle diverse fasi di volo. Ogni aeromobile, date le differenti caratteristiche prestazionali, esegue quindi una propria "rotta" indotta anche da una combinazione di fattori esterni (condizioni meteo, pilota, aeromobile, etc.). Al fine di considerare tale dispersione all'interno del modello di simulazione, è stato "costruito" un corridoio di dispersione laterale secondo i criteri individuati dall'ECAC Doc. 29, quale metodo riconosciuto dalla normativa nazionale per la valutazione del rumore aeroportuale. Per quanto concerne infine i profili di salita associati agli aeromobili si è fatto riferimento a quanto contenuto nel database di INM per ciascun aeromobile considerato nella modellazione. Nel caso di possibilità di scelta del profilo di salita verticale, si è fatto riferimento alla tipologia denominata "Standard".

Il tipo di "Stage", ovvero quella che può essere esemplificativamente associata alla pendenza con cui l'aeromobile prende quota in fase di decollo, è funzione della distanza che l'aeromobile deve

compiere per raggiungere la destinazione finale. Qualora il database del software permette di scegliere il tipo di "Stage" associato all'aeromobile sono stati considerati due distinti profili in modo da simulare anche in questo caso una sorta di dispersione verticale.

Airbus A320-200



Boeing 737-300

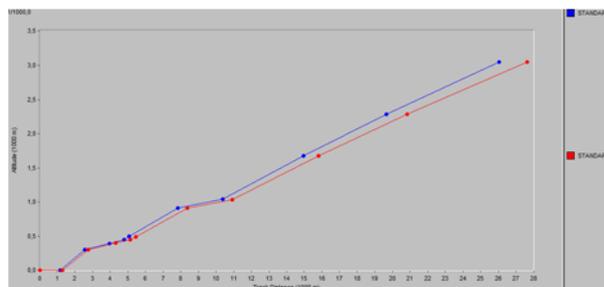


Figura 6-11 Esempi di profili di salita considerati nel modello di simulazione per gli aeromobili Airbus A320-200 e Boeing 737-300 quali più frequenti nella flotta di aviazione commerciale

6.5.2 Output del modello

Il modello restituisce le curve di isolivello acustico rispetto all'indice LVA dei 60, 65 e 75 dB(A) rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C individuate dal DM 31.10.1997.

Al fine di verificare la correttezza dei valori ottenuti dal modello di calcolo, è stato preliminarmente effettuato un confronto puntuale con i livelli LVA rilevati dal sistema di monitoraggio in corrispondenza dell'ubicazione delle centraline. In tale fase di confronto è stata considerata esclusivamente la centralina LIPO-02 in quanto:

1. posizionata all'esterno del sedime aeroportuale e quindi rappresentativa di una condizione di esposizione al rumore aeroportuale cui il territorio è soggetto;
2. più significativa in relazione all'operatività dell'aeroporto allo stato attuale che vede prediligere atterraggi per pista 32 e decolli per pista 14 nel periodo notturno e quindi il sorvolo degli aeromobili sul territorio a sud dell'infrastruttura aeroportuale con particolare attenzione al traffico di aviazione commerciale in quanto più significativo in termini di rumore;
3. rappresentativa per la valutazione del rumore indotto dai velivoli rispetto ai ricettori residenziali posti nell'ambito aeroportuale essendo quelli a sud più prossimi all'aeroporto.

Il confronto dei valori LVA calcolati attraverso il modello di simulazione e rilevati dal sistema di monitoraggio mette in evidenza una differenza di 0,4 dB(A)²⁰, valore tale da poter ritenere corretta l'impronta acustica ottenuta dal software.

Le curve rappresentative dell'intorno aeroportuale in termini di LVA secondo il DM 31.10.1997 sono rappresentate nell'elaborato grafico allegato P2_T14.

²⁰ Il valore LVA rilevato dalla centralina LIPO-02 nei 21 giorni è 63,5 dB(A); altresì quello stimato dal modello di simulazione nel giorno medio delle tre settimane è pari a 63,1 dB(A).

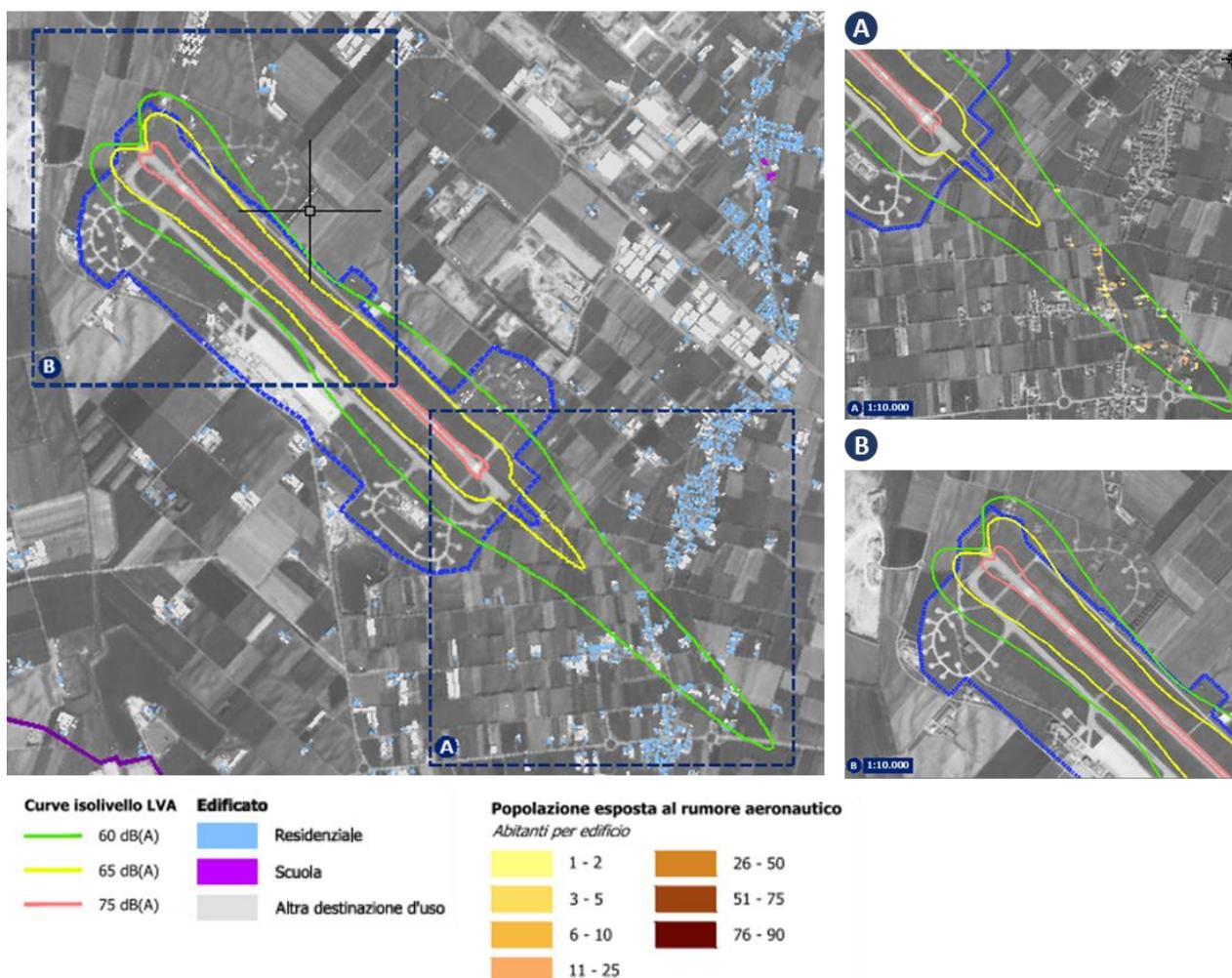


Figura 6-12 Rumore aeronautico in LVA e popolazione esposta allo stato attuale

In Tabella 7-40 si riporta l'estensione delle singole aree ($60 \leq LVA < 65$ dB(A), $65 \leq LVA < 75$ dB(A) e $LVA \geq 75$ dB(A)) considerando anche la porzione di territorio ricadente all'interno del sedime aeroportuale. All'interno delle aree individuate dalle suddette isolivello è stato individuato il numero di abitanti residenti. Nel complesso allo stato attuale sono 200 le persone soggette al rumore aeroportuale in termini di LVA. Di queste, 199 ricadono all'interno dell'area compresa tra le isolivello dei 60 e 65 dB(A) rappresentative dell'area di rispetto Zona A, seppur questa non definita in quanto non presente una zonizzazione acustica aeroportuale approvata, 1 in quella compresa tra i 65 e i 75 dB(A) in LVA.

Area	Estensione	Abitanti	Edifici
$60 \leq LVA < 65$ dB(A)	1,63 kmq	199	63
$65 \leq LVA < 75$ dB(A)	0,95 kmq	1	1
$LVA \geq 75$ dB(A)	0,15 kmq	0	0

Tabella 6-7 Estensione delle aree individuate dalle isolivello LVA dei 60, 65 e 75 dB(A) previste dal DM 31.10.1997 e numero di abitanti residenti al loro interno allo scenario attuale

7. SALUTE UMANA

7.1 Inquadramento tematico

Nel 1948 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha definito la salute come *"uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non solamente l'assenza di malattia"*.

Questa definizione amplia lo spettro di valutazioni che normalmente vengono effettuate per la caratterizzazione e l'analisi della componente Salute Umana, in quanto nella valutazione del benessere delle popolazioni o dei singoli individui coinvolti vengono introdotti anche gli elementi psicologici e sociali.

Pertanto, in un'ottica medico-sociale moderna, la salute è garantita dall'equilibrio tra fattori inerenti lo stato di qualità fisico-chimica dell'ambiente di vita e quelli riguardanti lo stato di fruizione degli ambienti e le condizioni favorevoli per lo svolgimento delle attività, degli spostamenti quotidiani e di qualsiasi altra azione quotidiana.

Attualmente si dispone di una conoscenza approfondita del legame esistente fra la salute e le concentrazioni di sostanze patogene alle quali si è esposti. La relazione fra salute e livelli quotidiani di inquinamento risulta, invece, molto più complessa; molte malattie infatti, sono causate da una combinazione di più fattori, di ordine economico, sociale e di stile di vita e ciò rende difficile isolare gli elementi di carattere specificamente ambientale.

Partendo dalle indicazioni dettate dal D. Lgs. 104/17 e dalle *"Linee guida per la componente Salute pubblica degli studi di impatto ambientale"* (LLGG) della Regione Lombardia, approvate con DGR n. X/4792 dell'8 febbraio 2016, la metodologia adottata per l'analisi dello stato attuale della salute umana è stata articolata secondo le seguenti tematiche di studio, riportate nella seguente tabella

Fasi di lavoro	Tematiche di studio
1. Individuazione dei fattori di pressione per la salute pubblica	<ul style="list-style-type: none">• <i>Screening delle principali fonti di disturbo per la salute umana legate all'esercizio dell'infrastruttura aeroportuali</i>
2. Caratterizzazione dello stato attuale	<ul style="list-style-type: none">• <i>Caratterizzazione ante operam della struttura demografica delle comunità potenzialmente coinvolte</i>• <i>Analisi dei fattori di pressione esistenti</i>• <i>Caratterizzazione dello stato di salute delle popolazioni coinvolte</i>
3. Stima degli effetti degli interventi di progetto sulla salute della popolazione coinvolta	<ul style="list-style-type: none">• <i>Individuazione delle condizioni di esposizione delle comunità potenzialmente coinvolte allo scenario di progetto in relazione alle principali fonti di disturbo</i>

Fasi di lavoro	Tematiche di studio
4. Stima degli effetti durante la realizzazione degli interventi sulla salute della popolazione coinvolta	• <i>Individuazione delle condizioni di esposizione delle comunità potenzialmente coinvolte durante la fase di realizzazione dell'opera in relazione alle principali fonti di disturbo</i>
5. Confronto tra l'esposizione della popolazione allo stato attuale e negli scenari di progetto	• <i>Analisi dei risultati ottenuti per lo scenario attuale, quello intermedio (2025) e quello futuro (2030)</i>

Tabella 7-1 Fasi di lavoro e tematiche di studio per la componente Salute Umana

La prima fase di analisi è rappresentata dallo screening delle principali fonti di disturbo per la salute umana e vede l'individuazione dei principali fattori che possono avere effetti sulla salute umana.

Questi possono essere ricondotti a:

- condizioni di vivibilità dei luoghi;
- campi elettromagnetici;
- vibrazioni;
- qualità dell'aria;
- clima acustico.

Come meglio spiegato all'interno del paragrafo 7.3, data la tipologia di opera oggetto del presente SIA, sono stati individuati i due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di disturbo sulla componente in esame: il clima acustico e la qualità dell'aria; nel Par. 7.4 sono quindi indicate le caratteristiche peculiari di questi due fattori e le attenzioni da porre nelle analisi.

La seconda fase della metodologia, ovvero la caratterizzazione dello stato attuale, si divide in tre sottofasi:

- analisi del contesto demografico, del profilo epidemiologico sanitario condotta attraverso il supporto di studi epidemiologici e di dati statistici;
- analisi dei fattori di pressione presenti;
- stima delle condizioni allo stato attuale della popolazione residente in prossimità dell'area in esame, partendo dai risultati ottenuti dagli studi delle componenti "Aria e clima" e "Rumore" del presente SIA.

In particolare, per quanto concerne la prima sotto fase, dall'analisi delle caratteristiche dell'operatività dell'infrastruttura aeroportuale, delle potenziali fonti di disturbo da esse generate e dalla disponibilità di dati relativi allo stato di salute della popolazione di interesse, sono stati raccolti i dati necessari alla caratterizzazione dello stato attuale degli abitanti, sia dal punto di vista demografico che epidemiologico.

Al fine di fornire un quadro completo del contesto conoscitivo, si è ritenuto utile definire lo scenario dei fattori di pressione presenti in prossimità dell'infrastruttura aeroportuale.

Per quanto riguarda l'ultima sottofase, per la stima delle condizioni allo stato attuale, verrà utilizzato l'approccio del Risk Assessment; si è scelto di utilizzare tale approccio, che le LLGG consigliano per la stima degli impatti futuri, anche per lo stato attuale per rendere confrontabili i risultati.

Al fine di determinare i potenziali impatti dovuti all'operatività dell'aeroporto (fase 3), sono state stimate le condizioni allo scenario intermedio (2025) e a quello finale di progetto (2030) della popolazione residente in prossimità dell'area in esame, partendo dai risultati ottenuti dagli studi delle componenti "Atmosfera" e "Rumore" del presente SIA.

Per quanto riguarda la fase di cantiere, si riporta quanto determinato per le componenti "Atmosfera" e "Rumore" per le quali è stata applicata la metodologia relativa al Worst Case Scenario", che prevede la simulazione della situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Come ultima fase vengono messi a confronto i risultati ottenuti per gli scenari in esame, al fine di verificare l'eventuale variazione della qualità di vita della popolazione tra lo scenario attuale e quello futuro. Per l'analisi di dettaglio di queste ultime tre fasi si rimanda alla Parte 4 del presente SIA.

7.2 Normativa di riferimento

Per l'approfondimento dei temi trattati sulla salute umana, sono stati consultati i relativi strumenti di governo del territorio e le principali fonti bibliografiche, di cui se ne riporta l'elenco qui di seguito:

- Decreto Legislativo 104 del 16 giugno 2017 "Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114";
- "Linee guida per la componente Salute pubblica degli studi di impatto ambientale" della regione Lombardia, approvate con DGR n. X/4792 dell'8 febbraio 2016 (BU n.7 del 19 febbraio 2016);
- Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei rischi (PRIM) della Lombardia, approvato con la DGR n.7243 dell'08 maggio 2008;
- Monografie della International Agency for Research on Cancer (IARC) aggiornate a luglio 2017;
- "Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Aircraft Equipped with Turbofan, Turbojet, and Turboprop Engines" a cura dell'United States Environmental Protection Agency (EPA);
- "Air pollutant emission inventory guidebook", a cura dell'European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) e dell'Agencia europea per l'ambiente (EEA);
- Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Aircraft Equipped with Turbofan, Turbojet, and Turboprop Engines – a cura dell'Environmental Protection Agency (EPA) & Federal Aviation Administration (FAA);

- Studio SERA - Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale, a cura di ISPRA, ARPA regione Lazio, Veneto, Piemonte, Toscana e Lombardia, e Dipartimenti epidemiologici. Finanziato dal Centro di Controllo delle Malattie (CCM) del Ministero della Salute;
- "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale Andamento temporale e caratterizzazione territoriale 2000 - 2015" a cura dell'Osservatorio Epidemiologico, ATS di Brescia;
- "Rapporto sintetico sullo stato di salute della popolazione bresciana – anno 2016", a cura dell'Osservatorio Epidemiologico, ATS di Brescia.

Come noto, non sono presenti norme generali che impongono limiti espliciti agli effetti sulla salute. In tale contesto, le "Linee guida per la componente Salute pubblica degli SIA" della Lombardia forniscono un elenco di strumenti programmatici al fine di verificare l'esistenza di coerenza tra il piano/progetto, ed in particolare a livello nazionale e internazionale:

- Piano Sanitario Nazionale (PSN);
- Piano Nazionale della Prevenzione;
- Linee strategiche dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

A livello regionale:

- Piano Regionale Prevenzione;
- Piano Regionale per la tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Piano Regionale della Prevenzione Veterinaria.

Al fine di comprendere la pertinenza dei suddetti strumenti con l'oggetto del presente SIA, si riportano nella tabella seguente gli obiettivi delineati nei suddetti Piani vigenti.

Strumento pianificatorio	Obiettivi
Piano Sanitario Nazionale 2006-2008	Incardinare sempre più la sanità italiana nel contesto europeo;
	Promuovere nuove forme di mutualità fra le regioni ed il governo della mobilità attraverso accordi fra regioni per ottimizzare e qualificare le prestazioni di alta specialità e promuovere, nel contempo, l'autonomia regionale nella produzione di medio-bassa complessità;
	Garantire ed aggiornare i LEA (Livelli Essenziali di Assistenza);
	Potenziare le azioni di prevenzione sanitaria e di promozione della salute;
	Riorganizzare le cure primarie attraverso un maggiore e più efficace coinvolgimento dei Medici di Medicina Generale e dei Pediatri di Libera Scelta nel governo della domanda e dei percorsi sanitari;
	Spingere le Regioni, sulla base di specifiche intese, a sviluppare reti assistenziali sovraregionali o nazionali laddove la complessità e/o i costi della risposta lo giustifichino (malattie rare, reti trasfusionali, trapianti etc.);
	Potenziare l'integrazione socio-sanitaria intesa come fondamentale completamento, soprattutto per le fasce più deboli della popolazione, dell'azione del sistema diagnostico – terapeutico vero e proprio del Servizio Sanitario Nazionale;
	Recuperare il ritardo accumulato nella realizzazione di strutture per le cure palliative.

Strumento pianificatorio	Obiettivi
Piano nazionale della prevenzione 2014-2018	Ridurre il carico prevenibile ed evitabile di morbosità, mortalità e disabilità delle malattie non trasmissibili;
	Prevenire le conseguenze dei disturbi neurosensoriali;
	Promuovere il benessere mentale nei bambini, adolescenti e giovani;
	Prevenire le dipendenze da sostanze e comportamenti;
	Prevenire gli incidenti stradali e ridurre la gravità dei loro esiti;
	Prevenire gli incidenti domestici e i loro esiti;
	Prevenire gli infortuni e le malattie professionali;
	Ridurre le esposizioni ambientali potenzialmente dannose per la salute;
	Ridurre la frequenza di infezioni/malattie infettive prioritarie;
	Attuare il Piano Nazionale Integrato dei Controlli per la prevenzione in sicurezza alimentare e sanità pubblica veterinaria.
	Linee strategiche dell'Organizzazione Mondiale della Sanità 2014-2023
Rafforzare la garanzia di qualità, la sicurezza, l'uso appropriato e l'efficacia della MT&C regolamentandone i prodotti, le pratiche ed i professionisti;	
Promuovere la copertura sanitaria globale, integrando i servizi di MT&C nelle prestazioni del servizio sanitario e nell'autoterapia.	
Piano Regionale della prevenzione 2014-2018	Promuovere cambiamenti organizzativi dei luoghi di lavoro al fine di renderli ambienti favorevoli al benessere del lavoratore ed alla adozione consapevole di stili di vita salutari per la prevenzione delle malattie croniche.
	Sostenere l'empowerment individuale e di comunità nel setting scolastico;
	Migliorare l'appropriatezza, in termini di efficacia, sostenibilità, multidisciplinarietà ed integrazione, degli interventi di promozione della salute e di prevenzione nei diversi contesti afferenti il "percorso nascita";
	Disegnare una strategia di scala regionale finalizzata a supportare lo sviluppo di comunità locali favorevoli alla salute;
	Diminuire la mortalità specifica e l'incidenza delle patologie tumorali di colon, mammella e cervice uterina;
	Sviluppare strategie regionali, applicare azioni efficaci per la prevenzione delle diverse forme di dipendenza;
	Mantenimento e rafforzamento della sorveglianza;
	Ridurre gli infortuni e delle malattie professionali, promuovere il sostegno alle imprese la formazione alla salute e sicurezza;
Piano Regionale 2014-2018 per la tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro	Ridurre le esposizioni ambientali potenzialmente dannose per la salute.
	Definire intese tra i diversi enti del Sistema Integrato della Prevenzione a potenziamento dell'attività di prevenzione
	Definire e attuare programmi di informazione, assistenza, formazione e controllo con focalizzazione sulle aree e i settori lavorativi a priorità di intervento, individuati in base a criteri di graduazione del rischio;
	Promuovere il cambiamento dei comportamenti dei lavoratori, integrando la cultura della sicurezza e salute sul lavoro nei curricula scolastici;
	Riduzione del fenomeno infortunistico pari o superiore al 25% (sulla base dei dati rilevati nell'annualità 2012);
Riduzione del 25% delle malattie professionali (con particolare attenzione a tumori, disturbi muscolo scheletrici e ei disturbi da stress) pur continuando a favorire l'emersione delle denunce delle stesse.	

²¹ MT: Medicina Tradizionale; MC: Medicina Complementare.

Strumento pianificatorio	Obiettivi
Piano Regionale della Prevenzione Veterinaria 2015-2018	La prevenzione veterinaria, finalizzata alla tutela della salute pubblica, viene perseguita attraverso la programmazione regionale di "obiettivi operativi" annuali nelle seguenti aree di intervento:
	Sicurezza degli alimenti di origine animale;
	Sanità e benessere animale;
	Mangimi ed alimenti zootecnici;
	Gestione dei sottoprodotti di origine animale;
	Tutela sanitaria degli animali d'affezione e prevenzione del randagismo.

Tabella 7-2 Strumenti pianificatori relativi alla Salute pubblica

Stante i temi alla base degli obiettivi posti negli strumenti pianificatori, illustrati nella tabella precedente, questi riguardano principalmente:

- politiche da intraprendere a livello nazionale e regionale per la prevenzione e la promozione della salute;
- azioni da avviare ai fini della prevenzione sui luoghi di lavoro;
- programmi di informazione, assistenza e formazione nei settori lavorativi.

Si è ritenuto, pertanto, che i suddetti Piani non contengano indicazioni pertinenti per l'analisi della componente in esame, visto l'oggetto del SIA.

7.3 Screening delle fonti di disturbo della salute umana

Al fine di determinare le principali patologie che possono incidere sulla salute dell'uomo, la prima operazione svolta riguarda l'individuazione delle potenziali fonti di disturbo derivanti dall'infrastruttura; nello specifico, data la tipologia di interventi previsti dal progetto in esame, sono stati considerati i seguenti fattori di analisi:

- condizioni di vivibilità dei luoghi;
- campi elettromagnetici;
- vibrazioni;
- qualità delle acque;
- qualità dell'aria;
- clima acustico.

Al fine di comprendere quali dei fattori sopracitati sono stati compresi nell'analisi della salute umana e quali invece sono stati esclusi, in quanto trascurabili, non è stato possibile prescindere dagli interventi in progetto previsto dal PSA per l'Aeroporto di Brescia Montichiari.

In primo luogo, la presenza e l'esercizio di un aeroporto, nello specifico dell'Aeroporto di Brescia – Montichiari, certamente pone all'attenzione il tema della vivibilità dei luoghi nel quale lo stesso si inserisce. Ciò può essere visto e percepito in modo soggettivo e pertanto non riconducibile a uno schema di analisi e di lavoro coerente con uno Studio di impatto ambientale, per lo meno secondo

la chiave di lettura fornita dalle attuali norme tecniche in materia. Si è quindi pensato di dover prendere in considerazione solo quegli aspetti che possono essere riferiti ad analisi quantitative e prevedibili anche con il supporto di modellazioni della realtà che si genera con l'intervento.

In questa ottica le condizioni di stato per la presenza dell'uomo, il disturbo alle attività umane, nonché alle condizioni sociali, può essere certamente connotato da quello che è il grado di interferenza legato alle condizioni di mobilità delle persone sul territorio, che come noto è uno dei principali riferimenti per la vivibilità di una porzione di territorio.

Evidentemente il primo obiettivo di tale studio è stato di tipo "dimensionale" ovvero verificare se la rete viaria fosse in grado di supportare lo sviluppo dell'aeroporto, ma una sua lettura integrata è anche in grado di dar conto del fatto che la mobilità del territorio presente all'intorno dello scalo non è compromessa visto il mantenimento di un livello di servizio comunque idoneo.

Per quanto riguarda il tema dei campi magnetici, in virtù del fatto che le modifiche indotte dal PSA non modificano lo stato attuale si ritiene che tale fattore possa essere trascurato e quindi non sviluppato in termini di salute pubblica.

Analoghe, pur se per ragioni differenti, sono le determinazioni assunte in merito agli aspetti legati alle vibrazioni. Infatti, è noto e documentabile da fonti bibliografiche come quella che potrebbe sembrare un'azione generatrice di vibrazioni, che è rappresentata dal momento di toccata degli aeromobili in fase di atterraggio, in effetti è un'azione che genera un'energia non significativa in termini di ripercussioni nel suolo. Nel caso specifico dell'area di intervento se si considerano le caratteristiche geo-litologiche e geotecniche (come ampiamente trattate nella componente Geologia ed acque) si comprende come la pur modesta energia che si genera in detta operazione non trova condizioni adatte alla sua diffusione.

Un'altra potenziale fonte di disturbo derivante dall'infrastruttura sulla componente in esame è quella relativa alla variazione della qualità delle acque, ovvero l'alterazione di falde o la presenza di scarichi in corpi idrici che potrebbero alterarne l'uso potabile.

Per tale motivo si evidenzia che nel PSA è prevista la realizzazione di sistemi gestione sia delle acque meteoriche che delle acque reflue.

Le acque di dilavamento se non raccolte e trattate, potrebbero infatti alterare le caratteristiche qualitative dei corpi idrici ricettori e delle acque di falda; per tale motivo sono state previste idonee reti di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche prevedendo di:

- recuperare per fini non potabili le piogge dalle coperture degli edifici in progetto;
- realizzare in corrispondenza delle superfici ove è probabile lo sversamento di sostanze inquinanti, specifici manufatti di separazione delle acque di prima e seconda pioggia per il trattamento della prima pioggia;
- lasciare penetrare nel terreno le acque provenienti dalle nuove piste di volo e di rullaggio tramite la realizzazione di fasce di infiltrazione superficiali.

Per quanto riguarda la produzione di acque reflue, l'attuale modello di gestione prevede il conferimento di tutti i volumi reflui direttamente nella rete fognaria dinamica, attraverso una rete di condotte afferenti al depuratore privato, situato in prossimità della caserma dei VVF. Una volta terminato il ciclo le acque trattate vengono scaricate nel torrente Garza.

Tale depuratore, il cui scarico nel torrente Garza è autorizzato dalla provincia di Brescia, è annualmente sottoposto ad analisi di controllo del rispetto dei limiti previsti dalla normativa.

Per quanto concerne lo scenario futuro, gli edifici di nuova realizzazione previsti nell'area cargo saranno serviti da una rete fognaria che porterà le portate reflue al depuratore in progetto di proprietà del gestore dell'aeroporto, posto in prossimità dell'area cargo al confine interno del sedime aeroportuale.

Una volta depurate, le portate saranno scaricate nel corpo idrico più vicino compatibilmente alla sua capacità di portata ed al suo regime idrico.

L'impianto di depurazione comprende fasi di trattamento primarie e secondarie tali da restituire un effluente di qualità tale da renderne possibile lo scarico in un corpo idrico superficiale e consente il corretto smaltimento dei materiali di risulta.

Stante la prevista predisposizione dei sistemi di raccolta e di trattamento sia delle acque meteoriche che reflue, si può ragionevolmente considerare trascurabile la trattazione di questo fatto nel seguito di questa componente.

Decisamente differente è il caso delle emissioni atmosferiche e di quelle sonore che invece rappresentano uno dei principali potenziali disturbi connessi alla presenza dell'aeroporto e delle azioni del suo potenziamento. Questi sono fattori evidentemente oggetto specifico di componenti ambientali proprie di uno studio di impatto ambientale, ma in questa sede si riprendono e si evidenziano con una duplice logica.

Da un lato infatti, ai fini della salute umana, sono state eseguite delle analisi e delle simulazioni specifiche non proprie della componente "Aria e clima" e che quindi non troverebbero diversamente altro momento di trattazione, dall'altro un'analisi sinergica dei risultati delle elaborazioni sul rumore consentono di dare un quadro complessivo del clima acustico connesso all'intervento.

7.4 La qualità dell'aria ed il rumore in relazione alla salute umana

Come già espresso, per la valutazione dello stato della salute umana eventualmente interessata dalla realizzazione degli interventi oggetto del presente studio, sono stati individuati due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di disturbo sulla componente in esame: il clima acustico e la qualità dell'aria.

Per quanto concerne il clima acustico nell'ambito dello studio della salute umana, al fine di non avere una semplice ripetizione di quanto già espresso e definito all'interno dell'analisi della componente "Rumore", verranno riportati i soli risultati ai quali si è giunti nello studio della suddetta componente,

in riferimento alla popolazione interessata dalle emissioni acustiche prodotte dall'infrastruttura aeroportuale nello scenario attuale.

Per la qualità dell'aria invece è stato possibile applicare una metodologia che affrontasse il tema delle concentrazioni nell'atmosfera strettamente correlato alla salute umana, che fornisse in modo oggettivo valori tali da poter essere confrontati con determinati valori di riferimento riconosciuti a livello internazionale. In questo modo, a differenza di quanto ottenuto dalle simulazioni effettuate per la specifica componente "Aria e clima" si hanno a disposizione nuovi indicatori declinati specificatamente sulla salute umana, ovvero la stima del rischio cancerogeno e di quello tossicologico ai quali potenzialmente la popolazione residente dell'intorno aeroportuale può essere esposta a causa dell'operatività dell'aeroporto.

Al fine di rendere completo il quadro dello stato qualitativo dell'aria allo scenario attuale sono anche sinteticamente riportati i valori ottenuti dalle simulazioni per le principali sostanze inquinanti non calcolabili attraverso la stima dei due suddetti rischi, ma per le quali comunque esistono dei valori di riferimento stabiliti dalla normativa.

Inquinamento atmosferico

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa italiana come *"ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente"* (art. 268, comma 1 let. a) del D.lgs. 152/2006 e smi).

Si è soliti distinguere gli effetti dell'inquinamento atmosferico in effetti di tipo acuto a breve latenza ed effetti cronici. I primi si manifestano in modo episodico in occasione di picchi d'inquinamento e comportano disturbi che interessano principalmente l'apparato respiratorio ed il sistema cardiovascolare.

Nel lungo termine (dopo anni di esposizione a livelli eccessivi di inquinamento), invece, in alcuni soggetti possono svilupparsi malattie ad andamento cronico (broncopneumopatie croniche, tumori, ecc.). Si rimanda al Par. 7.4.1.1 per approfondimenti sul legame tra patologie ed emissioni atmosferiche.

Inquinamento acustico

Per quanto concerne l'inquinamento acustico, il termine "rumore aeroportuale" identifica tutte le manifestazioni acustiche derivanti dalle operazioni aeroportuali (fasi di decollo, atterraggio, manutenzione, revisione e prove motori degli aeromobili, ecc.), che possono provocare una sensazione generica di fastidio nella popolazione residente nelle aree limitrofe.

Il rumore aeroportuale, quale fenomeno fisico, si inserisce e si somma all'inquinamento acustico normalmente presente negli insediamenti urbani. Si tratta, infatti, di un evento improvviso, di breve durata, caratterizzato da elevati valori di pressione acustica che si sovrappone al rumore ambientale, mascherandolo in modo ricorrente. Il carattere improvviso e la pressione sonora, specie quando il

rumore ambientale è ridotto, come durante le ore notturne, sono alla base della sensazione di fastidio che potrebbe essere percepita nelle zone limitrofe ad un aeroporto.

I nessi intercorrenti tra detta sensazione di fastidio e lo stato di salute trovano riscontro nella definizione di salute formulato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la quale *"la salute è uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattia e di infermità"*.

Secondo quanto riportato nello Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale (SERA) del 2010²², che ha visto coinvolti i Dipartimenti epidemiologici di diverse Regioni, l'ISPRA, le ARPA della regione Lazio, Veneto, Piemonte, Toscana e Lombardia, *"sono stati condotti numerosi studi di laboratorio ed epidemiologici sugli effetti del rumore sulla popolazione che vive nelle vicinanze di aeroporti [...] tali studi indicano che il rumore può avere un impatto, temporaneo o permanente, sulle funzioni fisiologiche dell'uomo"*.

Ovviamente anche per questo aspetto non è possibile dar conto di quello che è il "fastidio" in quanto soggettivo e non riscontrabile in fenomeni stimabili (si tratta di un progetto e quindi necessariamente di elaborazioni mediante schematizzazioni e modellazioni della realtà) e pertanto lo studio si basa su analisi quantitative legate a quelle che sono i possibili approfondimenti sul legame tra patologie e le emissioni acustiche (cfr. Par.7.4.2.1).

Come si vedrà meglio nel Par. 7.6, dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, dalla Regione Lombardia e dalla ATS Brescia, è stato possibile confrontare lo stato di salute dell'ambito provinciale di Brescia con le aree di riferimento definite.

Da tali confronti è possibile affermare che allo stato attuale tra la Provincia di Brescia e le suddette aree di riferimento, non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie eventualmente collegate alle attività afferenti all'opera infrastrutturale in esame.

Non sono, quindi, associabili fenomeni specifici rispetto all'infrastruttura aeroportuale.

Partendo quindi dal presupposto che allo stato attuale la presenza dell'infrastruttura aeroportuale non rappresenta un fattore enfatizzante rispetto al sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione di Brescia nell'ambito della stesura della presente relazione, è stato necessario, per quanto concerne la valutazione degli effetti legati alle emissioni acustiche, prendere atto dell'assenza della zonizzazione acustica dell'Aeroporto di Brescia Montichiari.

Da ciò si può affermare che non è possibile valutare l'incidenza che l'infrastruttura aeroportuale può apportare al clima acustico complessivo, stante la mancanza del presupposto di riferimento attraverso il quale poter comprendere come e in che proporzioni i singoli ricettori sono oggetto di rumore da parte delle molteplici sorgenti presenti nell'area di studio (nella componente rumore sono stati riportati anche dei dati quantitativi al riguardo mediante rilievi in campo) e quindi di poter attribuire ad ogni sorgente che partecipa al rumore complessivo un suo livello da rispettare.

²² Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale, finanziato dal Centro di Controllo delle Malattie (CCM) del Ministero della Salute.

In mancanza di tale strumento ci si è quindi dedicati all'analisi dei risultati ottenuti dallo studio acustico per la valutazione degli effetti sulla componente "Rumore" in termini di rumore aeronautico.

In questa sede si è deciso quindi di riportare esclusivamente i risultati ottenuti dall'analisi del clima acustico in termini di popolazione esposta, nello scenario attuale, già contenuti all'interno dello studio svolto per la componente "Rumore" alla quale si rimanda per approfondimenti, al fine di non ripetere concetti e procedure già trattati per un'altra componente.

7.4.1 Qualità dell'aria

7.4.1.1 Effetti sulla salute dei contaminanti atmosferici

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), tramite l'International Agency for Research on Cancer (IARC), stila ed aggiorna la classifica delle sostanze secondo il loro livello di cancerogenicità; di seguito si riportano le caratteristiche dei quattro gruppi individuati dallo IARC per tali agenti.

Gruppo	Definizione	n. agenti
1	Cancerogeno accertato per l'uomo: vi è sufficiente evidenza di cancerogenicità nell'uomo in studi epidemiologici adeguati.	120
2	2A Probabile cancerogeno per l'uomo, sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza sufficiente negli animali da esperimento.	81
	2B Sospetti cancerogeni per l'uomo, sulla base di evidenza limitata nell'uomo e evidenza non del tutto sufficiente negli animali da esperimento oppure di evidenza sufficiente negli animali ed evidenza inadeguata nell'uomo.	299
3	Non classificati per cancerogenicità sull'uomo.	502
4	Probabilmente non cancerogeno per l'uomo sulla base di evidenze che indicano l'assenza di cancerogenicità nell'uomo e negli animali.	1

Tabella 7-3 Classifica IARC (aggiornata al 2018)

Dall'analisi delle sostanze classificate, sono state estrapolate quelle correlabili alle attività inerenti all'infrastruttura aeroportuale, elencate nella Tabella 7-4.

Sostanza	Gruppo IARC
PM ₁₀	1
PM _{2.5}	1
Benzene - C ₆ H ₆	1
Acetaldeide - C ₂ H ₄ O	2B
Naftalene - C ₁₀ H ₈	2B
Biossido di azoto - NO ₂	2B
Etilbenzene - C ₈ H ₁₀	2B
Stirene - C ₆ H ₅ CH	2B
Toluene - C ₇ H ₈	3
Biossido di zolfo - SO ₂	3

Sostanza	Gruppo IARC
Xilene (-m, -o, -p)	3

Tabella 7-4 Inquinanti inerenti l'opera aeroportuale e le attività connesse

Tale identificazione degli inquinanti rappresenta il primo step della procedura del *risk assessment*, il quale ha l'obiettivo di individuare le specifiche sostanze chimiche che per i loro potenziali effetti avversi sulla salute umana sono da includere nella stima. Per tale selezione, sono state scelte, tra le sostanze appartenenti ai gruppi 1, 2A, 2B e 3 dalla classifica IARC, quelle che possono avere origine in un'infrastruttura aeroportuale.

Di seguito per ciascuna sostanza si riporta una sintesi descrittiva e gli eventuali effetti sulla salute umana ad esse correlate.

Polveri Inalabili (PM₁₀) e Polveri Respirabili (PM_{2,5})

La frazione più fine (PM₁₀ e PM_{2,5}) del PTS risulta quella più pericolosa in quanto in grado di superare le barriere naturali del sistema respiratorio e di penetrare direttamente nei polmoni.

Le particelle fra circa 5 e 2,5 µm si depositano prima dei bronchioli e quelle con diametro inferiore a 2,5 µm sono in grado di penetrare profondamente nei polmoni.

L'inalazione di particelle metalliche può danneggiare anche il sistema nervoso e quello circolatorio: il pericolo è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue.

Ossidi di Azoto (NO_x -NO₂)

In atmosfera sono presenti diverse specie di ossidi di azoto, tuttavia per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che indica la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

Il monossido di azoto (NO) è da ritenersi a tossicità estremamente bassa mentre il biossido di azoto (NO₂) presenta problemi di maggior rilevanza essendo 4÷5 volte più tossico del primo.

Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti ed altri.

La principale fonte di ossidi di azoto è l'azione batterica. L'emissione di origine antropica ha però la caratteristica di essere presente ad alte concentrazioni in aree urbane ad elevato traffico, soprattutto a causa dei motori diesel.

L'NO₂ è un irritante polmonare, disturba la ventilazione, inibisce la funzione polmonare, incrementa la resistenza delle vie aeree, indebolisce la difesa contro i batteri, danneggia il sistema macrofagico,

provoca edema polmonare, inattiva il sistema enzimatico cellulare, denatura le proteine e provoca le perossidazioni dei lipidi.

Gli ossidi di azoto possono inoltre essere adsorbiti sulla frazione inalabile del particolato. Queste particelle hanno la possibilità di raggiungere attraverso la trachea e i bronchi, gli alveoli polmonari (dove avvengono gli scambi di ossigeno e biossido di carbonio tra apparato respiratorio e sangue) provocando gravi forme di irritazione e, soprattutto nelle persone deboli, notevoli difficoltà di respirazione anche per lunghi periodi di tempo.

Ossidi di Zolfo ($SO_x - SO_2$)

Normalmente gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono l'anidride solforosa (SO_2) e l'anidride solforica (SO_3); questi composti vengono anche indicati con il termine comune SO_x .

L'anidride solforosa o biossido di zolfo rappresenta l'inquinante atmosferico per eccellenza essendo il più diffuso, uno dei più aggressivi e pericolosi, ed emesso in maggior quantità dalle sorgenti antropogeniche.

Deriva dalla ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione delle sostanze che contengono questo elemento sia come impurezza (come i combustibili fossili) che come costituente fondamentale.

Tra i principali effetti sanitari di questi inquinanti si segnala l'arrossamento delle mucose delle prime vie respiratorie fino a bronchiti croniche. Particolarmente sensibili all'effetto degli ossidi di zolfo sono le persone con problemi asmatici.

Indirettamente, poiché aggrava la funzione respiratoria, questo inquinante ha effetti anche sul sistema cardiovascolare. Può agire anche in sinergia con le polveri fini.

Composti organici volatili – COV

La classe dei composti organici volatili, (COV) o VOC (dall'inglese Volatile Organic Compounds) comprende diversi composti chimici a base di carbonio, formati da molecole dotate di gruppi funzionali diversi, aventi comportamenti fisici e chimici differenti, ma caratterizzati da una certa volatilità.

In genere si usa distinguerli in base alla presenza di metano (CH_4), ovvero tra composti metanici (COVM) e gli altri composti organici, genericamente definiti come non metanici (COVNM).

Le emissioni sono principalmente dovute alla combustione incompleta degli idrocarburi, all'evaporazione di solventi e carburanti; tale classe di sostanze può dar luogo a disturbi nervosi, leucemia, ma soprattutto potrebbero aumentare il rischio di cancro.

Combinati con altri agenti inquinanti potrebbero contribuire alla formazione di malattie del sangue.

L'aeroporto è una fonte di emissione di inquinanti aerodispersi complessa; i principali inquinanti atmosferici, prodotti e rilasciati in atmosfera in un aeroporto, derivano da processi di combustione,

a cui si aggiungono come sorgente le attività indicate con la sigla *GSE* (*Ground Support Equipment*), che affiancano l'aeromobile dal momento dell'atterraggio fino al successivo decollo; tra queste possiamo citare le più comuni come i mezzi di trasporto per l'imbarco dei passeggeri, i mezzi adibiti al carico e scarico merci, i rimorchiatori degli aeromobili che li guidano negli spostamenti, i deicers.

I principali inquinanti connessi al suddetto gruppo di sorgenti sono rappresentati dagli ossidi di azoto (NO_x) e di zolfo (SO_x), dal particolato (PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$) e dai Composti Organici Volatili (COV).

Si evidenzia che nella procedura di risk assessment, come meglio specificato in seguito (cfr. par.7.4.1.2), non è stato valutato il rischio connesso all'esposizione al Particolato, poiché nelle metodologie definite dalle istituzioni che si occupano di dispersione di inquinanti in atmosfera (in particolare l'EPA), tale inquinante non viene incluso.

Anche per quanto concerne il biossido di azoto e di zolfo non sarà calcolato il rischio, poiché, come afferma l'US EPA, sono disponibili già degli standard di qualità dell'aria; nel caso della normativa nazionale si farà riferimento a quanto dettato dal D.Lgs. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Per darne conto saranno quindi riportati i risultati delle simulazioni di dispersione dei suddetti inquinanti, così da evidenziare eventuali superamenti dei limiti stabiliti dalla norma.

7.4.1.2 Risk assessment

Per la trattazione specifica della componente si è preferito porre l'attenzione sull'impiego di una metodologia legata agli aspetti strettamente correlati alla salute umana: si è quindi scelto, per quanto concerne gli eventuali effetti sulla salute umana legati alle emissioni in atmosfera, di utilizzare un metodo che potesse essere il più possibile oggettivo, che fornisse dei valori quantificabili, e che si basasse su una metodologia riconosciuta in ambito internazionale per la valutazione degli impatti sanitari.

A tal fine si è scelto di adottare le procedure proposte dall'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US-EPA) le quali permettono di stimare l'impatto sulla salute umana mediante l'applicazione di apposite equazioni e il successivo confronto con valori limiti imposti.

Tale metodologia si basa sulla stima di due indicatori:

- il rischio sanitario cancerogeno R_C ;
- il rischio sanitario tossicologico R_T ;

e il loro successivo confronto con i valori limite di riferimento.

La stima del rischio cancerogeno (R_C), secondo la metodologia proposta dalla Agenzia Protezione Ambientale degli USA (US EPA), consiste nell'integrazione del valore della dose media giornaliera assunta con l'informazione tossicologica quantitativa, ovvero con il fattore *IUR* (Inhalation Unit Risk)

che rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore nel tempo vita, all'interno di una ipotetica popolazione, nella quale tutti gli individui sono esposti continuamente alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di sostanza cancerogena nell'aria che respirano.

Se ne deduce che il rischio per le sostanze cancerogene è dato dalla formula:

$$R_{C_i} = DS_i \cdot IUR_i \quad (1)$$

Dove:

- R_{C_i} rappresenta il rischio cancerogeno per inalazione, definito come la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita causati dall'esposizione alla sostanza i-esima;
- DS_i è la dose inalatoria riferita alla sostanza i-esima [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- IUR_i rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore nel tempo di vita "life time" [$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$].

Per i valori del fattore IUR_i delle sostanze in esame si rimanda al paragrafo 7.8.1.1 in cui è riportata la specifica Tabella 7-32.

Sempre seguendo la metodologia proposta dalla US EPA, per le sostanze non cancerogene l'indice di rischio (R_T) è ottenuto dall'applicazione della seguente espressione:

$$R_{T_i} = DS_i / RfC_i \quad (2)$$

Dove:

- R_{T_i} rappresenta il rischio tossicologico per inalazione causati dall'esposizione alla sostanza i-esima;
- DS_i è la dose inalatoria riferita alla sostanza i-esima [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- RfC_i rappresenta la concentrazione per la quale si ritiene non produca effetti indesiderati nella popolazione generale [(mg/m^3)].

Per i valori del fattore RfC_i delle sostanze in esame si rimanda al paragrafo 7.8.1.2 in cui è riportata la specifica Tabella 7-36.

Quindi, al fine di calcolare i due rischi sanitari è necessario conoscere i rispettivi valori della dose inalatoria DS_i , ovvero quello che, secondo il modello proposto dall'EPA rappresenta la dose inalatoria media giornaliera assorbita dalla popolazione potenzialmente esposta, la quale viene calcolata sulla base delle concentrazioni stimate usando la seguente equazione:

$$DS_i = \frac{C_{aria_i} \cdot EF \cdot ED}{AT \cdot 365} \quad (3)$$

Dove:

- DS_i rappresenta la dose inalatoria riferita alla sostanza i-esima [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- C_{aria_i} rappresenta la concentrazione media annuale dell'inquinante i-esimo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- EF è la frequenza di esposizione, assunta pari a 350 giorni/anno;

- ED è la durata di esposizione, assunta pari a 40 anni;
- AT rappresenta il periodo sul quale l'esposizione è mediata ed è pari a 70 anni per il calcolo del rischio cancerogeno, pari a 40 anni per il rischio tossicologico.

Al fine di determinare le concentrazioni C_{aria_i} , è stato utilizzato il modello EDMS, così come per la stima degli impatti sulla componente "Aria e clima", che come noto è il software realizzato dalla FAA (Federal Aviation Administration) in collaborazione con la USAF (U.S. Air Force) ed è attualmente il modello più utilizzato per studiare la dispersione dell'inquinamento atmosferico prodotto da un aeroporto.

L'utilizzo di EDMS consente l'analisi delle concentrazioni attraverso l'uso del software diffusionale Aermod, il quale permette l'analisi delle diffusioni degli inquinanti a partire dalla definizione dei dati progettuali e dei dati ambientali. Tra i dati ambientali analizzati, utili alla definizione del modello stesso, vi sono i parametri orografici (che per la specificità del sito in esame è stata una configurazione di tipo *flat*) e di tipo meteorologico, considerando l'intera annualità 2017 registrata dalla centralina meteorologica dell'aeronautica militare nella stazione di Brescia Montichiari.

Con riferimento ai dati progettuali si ricorda come, per applicare tale modello alla situazione reale dell'aeroporto, è stato necessario ricostruire il layout aeroportuale e schematizzarne il funzionamento.

Si è quindi definito all'interno del modello:

- il layout aeroportuale in termini di Piste e Taxiway;
- il traffico annuale specificando la flotta aeromobili in termini di tipologia, cicli LTO, piste utilizzate per i decolli e gli atterraggi, l'operatività dell'aeroporto in termini di flussi orari, giornalieri e mensili;
- il layout dei gate al fine di poter attribuire la corretta percentuale di elettrificazione e i relativi GSE in funzione della tipologia, remoto o di contatto;
- tutte le sorgenti puntuali e stazionarie presenti all'interno del sistema aeroportuale.

Una sintesi del funzionamento del modello EDMS e dei suoi dati di input che hanno permesso la definizione degli elementi utili all'applicazione della metodologia in oggetto, è riportata al successivo paragrafo.

Per quanto concerne la stima dei due rischi gli inquinanti selezionati sono:

- per il rischio cancerogeno:
 - Benzene,
 - Formaldeide
 - Acetaldeide,
 - Etilbenzene,
 - Stirene,
 - Naftalene.
- per il rischio tossicologico:
 - Benzene,

- Formaldeide,
- Etilbenzene,
- Acetaldeide,
- Stirene,
- Naftalene,
- Toluene,
- m-Xilene,
- o-Xilene,
- p-Xilene.

La scelta degli inquinanti da stimare, così come meglio definito nel Par. 7.4.1.1 è stata definita estrapolando dalla classifica stilata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), tramite l'International Agency for Research on Cancer (IARC), nella quale sono presenti tutte le sostanze suddivise secondo il loro livello di cancerogenicità, quegli inquinanti correlabili alle attività inerenti all'infrastruttura aeroportuale.

In particolare, per il calcolo del rischio cancerogeno sono stati considerati gli inquinanti ricadenti nelle classi 1 e 2 della Classifica IARC, ovvero le sostanze considerate rispettivamente cancerogene e probabilmente cancerogene; per il rischio tossicologico, oltre alle due classi già citate, sono stati valutati anche gli inquinanti catalogati come non cancerogeni ma potenzialmente tossici (classe 3).

In seguito alla scelta delle sostanze da analizzare, si è proceduto all'estrapolazione dei suddetti inquinanti dalla frazione di TOG secondo le "mass fraction" indicate nel documento *"Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Aircraft Equipped with Turbofan, Turbojet, and Turboprop Engines – EPA & FAA Versione 1.0 maggio 2009"*.

Per quanto concerne i GSE, non essendo presenti in letteratura fonti relative alla composizione dei gas organici per tali sorgenti si è scelto di assimilarle al traffico pesante stradale; molti dei mezzi GSE infatti sono rappresentati da mezzi pesanti (camion e autobus) e pertanto associabili a tali categorie.

Quindi è stata determinata la quota parte di "mass fraction" delle sostanze in analisi presenti nei COV desunte dal *"Emission Guide Book 2009 – Exhaust emissions from road transport – Updated May 2012 – Section 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii"*.

In tale documento viene fornita la composizione delle diverse sostanze in relazione sia alla tipologia di carburante sia alla tipologia di veicolo considerato.

Si evidenzia che nel calcolo dei due indici di rischio, non è stata considerata l'esposizione al Particolato, poiché nelle procedure di risk assessment definite dalle istituzioni che si occupano di dispersione di inquinanti in atmosfera (in particolare l'EPA), tale inquinante non viene incluso.

Anche per quanto concerne il biossido di azoto (NO_x) e di zolfo (SO_x), non è calcolato il rischio, poiché, come afferma l'US EPA, sono disponibili già degli standard di qualità dell'aria; nel caso della normativa nazionale si farà riferimento a quanto dettato dal D.Lgs. 155/2010 "Attuazione della

direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" inerenti alla protezione della salute umana.

Per darne conto, saranno riportati i risultati delle simulazioni di dispersione dei suddetti inquinanti, così da evidenziare eventuali superamenti dei limiti stabiliti dalla norma.

Di seguito si riporta uno schema riassuntivo della procedura applicata per la stima del livello qualitativo dell'aria.

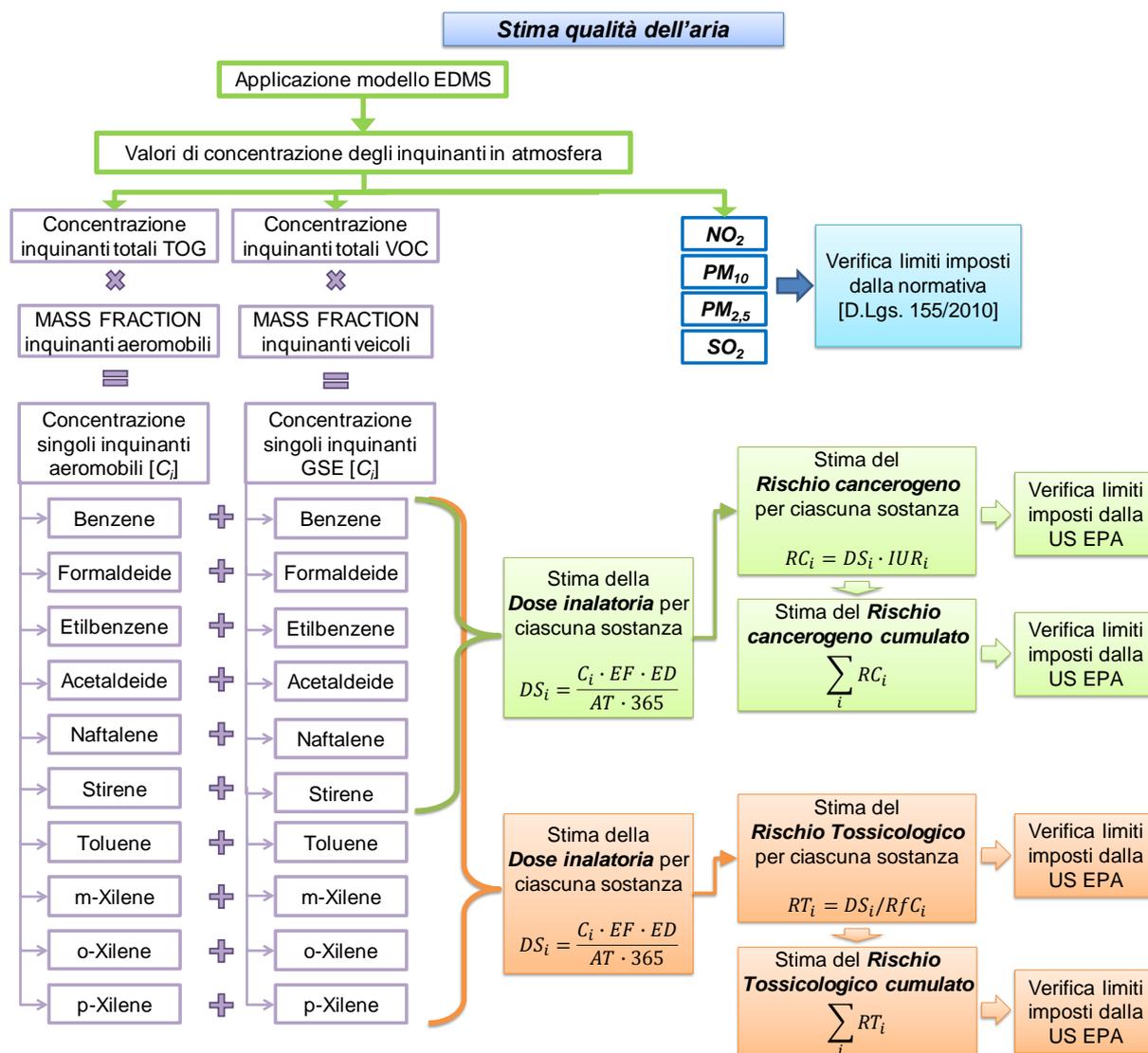


Figura 7-1 Schematizzazione del processo metodologico per la stima della qualità dell'aria

7.4.1.3 Stima della dispersione attraverso modelli diffusionali

Secondo quanto indicato nel paragrafo precedente, il secondo step della procedura di risk assessment è la stima della dispersione attraverso modelli diffusionali che determinano il livello di esposizione dei recettori umani alle sostanze individuate.

Il modello utilizzato è l'EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System): in maniera schematica si distinguono due grossi moduli, uno relativo alla trattazione dei fenomeni di emissione (Emission Module) e l'altro relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera (Dispersion Module).

Nel primo modulo avviene la stima della quantità e delle tipologie di inquinanti immesse in atmosfera da ogni singola sorgente. Una volta determinata la quantità di inquinante in atmosfera, il secondo modulo genera dei file di input utilizzabili dal modello di dispersione AERMOD con il suo preprocessore meteorologico AERMET, al fine di restituire le concentrazioni orarie degli inquinanti nei punti recettori precedentemente definiti a diverse distanze dalle sorgenti.

Per approfondimenti sull'utilizzo del modello si rimanda al capitolo relativo alla componente Aria e clima, nella quale sono individuati gli input del modello in termini di sorgenti e di input meteorologici.

Per la stima delle concentrazioni sono state prese in considerazione come output del modello due diversi gruppi di composti organici: da un lato i *Total Organic Gases* (TOG) per quanto concerne il traffico aereo, dall'altro i *Volatile Organic Compounds* (VOC) per quanto riguarda i mezzi di supporto alle attività aeronautiche.

Tale scelta risiede nel fatto che, essendo i traffici aerei intesi a scala internazionale, sono state prese in considerazione le percentuali di massa delle singole sostanze (ovvero la frazione di massa della sostanza *i*-esima rispetto alla massa della miscela totale) fornite dall'Environmental Protection Agency (EPA) degli Stati Uniti, la quale propone tali percentuali di massa in funzione delle totalità di gas organici (TOG)²³.

Dall'altro lato si è preferito scegliere, per quanto concerne i mezzi *GSE* (ovvero i mezzi di trasporto per l'imbarco dei passeggeri, quelli adibiti al carico e scarico merci, i rimorchiatori degli aeromobili che li guidano negli spostamenti, ecc.), una agenzia che facesse riferimento ad un parco macchine confrontabile con quello nazionale, quindi sono state prese in esame le percentuali fornite dall'European Environment Agency (EEA)²⁴, le quali sono indicate in riferimento ai composti organici volatili (COV).

Nello specifico il modello di simulazione EDMS permette la definizione delle emissioni dei principali inquinanti generati dal sistema aeroportuale. Al fine di poter effettuare la valutazione sulla salute umana, e nello specifico valutare il rischio tossicologico e cancerogeno, oltre agli inquinanti analizzati per la componente Aria e clima (NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} e SO_x) sono stati valutati i TOG (Total Organic Gas), ovvero i gas organici prodotti dal sistema aeroportuale considerato.

²³ <http://www.epa.gov/nonroad/aviation/420r09901.pdf>: "Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Aircraft Equipped with Turbofan, Turbojet, and Turboprop Engines".

²⁴ <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>: "Air pollutant emission inventory guidebook 2016", Parte 1.A.3.b.

I TOG comprendono molte classi ed è possibile distinguere diversi sottoinsiemi, come riportato in Figura 7-2²⁵.

Dal punto di vista della metodologia in oggetto l'esame di TOG ha permesso di identificare le sostanze utili alla definizione del rischio cancerogeno e tossicologico attraverso una prima analisi emissiva delle sorgenti.

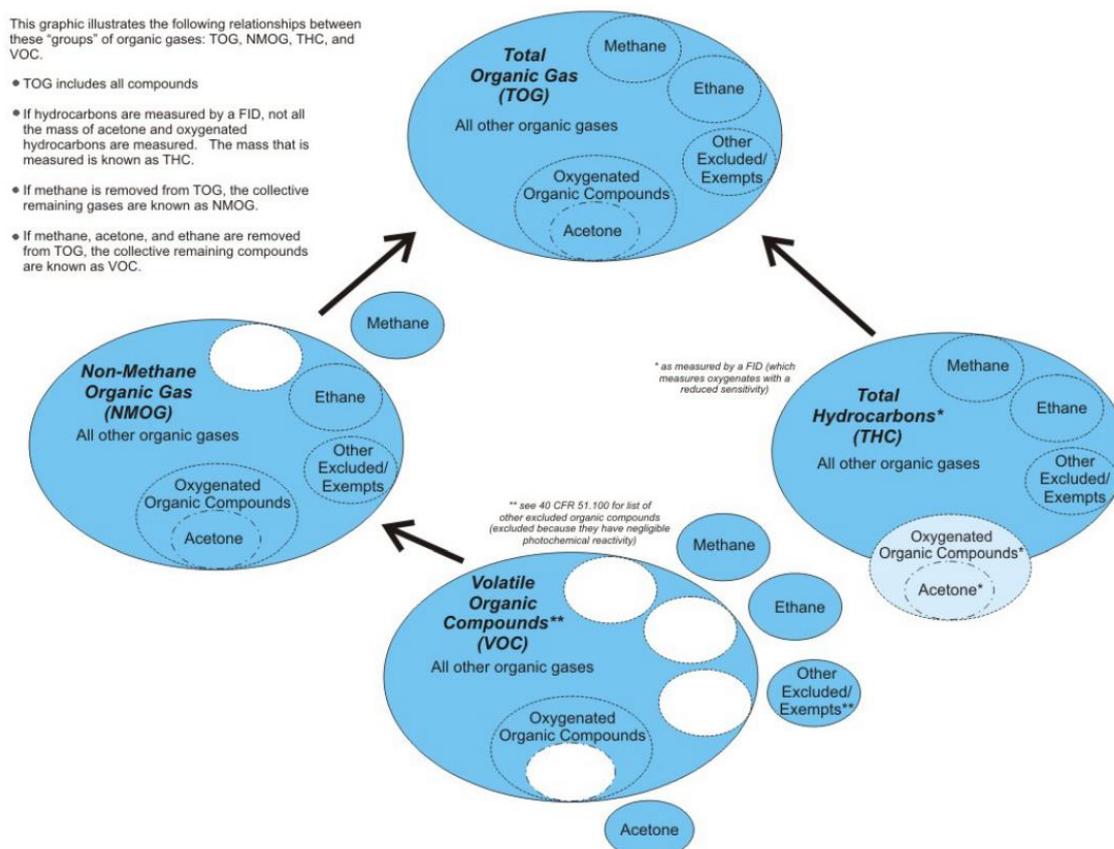


Figura 7-2 Suddivisione TOG – NMOG – THC – COV (Fonte: EPA & FAA)

Quanto effettuato è stato quindi una valutazione totale delle emissioni in termini di TOG emessi dalle varie sorgenti aeroportuali suddivise in:

- sorgenti aeromobili;
- sorgenti puntuali e stazionarie;
- ground support equipment (GSE).

Per la valutazione di tali input si rimanda alla già citata componente "Aria e clima". Dall'analisi di tali emissioni è emerso come i principali responsabili fossero gli aeromobili e i GSE.

In coerenza a quanto visto per gli altri input si rimanda alla componente Aria e clima per un maggior dettaglio della composizione del traffico GSE e dei relativi fattori di emissione.

²⁵ Fonte: Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Aircraft Equipped with Turbofan, Turbojet, and Turboprop Engines – EPA & FAA

Definite le principali sorgenti responsabili della produzione delle sostanze analizzate nella presente metodologia, sono state definite le concentrazioni sui singoli ricettori.

Tali concentrazioni sono state analizzate secondo il seguente iter logico-operativo: per il traffico aeromobili sono stati analizzati i TOG, mentre per i GSE sono stati analizzati i COV.

Sul singolo ricettore è stata poi effettuata la somma dei singoli contributi al fine di determinare il valore totale di inquinante utile alla definizione del rischio cancerogeno e tossicologico.

La distinzione nell'output, come in parte già espresso precedentemente, deriva da una duplice esigenza: da un lato l'emissione prodotta dal traffico GSE associata ai COV, dall'altro la necessità di riferirsi ad una composizione tipologica per la selezione delle frazioni delle diverse specie di inquinanti contenute sia nei TOG che nei VOC e che sono prodotte in maniera diversa in funzione del tipo di combustibile utilizzato e della sorgente stessa che li produce.

Si rimanda al capitolo relativo alla componente "Aria e clima" per approfondimenti sugli input implementati nel modello di simulazione.

La scelta dei ricettori sui quali stimare i due indicatori relativi ai rischi sanitari, è stata effettuata prendendo in considerazione gli stessi punti individuati per la componente "Aria e clima" (cfr. Tabella 7-5 e Figura 7-3) a cui si rimanda per i dettagli.

Cod	Coordinate		Criterio di scelta
	X	Y	
R1	605783	5029415	Nucleo abitativo in prossimità di testata 32
R2	606479	5030545	Nucleo abitativo in prossimità di testata 32
R3	606664	5031927	Nucleo abitativo posto ad est rispetto alla pista di volo
R4	603574	5034143	Nucleo abitativo posto a nord est rispetto alla pista di volo
R5	601652	5035278	Punto ricettore rappresentativo dell'agglomerato di Castenedolo
R6	600587	5028759	Punto ricettore rappresentativo dell'agglomerato di Ghedi
R7	602901	5028323	Nucleo abitativo posto a sud ovest rispetto alla pista di volo
R8	608519	5030035	Punto ricettore rappresentativo dell'agglomerato di Montichiari

Tabella 7-5 Ricettori scelti



Figura 7-3 Localizzazione ricettori puntuali

7.4.2 Clima acustico

7.4.2.1 Effetti patogeni del rumore

Per quanto concerne la correlazione esistente tra esposizione al rumore di origine aeroportuale ed effetti sulla salute, occorre tener presente che la risposta al rumore varia di molto da un soggetto all'altro per molteplici ragioni.

Alcune delle risposte sono di tipo soggettivo e quindi difficili da verificare e quantificare. Ad esempio, le alterazioni descritte come "fastidio/disturbo" sono il più delle volte effetti "riferiti", rilevati con interviste condotte mediante questionari e quindi con ampi margini di incertezza.

Secondo alcuni studi, è improbabile che esista un rapporto lineare, costante per ogni individuo, tra livello di rumore ed effetti di disturbo per stimoli acustici di modesta intensità. Altri elementi di complessità vengono da studi indicanti che le risposte al rumore da traffico aereo non sono comparabili con quelle riportate in scenari di inquinamento acustico d'altro tipo, es. rumore da traffico veicolare (EAA, 2010).

L'inquinamento acustico può portare ad altri effetti indesiderati come irritabilità, stanchezza, mal di testa, calo di performance e in generale di un'alterazione psicofisica che prende il nome *annoyance*. In una popolazione abitualmente esposta a livelli eccessivi di rumore infatti, un numero più o meno cospicuo di soggetti lo percepirà come interferenza per la qualità della vita e come causa di diminuito

comfort, sviluppando perciò un senso di avversione ad esso. All'interno di questo sottogruppo "sensibile" è più facile che si sviluppino effetti somatici, ed interferenze con le funzioni del sistema nervoso.

In una frazione ancora più piccola della popolazione esposta, questi effetti fisiologici possono diventare nel tempo una vera noxa patogena, inducendo o favorendo sindromi cliniche, specie in ambito cardiovascolare.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva degli eventuali effetti dovuti al rumore correlati alla dimensione socio-sanitaria di riferimento.

Effetto	Dimensione socio-sanitaria
Disturbo, fastidio	Psicosociale, qualità di vita
Disturbo del sonno	Effetti somatici, qualità di vita
Ridotta capacità di concentrazione	Salute psicofisica
Cardiopatía ischemica	Effetti clinici
Aumento pressione arteriosa	Effetti fisiologici

Tabella 7-6 Principali effetti dovuti al rumore

7.4.2.2 *Clima acustico in ambito aeroportuale*

Lo studio finalizzato alla valutazione degli impatti acustici indotti dalle sorgenti aeronautiche considera quali principali fonti emmissive gli aeromobili durante le fasi di atterraggio e di decollo. Rispetto quindi a tale componente emmissiva si definiscono i principali aspetti necessari alla caratterizzazione della sorgente aeronautica ovvero gli aspetti qualitativi e quantitativi associati alla composizione della flotta (numero di movimenti, tipologia di velivoli, etc.) e le modalità di utilizzo delle piste di volo (atterraggi, decolli, rotte e procedure di volo, etc.).

Quale periodo di osservazione, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento, si considera il giorno medio delle tre settimane di maggior traffico individuate secondo i criteri prestabiliti dal DM 31 ottobre 1997. Tale Decreto costituisce infatti la norma specifica che disciplina il rumore aeroportuale attraverso l'indice di valutazione LVA.

E' pur vero che un'attenta lettura dell'insieme delle norme nel campo del rumore ambientale mette in evidenza che per le fasce di pertinenza delle infrastrutture (e questo è detto in modo esplicito per altre sorgenti quali strade e ferrovie e molto meno per gli aeroporti dove la norma di settore non lo richiama) la zona "oltre", considerata quella non normata la sorgente in questione, concorre come tutte le altre al rumore complessivo e in tale logica deve essere rispettato il valore di zona attribuita dalla classificazione acustica comunale.

Allo scopo occorre segnalare però che l'interesse del processo di verifica passa attraverso un ulteriore tassello che è rappresentato dai piani di risanamento comunali. Questi hanno proprio l'obiettivo di comprendere come e in che proporzioni i singoli ricettori sono oggetto di rumore e quindi può

attribuire ad ogni sorgente che partecipa al rumore complessivo un suo livello da rispettare. In mancanza di tale strumento ci si può limitare all'esame del contributo specifico.

Le analisi acustiche sono state sviluppate mediante specifici software di modellazione acustica quali INM (Integrated Noise Model) per il rumore aeronautico.

Si rimanda al capitolo relativo alla componente Rumore per approfondimenti sui modelli utilizzati.

7.5 Distribuzione della popolazione e contesto demografico

Il presente paragrafo riporta l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale, provinciale e comunale.

Secondo i dati dell'Istat²⁶, riferiti all'anno 2017, la popolazione residente in Lombardia è di 10.078.715 abitanti, dei quali 4.852.026 sono uomini e 5.126.689 donne.

Età	Regione Lombardia		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	219.081	207.460	426.541
5-14 anni	496.964	467.850	964.814
15-24 anni	483.077	446.134	929.211
25-34 anni	541.806	527.334	1.069.140
35-44 anni	734.977	716.268	1.451.245
45-54 anni	839.215	825.753	1.664.968
55-64 anni	678.828	658.928	1.337.756
65-74 anni	510.570	574.333	1.084.903
75+ anni	447.508	702.629	1.150.137
<i>Totale</i>	<i>4.852.026</i>	<i>5.126.689</i>	10.078.715

Tabella 7-7 Popolazione residente in Lombardia distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: HFA 2018 - anno 2017)

²⁶ Sistema informative territoriali su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a dicembre 2018

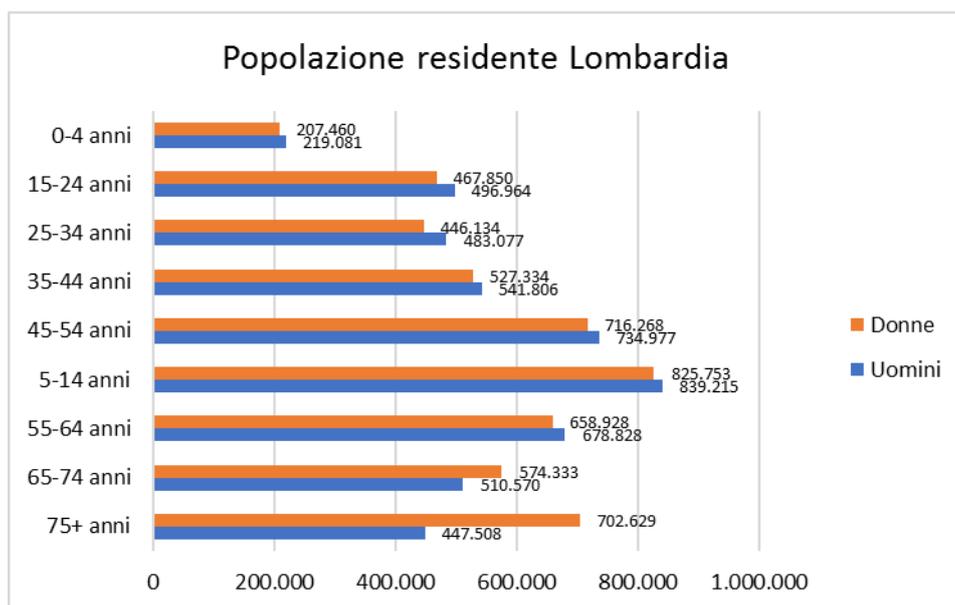


Figura 7-4 Composizione della popolazione residente in Lombardia distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat 2017)

Nella tabella seguente si riportano i dati relativi al 2017 delle dodici province della regione Lombardia, in termini di numero di residenti, distinti per tipologia.

Province	Uomini	Donne	Totale
Varese	433.182	457.104	890.286
Como	293.726	306.020	599.746
Sondrio	88.934	92.486	181.420
Milano	1.562.340	1.664.090	3.226.430
Bergamo	550.394	560.091	1.110.485
<i>Brescia</i>	<i>621.500</i>	<i>641.040</i>	1.262.540
Pavia	266.395	280.136	546.531
Cremona	176.255	182.696	358.951
Mantova	202.159	210.028	412.187
Lecco	167.094	172.217	339.311
Lodi	113.095	116.457	229.552
Monza e della Brianza	425.953	444.326	870.279
<i>Totale</i>	4.901.027	5.126.691	10.027.718

Tabella 7-8 Numero di residenti in Lombardia distinti per provincia (fonte: HFA 2018 - anno 2017)

Dal confronto con i dati registrati dall'Istat per le dodici province Lombarde, dopo la provincia di Milano, quella di Brescia risulta essere quella con il più alto numero di abitanti.



Figura 7-5 Confronto della popolazione residente nelle dodici province della Lombardia (fonte HFA 2018 – anno 2017)

La Provincia di Brescia, con un totale dei residenti pari a 1.262.540, rappresenta come detto, la seconda provincia della Lombardia per numero di abitanti. Nella tabella seguente è riportata la suddivisione per fasce di età.

Età	Provincia di Brescia		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	28.101	27.151	55.252
5-14 anni	66.091	62.398	128.489
15-24 anni	63.989	59.089	123.078
25-34 anni	68.530	67.382	135.912
35-44 anni	93.614	90.943	184.557
45-54 anni	105.985	101.626	207.611
55-64 anni	79.677	80.922	160.599
65-74 anni	63.637	69.025	132.662
75+ anni	51.875	82.505	134.380
Totale	621.499	641.041	1.262.540

Tabella 7-9 Popolazione residente nella Provincia di Brescia distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: HFA 2018 - anno 2017)

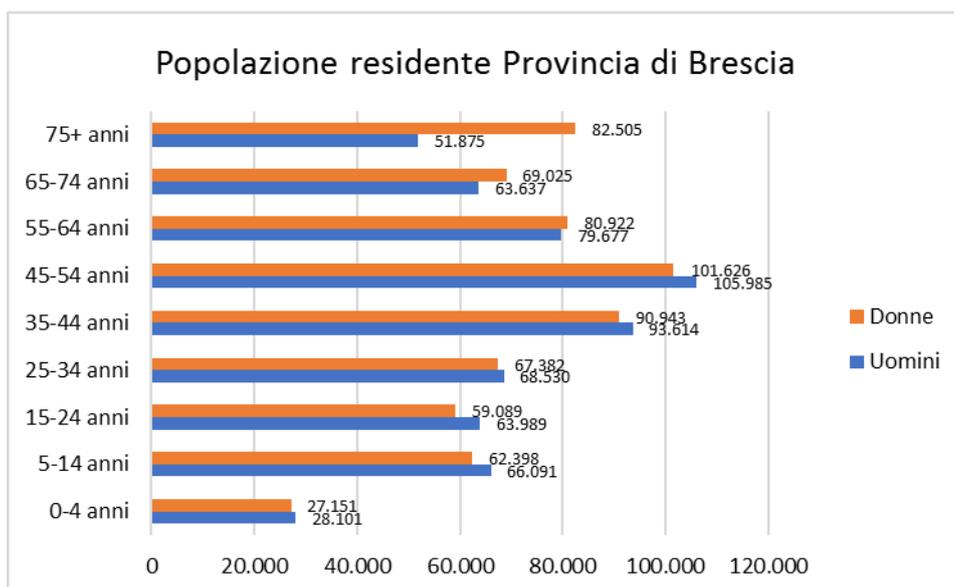


Figura 7-6 Composizione della popolazione residente nella Provincia di Brescia distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: HFA 2018 – anno 2017)

Entrando nel dettaglio dell'area di studio relativa all'Aeroporto di Brescia Montichiari, i Comuni interessati sono: Castenedolo, Montichiari (in cui è ubicato il sedime aeroportuale), Ghedi e, in minima parte, Carpenedolo (cfr. Figura 7-7).



Figura 7-7 Comuni interessati dall'area di studio

Di seguito un'immagine relativa alla densità abitativa: nei Comuni interessati dall'ambito di studio, la densità è compresa nelle fasce basse, caratterizzate principalmente da 101 ÷ 200 ab/km² e 101 ÷ 400 ab/km² per il comune di Castenedolo.

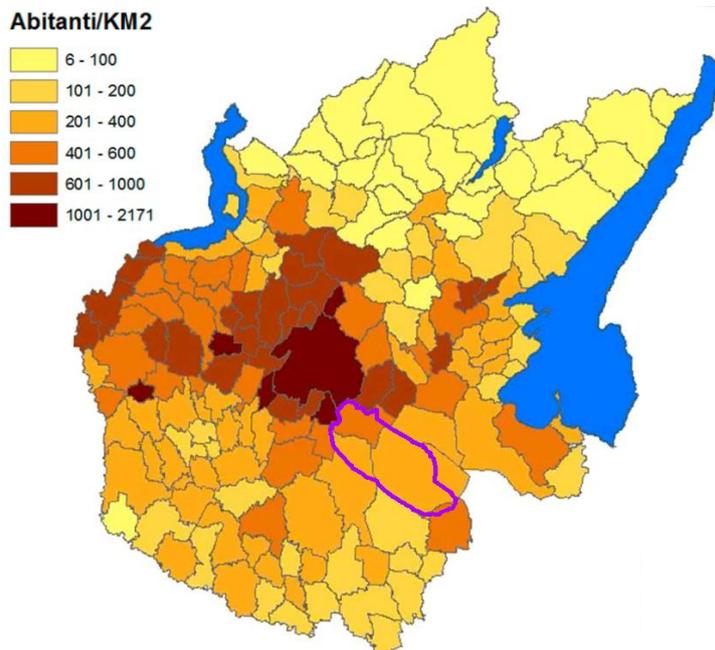


Figura 7-8 Densità abitativa Ats Brescia (elaborazione immagine da "Rapporto sintetico sullo stato di salute della popolazione bresciana – anno 2016")

A conferma di questa distribuzione abitativa, si rimanda alla visione della tavola P2_T10 "Carta dell'uso del suolo", relativa ai dati forniti dalla regione Lombardia in merito alla banca dati "Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali" (DUSAF), dalla quale si evince come il territorio in esame sia quasi completamente caratterizzato da aree destinate a seminativi, con la presenza di alcune aree a prato permanente e di cave.

Nelle tabelle seguenti è riportata la composizione della popolazione nei quattro suddetti Comuni suddivisa per fasce di età.

Età [anni]	Castenedolo						Montichiari					
	Uomini		Donne		Totale		Uomini		Donne		Totale	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
0-4	302	5,3	273	4,7	575	5,0	693	5,49	711	5,66	1404	5,57
5-9	313	5,5	311	5,4	624	5,4	774	6,13	763	6,07	1.537	6,10
10-14	340	6,0	298	5,2	638	5,6	725	5,74	676	5,38	1.401	5,56
15-19	301	5,3	271	4,7	572	5,0	657	5,20	619	4,92	1.276	5,06
20-24	259	4,5	226	3,9	485	4,2	594	4,70	611	4,86	1.205	4,78
25-29	282	5,0	264	4,6	546	4,8	736	5,83	694	5,52	1.430	5,68
30-34	300	5,3	352	6,1	652	5,7	895	7,09	856	6,81	1.751	6,95
35-39	452	7,9	427	7,4	879	7,7	1032	8,17	936	7,45	1.968	7,81
40-44	563	9,9	528	9,2	1.091	9,5	1190	9,42	1.111	8,84	2.301	9,13
45-49	535	9,4	495	8,6	1.030	9,0	1187	9,40	1.063	8,46	2.250	8,93
50-54	447	7,8	433	7,5	880	7,7	946	7,49	860	6,84	1.806	7,17
55-59	339	6,0	320	5,6	659	5,8	730	5,78	753	5,99	1.483	5,89
60-64	283	5,0	294	5,1	577	5,0	604	4,78	610	4,85	1.214	4,82
65-69	301	5,3	335	5,8	636	5,6	584	4,63	599	4,76	1.183	4,69
70-74	226	4,0	255	4,4	481	4,2	455	3,60	509	4,05	964	3,83

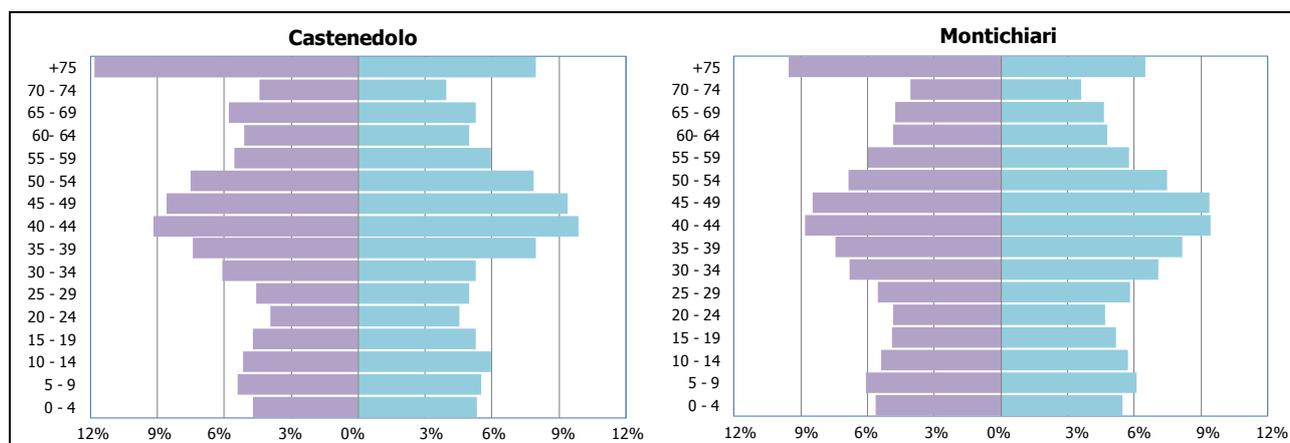
Età [anni]	Castenedolo						Montichiari					
	Uomini		Donne		Totale		Uomini		Donne		Totale	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
+75	452	7,9	680	11,8	1.132	9,9	824	6,53	1201	9,55	2.025	8,04
Totale	5.695	100	5.762	100	11.457	100	12.626	100	12.572	100	25.198	100

Tabella 7-10 Numero e percentuali di residenti nel Comune di Castenedolo e di Montichiari (elaborazione dati ISTAT – tuttitalia.it)

Età [anni]	Ghedi						Carpenedolo					
	Uomini		Donne		Totale		Uomini		Donne		Totale	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
0-4	500	5,2	450	4,8	950	5,0	405	6,2	379	5,8	784	6,0
5-9	562	5,9	532	5,7	1.094	5,8	433	6,7	374	5,8	807	6,2
10-14	552	5,8	512	5,5	1.064	5,6	337	5,2	337	5,2	674	5,2
15-19	541	5,6	480	5,2	1.021	5,4	347	5,3	288	4,4	635	4,9
20-24	529	5,5	472	5,1	1.001	5,3	313	4,8	315	4,8	628	4,8
25-29	592	6,2	557	6,0	1.149	6,1	350	5,4	364	5,6	714	5,5
30-34	661	6,9	565	6,1	1.226	6,5	420	6,5	433	6,7	853	6,6
35-39	714	7,4	673	7,2	1.387	7,3	553	8,5	499	7,7	1.052	8,1
40-44	835	8,7	788	8,5	1.623	8,6	611	9,4	522	8,0	1.133	8,7
45-49	842	8,8	761	8,2	1.603	8,5	555	8,5	515	7,9	1.070	8,2
50-54	781	8,1	715	7,7	1.496	7,9	483	7,4	464	7,1	947	7,3
55-59	564	5,9	521	5,6	1.085	5,7	370	5,7	379	5,8	749	5,8
60-64	458	4,8	507	5,4	965	5,1	321	4,9	324	5,0	645	5,0
65-69	479	5,0	477	5,1	956	5,1	334	5,1	368	5,7	702	5,4
70-74	335	3,5	368	3,9	703	3,7	241	3,7	271	4,2	512	3,9
+75	643	6,7	939	10,1	1.582	8,4	437	6,7	670	10,3	1.107	8,5
Totale	9.588	100	9.317	100	18.905	100	6.510	100	6.502	100	13.012	100

Tabella 7-11 Numero e percentuali di residenti nel Comune di Ghedi e di Carpenedolo (elaborazione dati ISTAT – tuttitalia.it)

Nelle immagini seguenti sono riportate le piramidi di distribuzione della popolazione per fasce di età, dalle quali si evince che per tutti i Comuni la maggior percentuale è quella afferente alla popolazione ricadente nella fascia di età maggiore di 75 anni; seguono i range 40-44 anni e 45-49 anni.



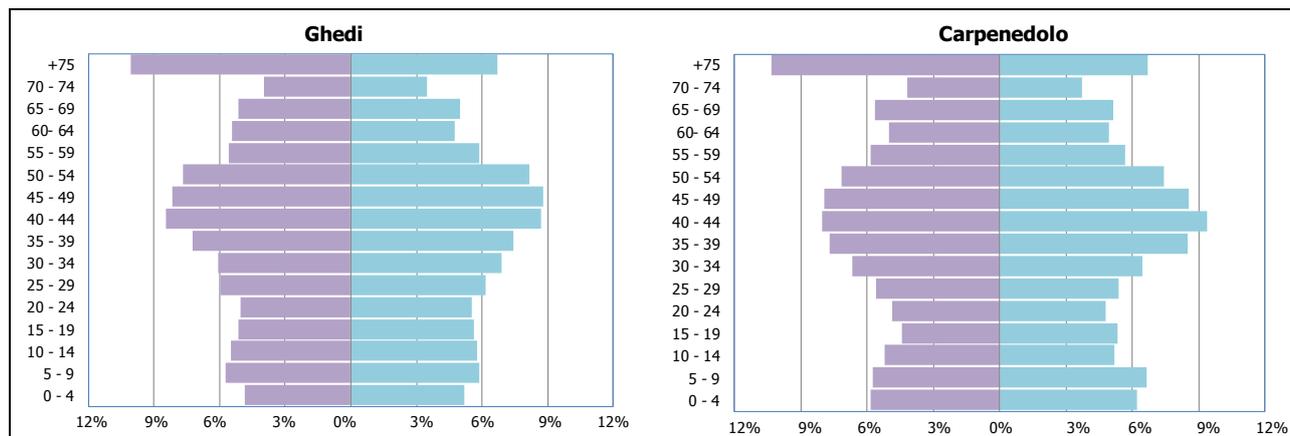


Figura 7-9 Piramidi di popolazione dei quattro Comuni interessati (elaborazione dati Istat)

7.6 Profilo epidemiologico sanitario

7.6.1 Premessa

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione dell'area di studio e delle aree di riferimento, sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti da:

- l'Istat:
 - sulla mortalità registrata nell'anno 2015;
 - sulla morbosità relativa al 2016 (per alcuni indici si hanno a disposizione i dati del 2015 o del 2014);
- l'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia relativi alla mortalità per l'arco temporale 2000-2015.

Per ciascuna causa, sia di morte che di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e al numero di dimissioni, altri indicatori di seguito elencati:

- tasso di mortalità;
- tasso di mortalità standardizzato;
- tasso di ospedalizzazione acuti;
- tasso di ospedalizzazione lungodegenza e riabilitazione;
- tasso di dimissioni;
- tasso di dimissioni standardizzato.

In Tabella 7-12 sono sintetizzate le varie cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici e al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

Cause di morte	Cause di ospedalizzazione
<i>Tumori</i>	
Tumori maligni	Tumori maligni

Cause di morte	Cause di ospedalizzazione
Tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici	-
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni
<i>Sistema cardiocircolatorio</i>	
Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore	Malattie ischemiche del cuore
-	Infarto miocardico acuto
<i>Sistema cerebrovascolare</i>	
Disturbi circolatori dell'encefalo	Disturbi circolatori dell'encefalo
<i>Apparato respiratorio</i>	
Malattie dell'apparato respiratorio	Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)	BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)
<i>Sistema nervoso</i>	
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici	-

Tabella 7-12 Cause di morte e di ospedalizzazione

Per quanto concerne la mortalità legata alle principali patologie sopraelencate, sono inoltre riportati i risultati contenuti nel Rapporto dell'Osservatorio epidemiologico della ATS di Brescia "Mortalità nella ATS di BRESCIA: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale 2000 ÷ 2015".

7.6.2 Mortalità

Nel presente paragrafo sono riportati in forma tabellare i dati di mortalità registrati dall'Istat, con riferimento all'annualità 2015, in termini di numero di decessi, tasso di mortalità e tasso di mortalità standardizzato. Per tali indicatori sono esplicitati i casi di mortalità legati a patologie eventualmente correlate alle attività oggetto del presente studio.

Per avere un quadro generale sui decessi avvenuti nel 2015 nella Provincia di Brescia, nella Regione Lombardia e sull'intero territorio nazionale è possibile far riferimento alla Tabella 7-13.

Aree territoriali	Numero di decessi		Tasso di mortalità		Tasso di mortalità std	
	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<i>Brescia</i>	5.549	6.188	87,26	95,18	95,67	61,62
<i>Lombardia</i>	46.152	52.574	93,89	102,22	94,86	63,12
<i>Italia</i>	307.336	338.648	103,47	107,97	98,77	66,65

Tabella 7-13 Indicatori di mortalità per la Provincia di Brescia, la Regione Lombardia e l'Italia (fonte: HFA 2018 – anno 2015)

Dalla tabella si osservano dei valori di tasso di mortalità e di tasso di mortalità standardizzato, sia per la regione Lombardia che per la provincia di Brescia, in linea con i valori medi nazionali. In Figura 7-10 e in Figura 7-11 è riportata una rappresentazione grafica del tasso di mortalità standardizzato, distinto tra uomini e donne, in Italia e nella Regione Lombardia.

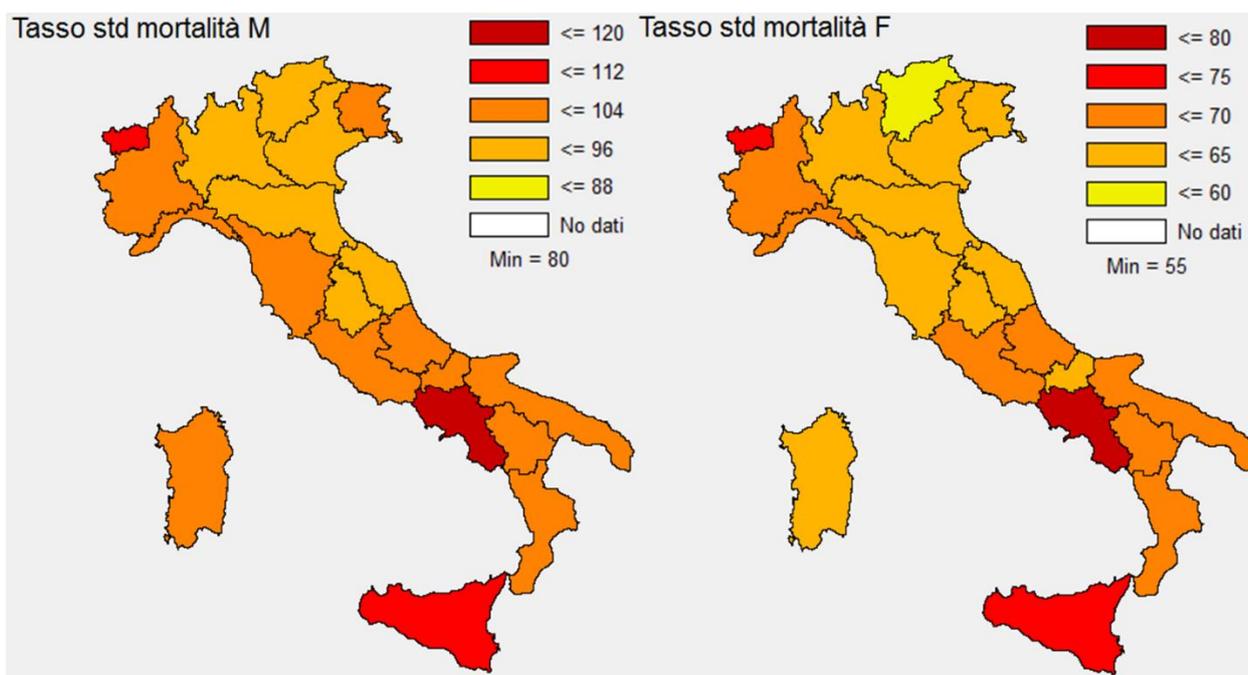


Figura 7-10 Tasso di mortalità standardizzato maschile e femminile (fonte: HFA 2018 – anno 2015)

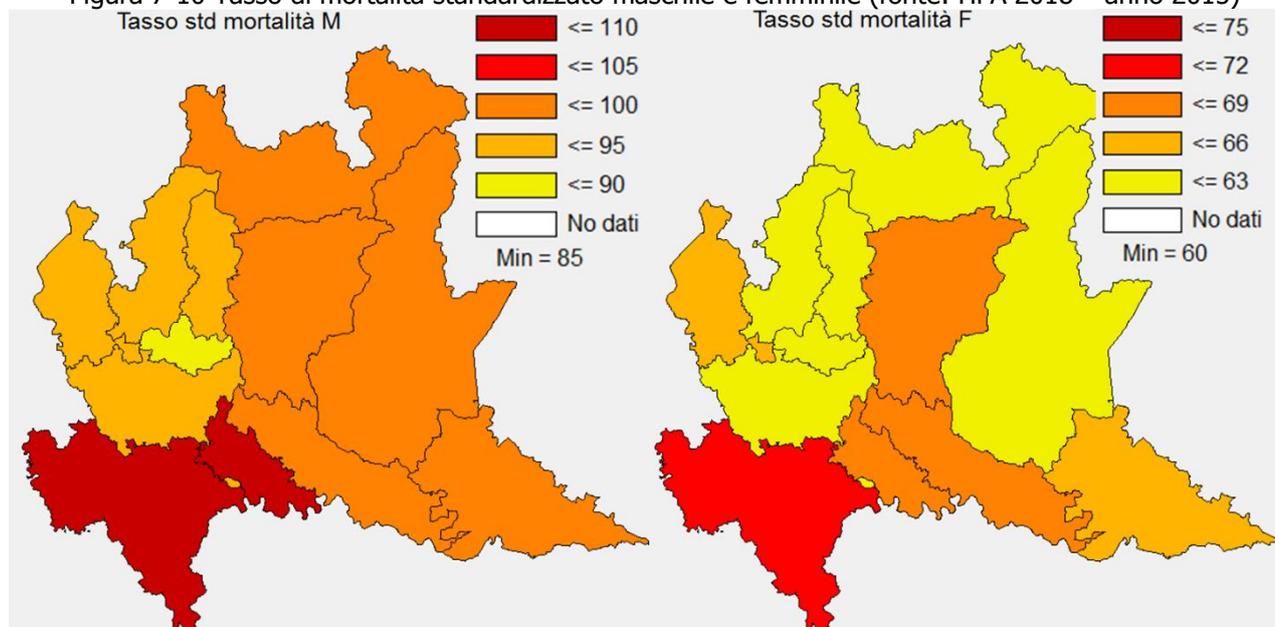


Figura 7-11 Tasso di mortalità standardizzato maschile e femminile Regione Lombardia (fonte: HFA 2018 – anno 2015)

Si riportano inoltre i risultati delle elaborazioni²⁷ presentati nel rapporto "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale" riferita al periodo 2010 – 2015 a cura dell'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia, relativi alla mortalità generale.

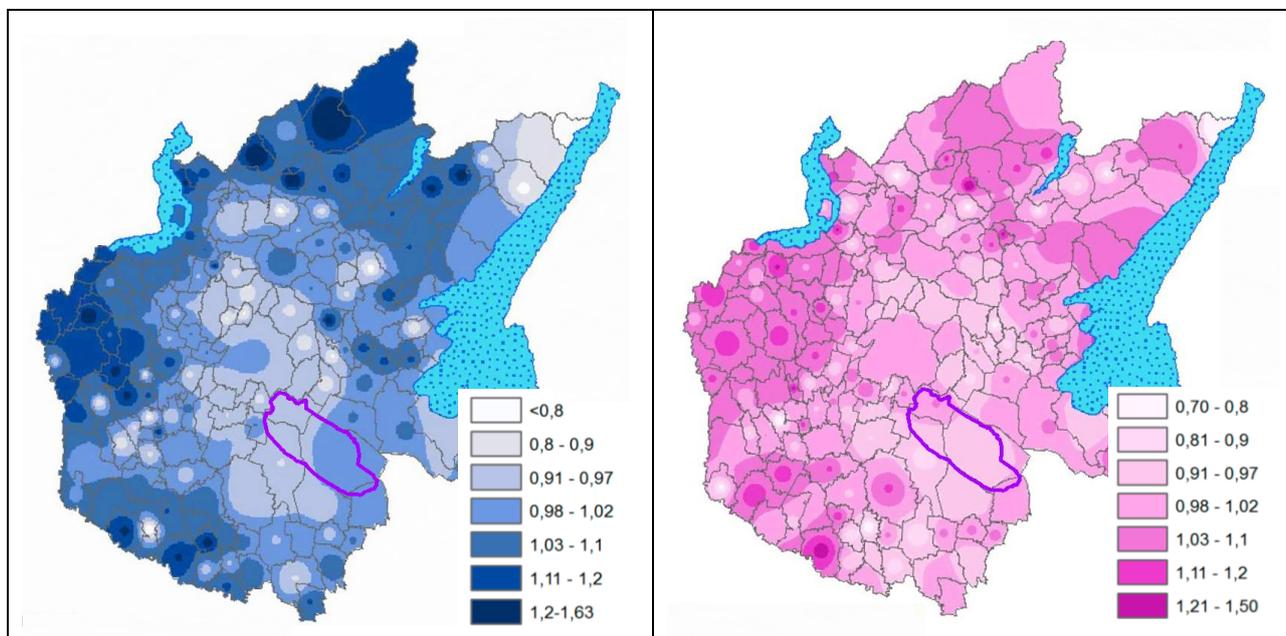


Figura 7-12 Rapporto osservati attesi mortalità generale tra il 2010 ed il 2015 (uomini a sinistra e donne destra) (elaborazione immagini da "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale")

Considerando la mortalità generale nei 6 anni esaminati per i due sessi (cfr. Figura 7-12) si notano sostanzialmente valori di mortalità bassa nelle aree di interesse rispetto a quanto determinato per la zona occidentale, sud - occidentale e settentrionale.

Entrando nel dettaglio dello studio di mortalità in funzione delle cause specifiche, di seguito si elencano le patologie considerate che potrebbero essere direttamente legate alla realizzazione degli interventi in progetto per un'infrastruttura aeroportuale:

- tumori;
- patologie del sistema cardiocircolatorio;
- patologie del sistema cerebrovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori dei tre indicatori precedentemente descritti, forniti dall'Istat per l'ultimo anno disponibile (2015). Ogni tabella è relativa ad una specifica causa di mortalità e per ognuna sono stati distinti i valori di mortalità per area territoriale di riferimento, età e sesso.

²⁷ Mappe elaborate con "livellamento" degli SMR ("smoothing" in inglese), tramite tecnica IDW (inverse distance weighted) pesata per la popolazione residente in ciascun comune, usando il programma ARGIS

In primo luogo, in Tabella 7-14, si riportano i dati di mortalità causate da tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni, dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tumori	Area territoriale	Numero decessi				Tasso di mortalità				Tasso di mortalità std			
		Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Tumori maligni	Brescia	2.071	1.670	1.699	1.425	32,78	148,69	26,27	95,12	34,73	154,76	19,8	84,1
	Lombardia	17.035	13.976	14.326	11.791	34,3	149,11	27,53	93,34	33,71	151,18	19,77	82,49
	Italia	99.431	81.128	79.441	63.843	33,6	141,51	25,34	84,13	31,83	140,45	18,45	74,45
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	Brescia	540	431	226	172	8,58	38,62	3,47	11,64	8,96	39,54	2,75	10,72
	Lombardia	4.617	3.787	2.007	1.547	9,32	40,37	3,84	12,2	9,09	40,51	2,91	11,34
	Italia	27.115	22.147	10.383	7.856	9,16	38,62	3,31	10,34	8,68	38,32	2,55	9,71
Tumori maligni trachea, bronchi, polmoni	Brescia	488	388	209	156	7,86	35,19	3,25	10,76	8,18	35,93	2,58	9,86
	Lombardia	4.155	3.408	1.813	1.389	8,37	36,32	3,47	10,96	8,16	36,4	2,64	10,21
	Italia	24.405	19.955	9.570	7.205	8,24	34,79	3,05	9,48	7,81	34,51	2,35	8,92

Tabella 7-14 Decessi avvenuti causa tumori (Fonte: HFA 2018 – anno 2015)

Dai valori tabellati emerge, ovviamente, un tasso di mortalità e un tasso di mortalità standardizzato notevolmente maggiore negli uomini e nelle donne oltre i 65 anni. Inoltre, in linea generale, per le tre tipologie di tumori, i valori dei tre indicatori considerati risultano essere sempre maggiori negli uomini rispetto alle donne. Relativamente ai dati della Provincia di Brescia, questi risultano essere in linea con i valori sia regionali che nazionali.

Si riportano inoltre i risultati delle elaborazioni presentati nel rapporto "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale" riferita al periodo 2000 – 2015 a cura dell'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia, relativi alla mortalità per tumori.

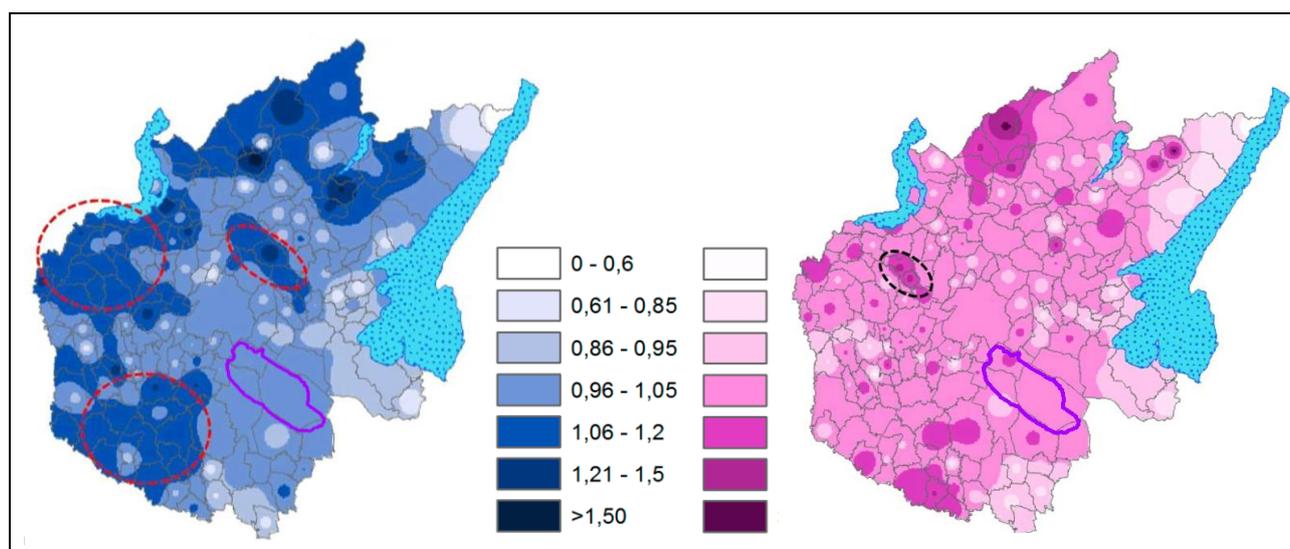


Figura 7-13 Rapporto osservati attesi mortalità causa tumori tra il 2000 ed il 2015 (uomini a sinistra e donne a destra) (elaborazione immagini da "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale")

Dall'immagine precedente, nella quale l'Osservatorio Epidemiologico individua le aree con gli eccessi statisticamente significativi (perimetro tratteggiato), si evince come per i Comuni interessati dall'ambito di studio, non siano presenti particolari criticità.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare si fa riferimento alle malattie del sistema circolatorio e alle malattie ischemiche del cuore, i cui valori di mortalità sono riportati in Tabella 7-15 e in Tabella 7-16.

Area territoriale	Malattie del sistema circolatorio											
	Numero decessi				Tasso di mortalità				Tasso di mortalità std			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Brescia	1.676	1.493	2.369	2.307	26,05	130,56	36,51	154,92	29,49	144,68	21,66	112,22
Lombardia	13.922	12.424	19.387	18.917	28,56	134,72	37,85	151,25	29,42	143,49	21,46	110,93
Italia	103.250	92.697	136.273	132.501	34,75	161,3	43,46	174,5	33,28	162,0	24,67	126,89

Tabella 7-15 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2018 - anno 2015)

Per quanto concerne la mortalità per malattie del sistema circolatorio, si riporta l'immagine relativa ai risultati delle elaborazioni presentati nel rapporto "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale" riferita al periodo 2000 - 2015 a cura dell'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia.

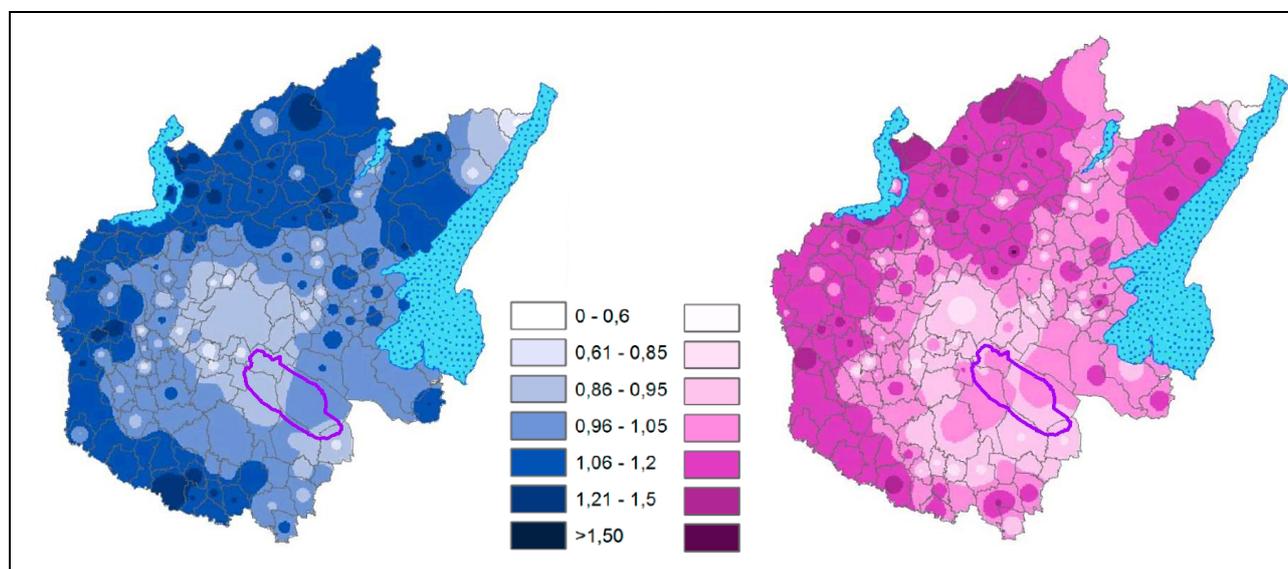


Figura 7-14 Rapporto osservati attesi mortalità causa malattie del sistema circolatorio tra il 2000 ed il 2015 (uomini a sinistra e donne a destra) (elaborazione immagini da "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale")

Anche per quanto concerne i decessi legati alle patologie afferenti il sistema circolatorio, i Comuni interessati non presentano significative criticità rispetto a quanto stimato per l'intero territorio di riferimento.

Area territoriale	Malattie ischemiche del cuore											
	Numero decessi				Tasso di mortalità				Tasso di mortalità std			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Brescia	720	624	804	780	11,09	53,96	12,28	51,96	12,36	59,04	7,28	37,53
Lombardia	5.369	4.652	5.191	5.054	11,03	50,44	10,15	40,45	11,25	53,35	5,79	29,81
Italia	37.365	32.684	35.806	34.763	12,56	56,82	11,41	45,74	11,99	56,94	6,52	33,47

Tabella 7-16 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2018 - anno 2015)

Anche in questo caso i valori del tasso di mortalità, compreso quello standardizzato, risultano essere sempre maggiori negli uomini e nelle donne che hanno superato i 65 anni di età. Tra le due differenti malattie legate al sistema cardiovascolare si evidenzia una netta differenza sia in termini assoluti di decessi, sia in termini di tasso di mortalità, caratterizzata da valori maggiori per le malattie del sistema circolatorio rispetto alle ischemie del cuore, poiché queste rappresentano una quota parte delle prime. Tra gli uomini e le donne non si hanno grandi differenze e i valori, corrispondenti ai tre gli indicatori di riferimento, possono ritenersi confrontabili.

Di seguito si riportano le immagini relative ai risultati delle elaborazioni presentati nel rapporto "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale" riferita al periodo 2000 – 2015 a cura dell'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia, relativi alla mortalità per malattie ischemiche del cuore.

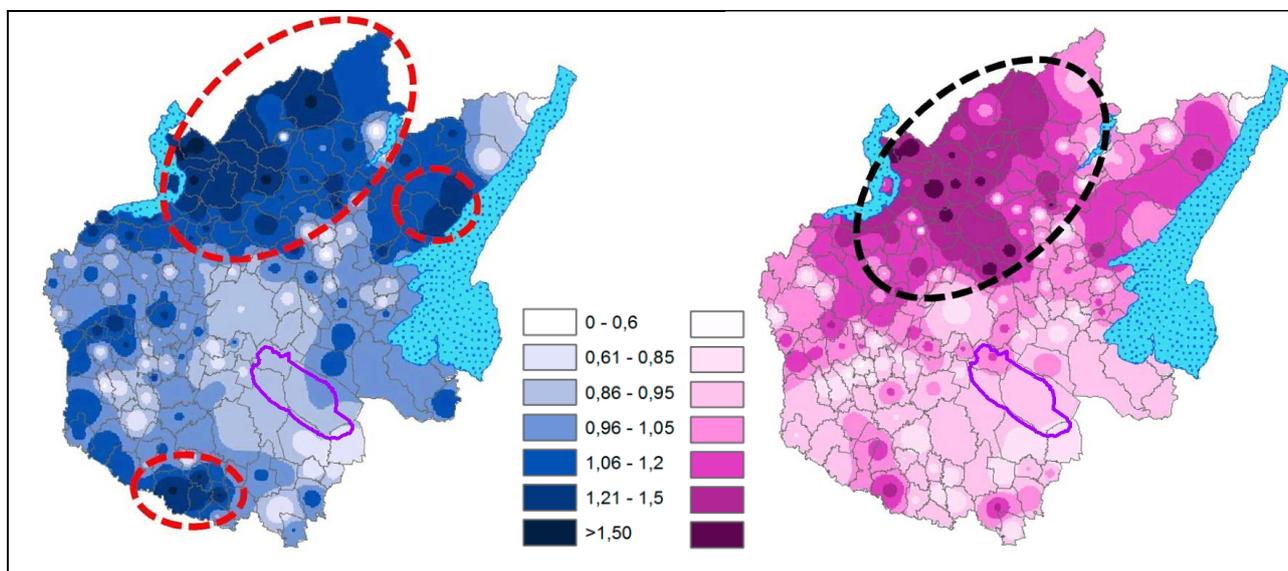


Figura 7-15 Rapporto osservati attesi mortalità causa malattie ischemiche tra il 2000 ed il 2015 (uomini a sinistra e donne a destra) (elaborazione immagini da "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale")

Dall'immagine precedente, nella quale l'Osservatorio Epidemiologico individua le aree con gli eccessi statisticamente significativi (perimetro tratteggiato) si evince come i Comuni interessati dall'ambito di studio, siano caratterizzati da valori bassi e non presentano criticità.

Con riferimento alle patologie del sistema cerebrovascolare si evidenziano i decessi per disturbi circolatori dell'encefalo, i cui dati sono riportati in Tabella 7-17.

Area territoriale	Disturbi circolatori dell'encefalo											
	Numero decessi				Tasso di mortalità				Tasso di mortalità std			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Brescia	416	384	648	632	6,43	33,65	9,93	42,28	7,37	37,51	5,97	31,14
Lombardia	3.201	2.992	5.503	5.383	6,61	32,58	10,77	43,11	6,81	34,55	6,12	31,76
Italia	24.341	22.723	37.442	36.489	8,22	39,59	11,94	48,06	7,85	39,61	6,79	35,09

Tabella 7-17 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2018 - anno 2015)

Coerentemente alle altre patologie sopra descritte, il tasso di mortalità è maggiore nelle persone che hanno superato i 65 anni di età e relativamente al sesso non si riscontrano nette differenze tra gli uomini e le donne. Nel caso specifico dei disturbi circolatori dell'encefalo i tassi di mortalità registrati per la Provincia di Brescia sono in linea con le tendenze regionali e nazionali.

Di seguito si riportano le immagini relative ai risultati delle elaborazioni presentati nel rapporto "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale" riferita al periodo 2000 – 2015 a cura dell'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia, relativi alla mortalità per malattie del sistema cerebrovascolare.

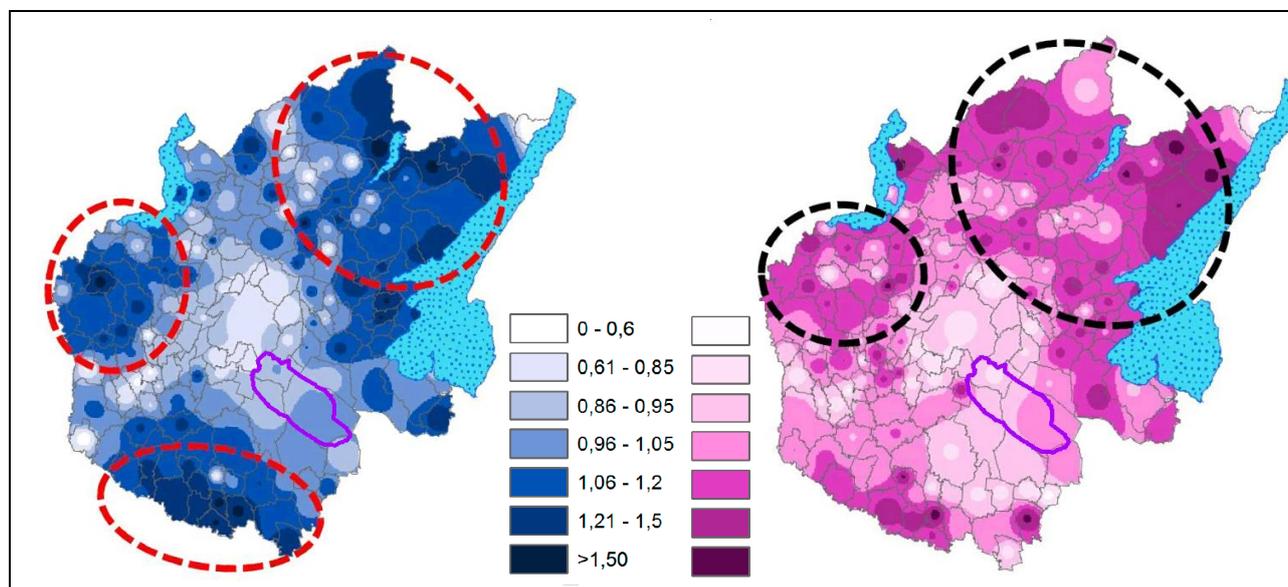


Figura 7-16 Rapporto osservati attesi mortalità causa malattie del sistema cerebrovascolare tra il 2000 ed il 2015 (uomini a sinistra e donne a destra) (elaborazione immagini da "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale")

Dall'immagine precedente, nella quale l'Osservatorio Epidemiologico individua le aree con gli eccessi statisticamente significativi (perimetro tratteggiato) si evince come i Comuni interessati dall'ambito di studio, oltre a non ricadere in queste casistiche, mostrano anche range bassi.

Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie broncopneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità rispettivamente nella Tabella 7-18 e nella Tabella 7-19.

Area territoriale	Malattie dell'apparato respiratorio											
	Numero decessi				Tasso di mortalità				Tasso di mortalità std			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Brescia	498	471	446	433	7,84	41,78	6,82	28,82	8,95	46,2	4,12	21,09
Lombardia	3.860	3.653	3.841	3.733	7,9	39,5	7,51	29,87	8,22	42,21	4,32	22,12
Italia	25.512	24.124	23.006	22.213	8,62	42,06	7,34	29,26	8,28	42,26	4,26	21,66

Tabella 7-18 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2018 - anno 2015)

Dall'analisi della precedente tabella si nota come i valori registrati a livello provinciale siano in linea con quanto definito per il livello regionale e nazionale.

Di seguito si riportano le immagini relative ai risultati delle elaborazioni presentati nel rapporto "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale" riferita al periodo 2000 – 2015 a cura dell'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia, relativi alla mortalità per malattie dell'apparato respiratorio.

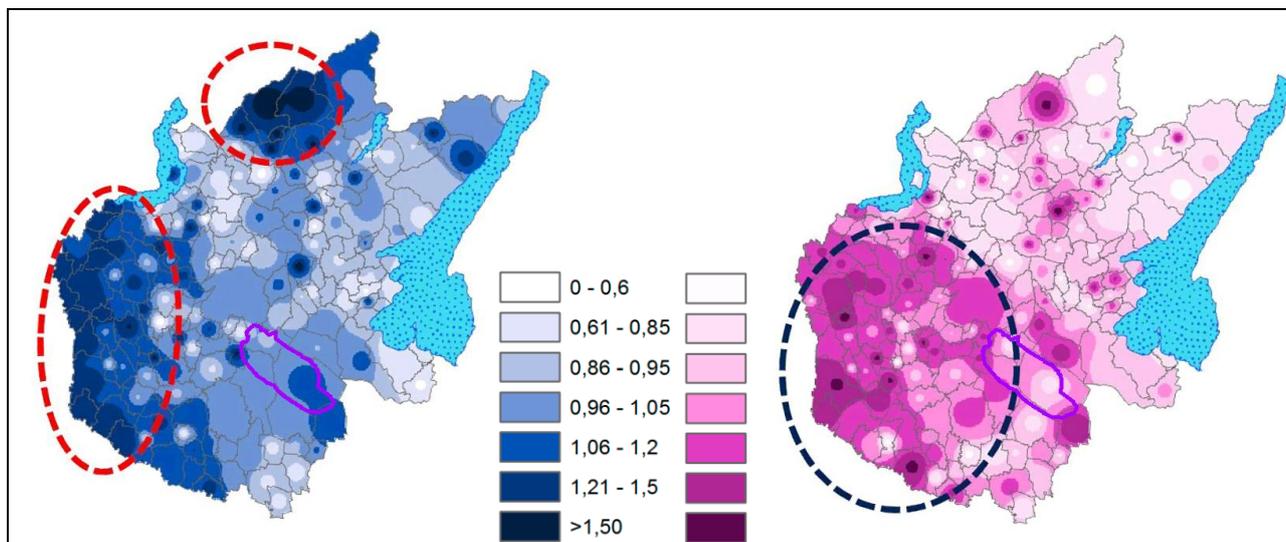


Figura 7-17 Rapporto osservati attesi mortalità causa malattie del sistema respiratorio tra il 2000 ed il 2015 (uomini a sinistra e donne a destra) (elaborazione immagini da "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale")

Dall'immagine precedente, si evince come una porzione dei Comuni interessati dall'ambito di studio ricada nell'area indicata dall'Osservatorio Epidemiologico come area caratterizzata da eccessi statisticamente significativi (perimetro tratteggiato) per le donne.

Tale informazione non può ragionevolmente trovare correlazione con la presenza dell'infrastruttura aeroportuale in quanto la zona individuata come "caratterizzata da eccessi statisticamente

significativi" rappresenta circa la metà dell'intero territorio, partendo dal comune di Brescia ed estendendosi ad Ovest e sud fino al confine della ATS. Non si rilevano criticità per gli uomini.

Area territoriale	Malattie BPCO											
	Numero decessi				Tasso di mortalità				Tasso di mortalità std			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
<i>Brescia</i>	225	222	192	187	3,6	19,85	2,96	12,58	4,13	21,91	1,8	9,38
<i>Lombardia</i>	1.736	1.679	1.515	1.480	3,56	18,16	2,97	11,87	3,69	19,26	1,73	8,96
<i>Italia</i>	12.953	12.500	9.545	9.266	4,38	21,79	3,05	12,21	4,2	21,84	1,79	9,17

Tabella 7-19 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2018 - anno 2015)

Anche per quanto concerne i casi di mortalità per malattie broncopneumopatiche croniche ostruttive, esaminando il tasso di mortalità, i valori registrati per la Provincia di Brescia sono in linea con le tendenze regionali e nazionali.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso si possono osservare le tabelle seguenti, in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2015, avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi.

Area territoriale	Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso											
	Numero decessi				Tasso di mortalità				Tasso di mortalità std			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
<i>Brescia</i>	245	222	414	402	3,94	19,94	6,35	26,86	4,39	21,66	3,97	20,48
<i>Lombardia</i>	2.039	1.811	2.934	2.795	4,15	19,47	5,73	22,36	4,19	20,18	3,49	17,4
<i>Italia</i>	11.951	10.530	16.265	15.273	4,04	18,36	5,19	20,13	3,83	18,18	3,21	15,63

Tabella 7-20 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2018 - anno 2015)

Area territoriale	Disturbi psichici					
	Numero decessi		Tasso di mortalità		Tasso di mortalità std	
	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
<i>Brescia</i>	120	284	1,96	4,23	2,28	2,42
<i>Lombardia</i>	950	2.319	1,96	4,54	2,08	2,48
<i>Italia</i>	6.946	14.451	2,35	4,62	2,26	2,51

Tabella 7-21 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2018 - anno 2015)

I dati Istat riportano una situazione omogenea in termini di mortalità per gli uomini e per le donne relativamente alle malattie del sistema nervoso e a disturbi psichici con dei valori che in ambito provinciale risultano essere in linea con la Regione Lombardia e l'Italia.

Di seguito si riportano le immagini relative ai risultati delle elaborazioni presentati nel rapporto "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale" riferita al periodo 2000 – 2015 a cura dell'Osservatorio Epidemiologico dell'ATS di Brescia, relativi alla mortalità per malattie del sistema nervoso e degli organi di senso.

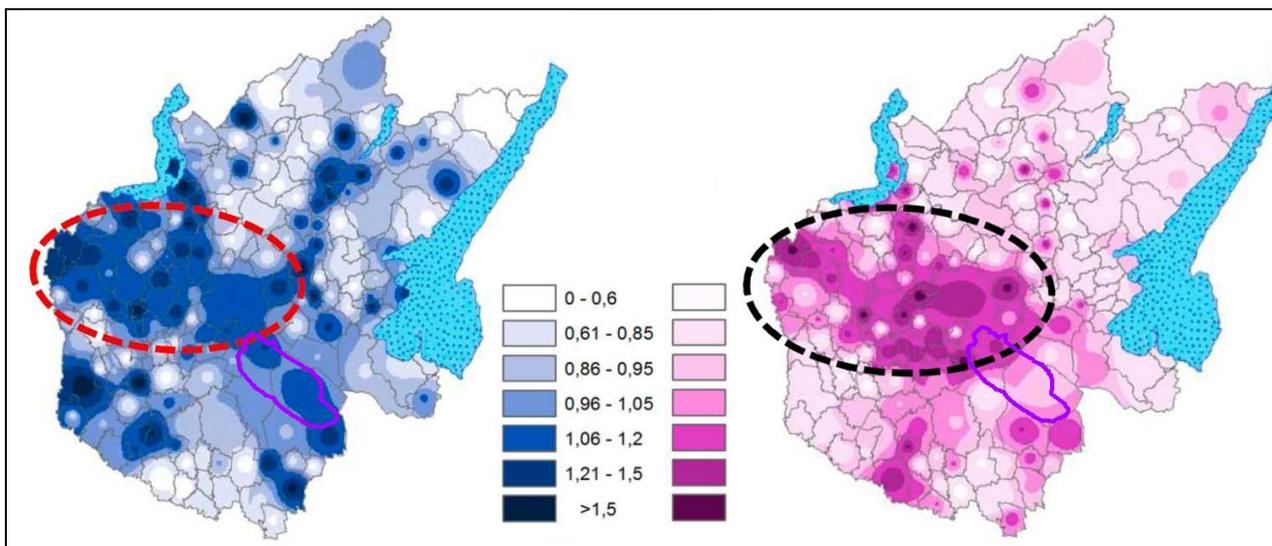


Figura 7-18 Rapporto osservati attesi mortalità causa malattie del sistema nervoso e organi di senso tra il 2000 ed il 2015 (uomini a sinistra e donne a destra) (elaborazione immagini da "Mortalità nella ATS di Brescia: impatto, andamento temporale e caratterizzazione territoriale")

Dall'immagine precedente, si evince come una porzione marginale dei Comuni interessati dall'ambito di studio ricada nell'area indicata dall'Osservatorio Epidemiologico indicata come area con gli eccessi statisticamente significativi (perimetro tratteggiato) sia per gli uomini che per le donne.

Anche in questo caso tale informazione non può ragionevolmente trovare correlazione con la presenza dell'infrastruttura aeroportuale in quanto, la zona individuata come critica interessa una parte marginale dell'area di studio, infatti tale area occupa principalmente la zona che partendo dal comune di Brescia si estende ad Ovest fino ai confini della ATS.

7.6.3 Morbosità

Per quanto riguarda la morbosità in generale, per le diverse aree di riferimento caratterizzate dalla Provincia di Brescia, dalla Regione Lombardia e dal territorio nazionale, vengono esplicitati due indicatori: il tasso di ospedalizzazione degli acuti e il tasso di ospedalizzazione di lungodegenza e di riabilitazione.

Il primo indicatore riguarda i ricoveri in tutti quei reparti che non sono classificati come riabilitativi o di lungodegenza, ad esclusione, inoltre, dei neonati sani. Per lungodegenza si intendono, invece, quei ricoveri di durata inferiore a 60 giorni, che insieme ai ricoveri per riabilitazione, costituiscono il secondo indicatore di morbosità.

I valori di tali indicatori, forniti dall'Istat, fanno riferimento all'ultimo anno disponibile e sono riportati in Tabella 7-22. In particolare, i due tassi analizzati riferiti all'ambito nazionale e regionale fanno riferimento ai rilevamenti del 2015, mentre i valori riferiti all'ambito provinciale riguardano l'annualità 2014.

Aree territoriali	Tasso di ospedalizzazione acuti	Tasso di ospedalizzazione lungodegenza e riabilitazione
Brescia	128,58	11,59
Lombardia	112,62	10,33
Italia	105,37	6,99

Tabella 7-22 Indicatori di morbosità per la Provincia di Brescia, la Regione Lombardia e l'Italia (fonte: HFA 2018 – anno 2015 per regione e nazione e 2014 per provincia)

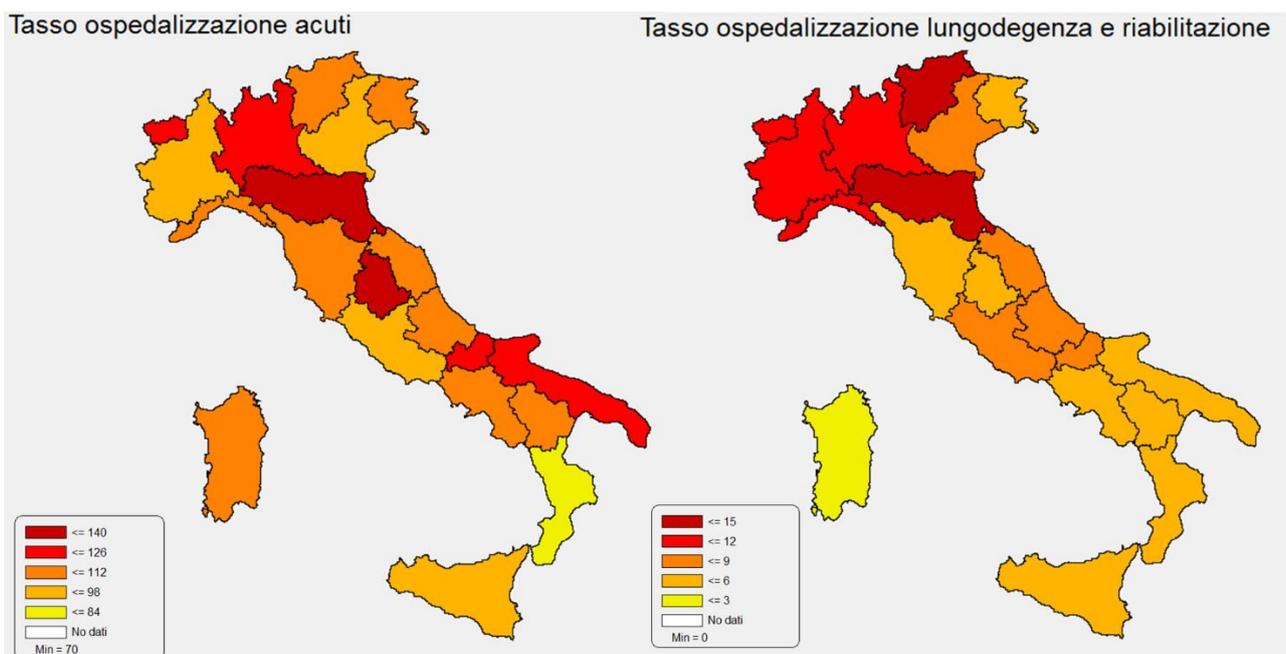


Figura 7-19 Tasso di ospedalizzazione (fonte: HFA 2018 – anno 2015)

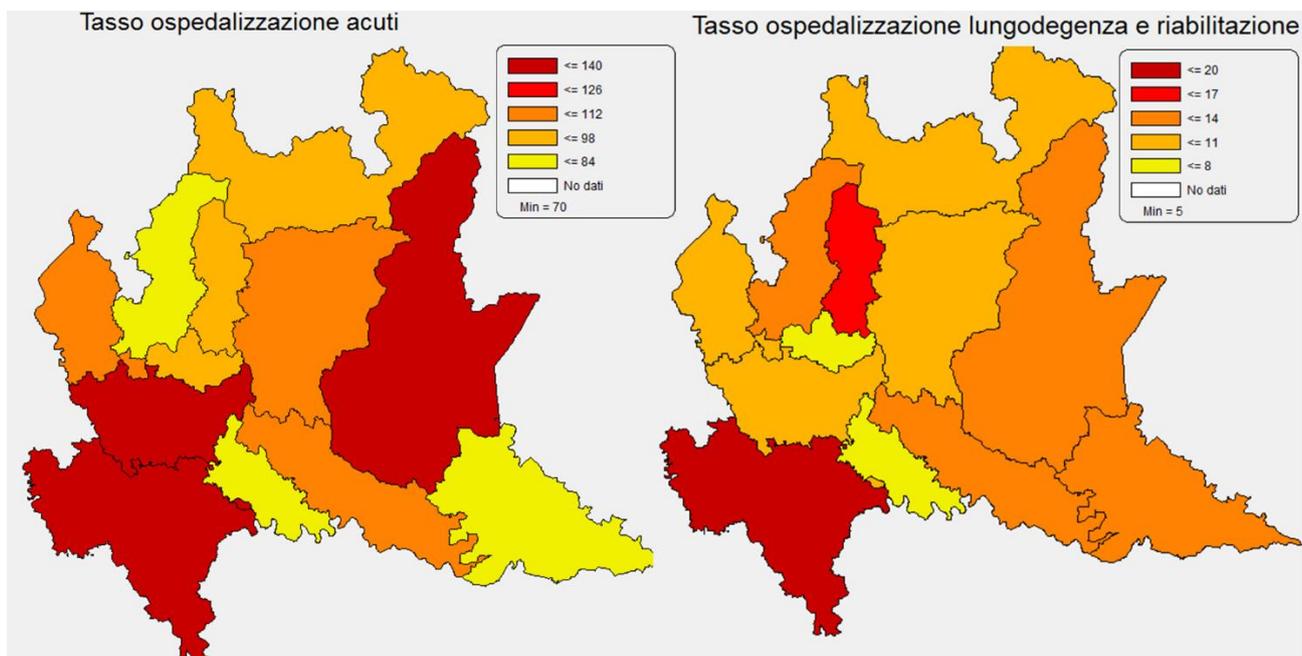


Figura 7-20 Tasso di ospedalizzazione Regione Lombardia (fonte: HFA 2018 – anno 2015)

Entrando nel dettaglio dello studio della morbosità in funzione delle cause di ospedalizzazione, si fa riferimento alle patologie di seguito elencate, coerentemente con quanto analizzato per la mortalità:

- tumori;
- patologie del sistema cardiocircolatorio;
- patologie del sistema cerebrovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di dimissioni, dal tasso di dimissioni e dal tasso di dimissioni standardizzato. I dati riportati sono forniti dall'Istat e sono relativi all'ultima annualità disponibile rappresentata dall'anno 2016. Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di ospedalizzazione in cui i valori dei tre indicatori per area territoriale di riferimento, sono distinti per età e sesso.

In primo luogo, in Tabella 7-23, si riportano i dati di morbosità corrispondenti all'ospedalizzazione dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tumori	Area territoriale	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
		Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Tumori maligni	Brescia	7.907	5.119	7.250	3.545	127,2	451,94	112,97	236,75	126,61	452,09	100,68	244,41
	Lombardia	55.166	37.141	44.745	25.056	112,8	393,79	87,34	198,15	107,82	392,81	73,42	198,5
	Italia	351.546	238.952	286.504	162.630	119,37	411,55	91,9	212,78	112,1	410,25	77,25	213,36
Tumori maligni trachea, bronchi, polmoni	Brescia	710	549	344	225	11,42	48,47	5,36	15,03	11,43	48,34	4,77	16,21
	Lombardia	4.584	3.516	2.209	1.439	9,37	37,28	4,31	11,38	8,94	37,16	3,61	11,88
	Italia	32.351	24.434	14.745	9.456	10,98	42,08	4,73	12,37	10,31	42,144	3,96	12,96

Tabella 7-23 Ospedalizzazione per tumori (fonte: HFA 2018 – anno 2016)

Come per i valori di mortalità, anche nel caso specifico delle dimissioni, i valori dei tassi di dimissioni sono nettamente maggiori negli uomini e nelle donne oltre i 65 anni. I dati relativi alla provincia di Brescia risultano essere in linea con quelli registrati a livello regionale e nazionale.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 7-24, in Tabella 7-25 e in Tabella 7-26 si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e gli infarti.

Area territoriale	Malattie del sistema circolatorio											
	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Brescia	15.539	9.925	9.523	7.331	249,98	876,24	148,38	489,59	249,77	884,39	116,08	443,24
Lombardia	105.198	69.089	69.265	54.839	215,11	732,52	135,2	433,67	206,1	731,55	98,79	384,11
Italia	678.391	444.826	491.455	377.441	230,34	766,12	157,64	493,84	216,05	759,38	116,86	439,04

Tabella 7-24 Ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2018 – anno 2016)

Area territoriale	Malattie ischemiche del cuore											
	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
<i>Brescia</i>	4.606	2.848	1.611	1.255	74,1	251,44	25,1	83,81	72,45	250,58	20,29	81,19
<i>Lombardia</i>	29.327	18.152	11.451	9.075	59,97	192,46	22,35	71,77	56,44	191,92	16,99	68,38
<i>Italia</i>	185.940	113.339	77.813	60.298	63,14	195,2	24,96	78,89	58,6	195,09	19,1	75,16

Tabella 7-25 Ospedalizzazione per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2018 – anno 2016)

Area territoriale	Infarto miocardico acuto											
	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
<i>Brescia</i>	1.559	925	796	666	25,05	83,46	12,39	45,06	25,19	85,4	9,19	39,18
<i>Lombardia</i>	10.962	6.404	5.446	4.460	22,42	67,9	10,63	35,27	20,99	67,89	7,55	31,15
<i>Italia</i>	76.574	44.528	38.628	31.088	26	76,69	12,39	40,68	23,94	76,11	8,94	36,23

Tabella 7-26 Ospedalizzazione per infarto miocardico acuto (fonte: HFA 2018 – anno 2016)

In generale per tutte e tre le tipologie di malattia emergono tassi di dimissioni provinciali in linea con le aree di riferimento.

Per quanto riguarda la morbosità relativa alle patologie dei disturbi circolatori dell'encefalo, si riportano in Tabella 7-27 i dati di ospedalizzazione.

Area territoriale	Disturbi circolatori dell'encefalo											
	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
<i>Brescia</i>	2.036	1.520	1.896	1.551	32,75	134,19	29,54	103,58	33,08	136,05	22,08	90,58
<i>Lombardia</i>	15.354	11.518	14.328	11.838	31,4	122,12	27,97	93,62	29,92	121,79	19,75	81,12
<i>Italia</i>	112.387	86.520	110.275	92.178	38,16	149,01	35,37	120,61	35,44	147,02	24,8	103,89

Tabella 7-27 Ospedalizzazione per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2018 – anno 2016)

In termini di area di riferimento, per la Provincia di Brescia i valori sono leggermente superiori ai tassi di dimissione regionale ma non di quelli a livello nazionale, sia per gli uomini che per le donne.

I valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio, sono riportati in Tabella 7-28 e in Tabella 7-29, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO). Si evidenzia come l'ultimo dato disponibile per la provincia di Brescia sia il 2015, al contrario dell'ambito regionale e nazionale per il quale si hanno i dati del 2016.

Area territoriale	Malattie dell'apparato respiratorio											
	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
<i>Brescia</i>	8.679	3.873	6.847	3.505	139,46	349,45	106,6	237,12	143,26	367,3	91,11	199,8
<i>Lombardia</i>	53.289	24.651	41.051	25.516	108,97	261,36	80,13	162,24	107,67	263,22	69,45	139,67
<i>Italia</i>	344.737	178.128	274.501	154.395	117,05	306,79	88,05	202,01	113,30	302,83	73,82	172,19

Tabella 7-28 Ospedalizzazione per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2018 – anno 2016 per regione e nazione e 2015 per provincia)

Area territoriale	Malattie BPCO											
	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Brescia	711	496	6059	411	11,44	43,79	9,43	27,45	11,67	45,14	7,61	24,44
Lombardia	5.584	3.774	4.396	3.020	11,42	40,01	8,58	23,88	11,05	40,06	6,67	21,02
Italia	29.689	18.551	23.751	14.884	10,08	31,95	7,62	19,47	9,58	31,45	6,17	17,18

Tabella 7-29 Ospedalizzazione per malattie BPCO (fonte: HFA 2018 – anno 2016)

In termini di area di riferimento, per la Provincia di Brescia i valori sono leggermente superiori ai tassi di dimissione regionale e nazionale, sia per gli uomini che per le donne.

Infine, con riferimento alle patologie del sistema nervoso di evidenziano i valori di morbosità relativi alle malattie di tale sistema, riportati in Tabella 7-30.

Area territoriale	Malattie del sistema nervoso, organo dei sensi											
	Numero dimissioni				Tasso di dimissioni				Tasso di dimissioni str			
	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65	Totale Uomini	Uomini +65	Totale Donne	Donne +65
Brescia	4.179	1.704	4.185	1.824	67,23	150,44	65,21	121,81	66,21	149,95	60,75	125,25
Lombardia	27.796	11.660	27.903	12.439	56,84	123,63	54,46	98,37	54,96	122,98	49,82	100,15
Italia	199.289	87.882	198.623	93.750	67,67	151,36	63,71	122,66	65,01	151,06	57,84	124,52

Tabella 7-30 Ospedalizzazione per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2018 – anno 2016)

Dai dati emerge una situazione omogenea tra uomini e donne, sia in termini assoluti di numero di dimissione che in relazione ai tassi di dimissioni. Inoltre, relativamente ai valori registrati nella Provincia di Brescia, risultano essere pressoché in linea con i valori regionali e relativamente inferiori ai valori nazionali.

7.6.4 Conclusioni

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat, è stato possibile confrontare lo stato di salute dell'ambito Provinciale di Brescia e le aree di riferimento corrispondenti all'ambito regionale lombardo e all'intero territorio nazionale.

Da tali confronti è possibile affermare che allo stato attuale tra la Provincia di Brescia e le suddette aree di riferimento, non esistono sostanziali differenze tra i valori di mortalità e di ricoveri relativi alle patologie eventualmente collegate alle attività afferenti all'opera infrastrutturale in esame. Non sono, quindi, associabili fenomeni specifici rispetto all'infrastruttura aeroportuale.

7.7 Fattori di pressione

Al fine di fornire un quadro conoscitivo completo, il presente paragrafo è dedicato alla verifica dell'eventuale presenza di fattori di pressione nell'ambito di studio in esame, ed in particolare di:

- scariche,

- siti inquinati,
- rischio naturale,
- rischio antropico.

Per quanto concerne i primi due temi si fa riferimento a quanto già indicato per la componente "Geologia ed acque".

Per l'analisi del rischio si fa riferimento a quanto indicato nel Programma Regionale di Mitigazione di Rischi (PRIM) della Lombardia che analizza i rischi, singoli e integrati, sul territorio regionale al fine di identificare le aree maggiormente critiche.

Discariche

Per quanto concerne le discariche di seguito vengono descritte quelle presenti all'interno dell'ambito di studio, come riportate nella Figura 7-21; i dati sono stati ricavati principalmente dal SIT Geoportale della Provincia di Brescia.

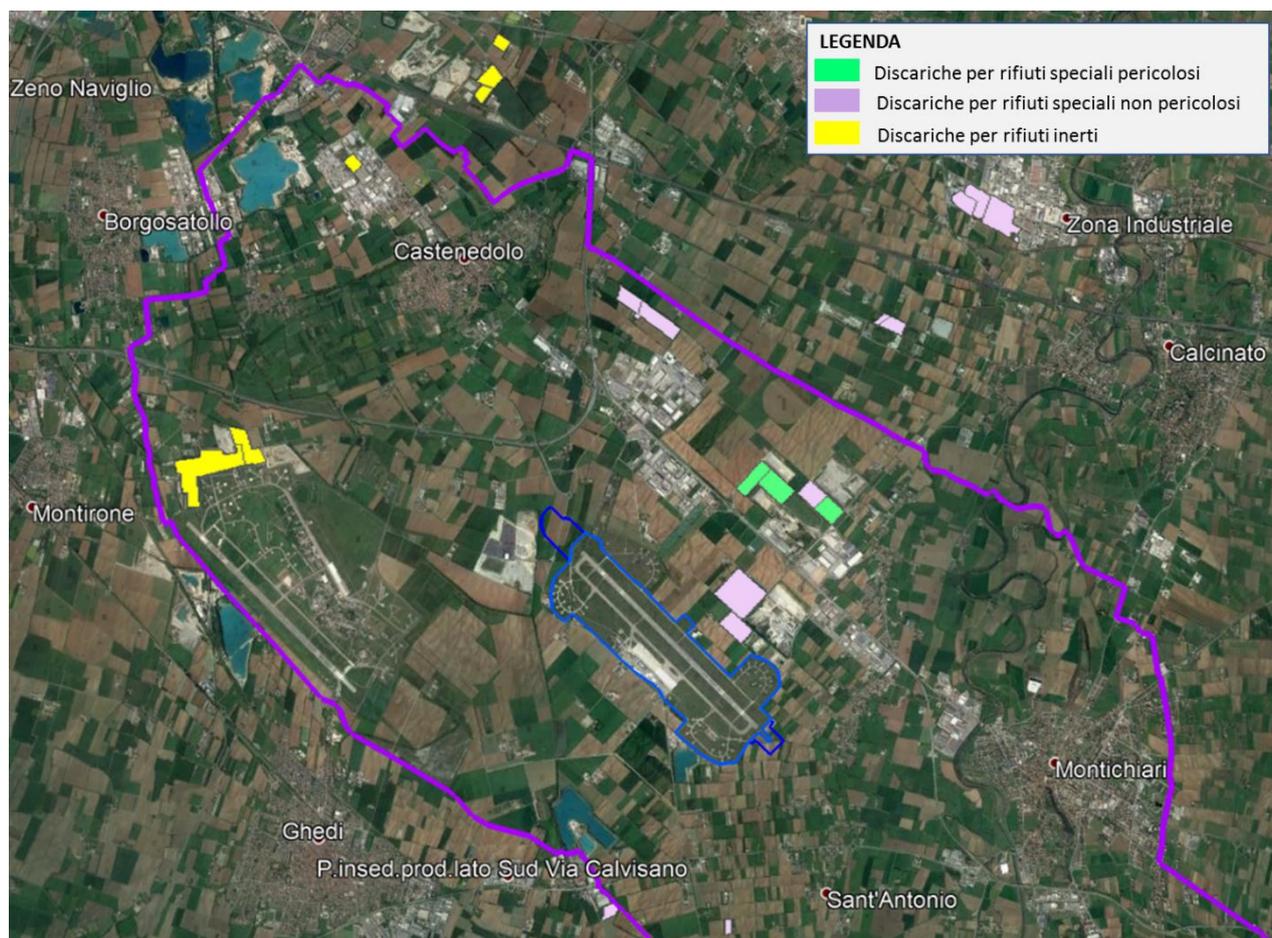


Figura 7-21 Discariche presenti nell'ambito di studio

Ad Est del sedime Aeroportuale si trova una discarica attiva (ASM Brescia S.p.a.), che ha un volume autorizzato di 3.530.000 m³ e un volume residuo di 747.629 m³. Si tratta di una discarica per rifiuti speciali non pericolosi.

Limitrofa a questa, sempre nell'ambito della stessa cava ATE g44, si trova una discarica per rifiuti speciali non pericolosi della ditta MONTICHIARIAMBIENTE S.p.a., società partecipata da A2A Ambiente e dal Comune di Montichiari, che ricopre una superficie di 81.272 m². La capacità massima autorizzata, ormai prossima all'esaurimento, è pari a 3.530.000 m³.

Poco più ad est, limitrofa alla cava denominata ATE g43, si trova una discarica della ditta SYSTEMA AMBIENTE S.r.l., destinata a ricevere rifiuti speciali pericolosi, non pericolosi e tossico nocivi. E' stata autorizzata nel 1996 ad una capacità totale di 1.800.000 m³ su una superficie complessiva di 91.400 m². La capacità residua è di 769.139 m³.

A lato della discarica appena descritta si trova la discarica della ditta SISTEMA S.p.a., che ricopre una superficie di 73.981 m². Si tratta di una discarica per Rifiuti Speciali Pericolosi con un volume autorizzato di 950.590 m³.

Nella stessa area insiste anche la discarica di rifiuti speciali non pericolosi appartenente alla ditta ECOETERNIT S.r.l.. Tale discarica ha una superficie di 66.153 m² e una capacità residua di 526.000 m³.

A lato della precedente si trova la discarica per Rifiuti Speciali Pericolosi della ditta GEDIT S.p.a. che ricopre un'area di 67.904 m². Il volume autorizzato è di 944.000 m³. Attualmente risulta chiusa dal 2008, attiva per captazione e recupero biogas.

Altre due discariche limitrofe si trovano nelle vicinanze dell'abitato di Macina nella porzione di ambito di studio centro occidentale. Appartengono alla società A2A e si trovano nel Comune di Castenedolo. Si tratta di una piattaforma per il recupero e lo smaltimento di rifiuti speciali e urbani non pericolosi.

I rifiuti conferiti all'impianto provengono principalmente dalla raccolta differenziata eseguita nei Comuni della provincia di Brescia, da servizi personalizzati presso utenze artigianali e/o industriali e da conferimenti diretti eseguiti da utenze artigianali e/o industriali. La piattaforma è autorizzata a trattare complessivamente una quantità annua di rifiuti di 150.000 t.

A nord dell'aeroporto militare di Ghedi, nella stessa area appartenente alla cava denominata ATE g39, si trova la discarica per rifiuti inerti della ditta CAVA INFERNO S.r.l., che conta su di una superficie di 268.528 m². Il volume autorizzato risulta essere di 1.801.000 m³. Questa discarica è stata autorizzata in procedura ordinaria il 25/11/2015 con scadenza il 28/06/2022.

Nella zona a sud del sedime aeroportuale, vicino alla località Terminoni, si trova una discarica per rifiuti inerti appartenente alla società S.E.A.C SRL, che occupa una superficie di 14.560 m² con un volume autorizzato di 99.630 m³. Al momento risulta un volume residuo pari a zero.

A nord dell'abitato di Castenedolo, nella zona industriale, è presente una discarica di rifiuti inerti della ditta ITALGROSS SPA, che copre una superficie di 29.023 m².

Siti inquinati

I siti inquinati che risultano presenti nell'ambito di studio sono quattro, di cui tre sono costituiti da cave, mentre il quarto riguarda un'attività commerciale: nella figura riportata di seguito tali siti possono essere facilmente individuati attraverso le etichette che indicano con i numeri 1 e 3 i tre siti di cava e con il numero 2 il sito commerciale (cfr. Figura 4-38).

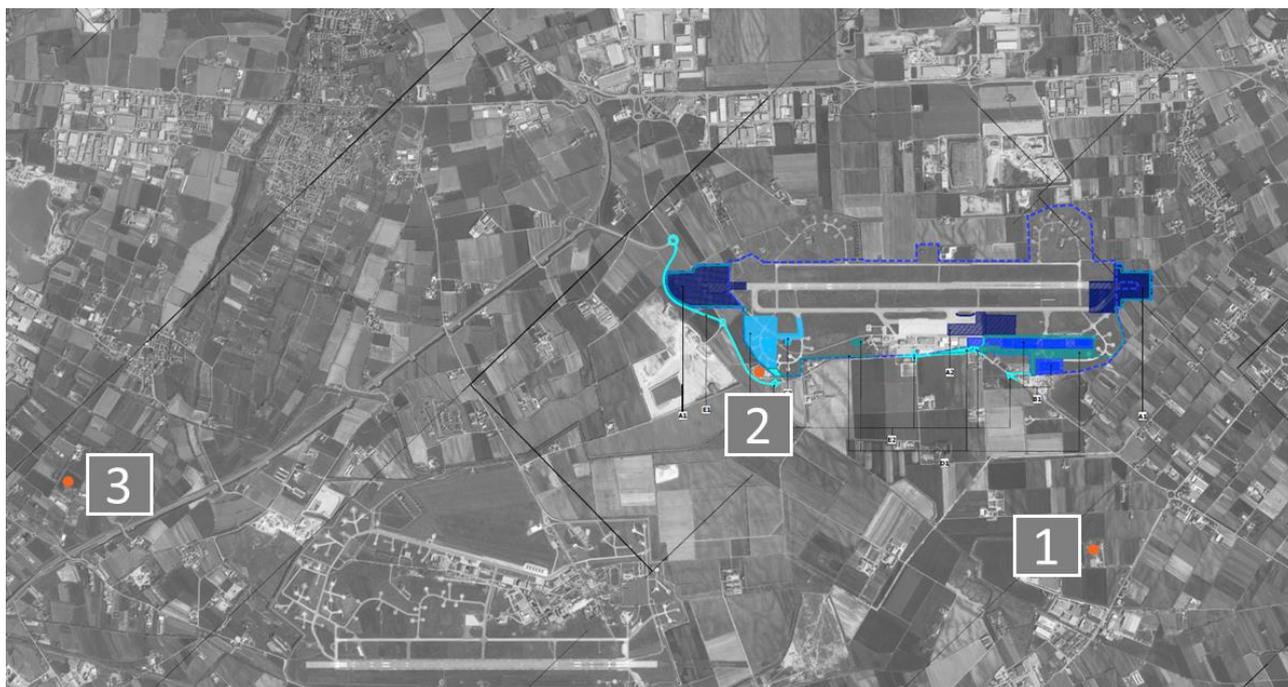


Figura 7-22 Siti contaminati presenti nell'ambito di studio

Di seguito una tabella in cui sono riportate sinteticamente le caratteristiche dei suddetti siti.

Siti inquinati	
1	Il sito coincide con una cava dismessa denominata Baratti loc. Ponchioni. Si tratta di una cava a fossa secca per la coltivazione di sabbie e ghiaie, adiacente ad una cava attiva a fossa in falda (ATE g46). Secondo quanto riportato dal Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti - censimento impianti della provincia di Brescia, nella cava si è rilevata la presenza di rifiuti interrati. Attualmente il sito è in fase di caratterizzazione per poi procedere alla bonifica.
2	Il sito è situato nell'angolo nord-occidentale del sedime aeroportuale subito al di fuori dello stesso. Questo sito era occupato dalla ditta TANK WASH MATRAS che si occupava di lavaggi di cisterne e contenitori di natura varia. Come risulta Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti, si sono rilevati degli sversamenti di sostanze inquinanti. Tale sversamento può aver inquinato i terreni sottostanti l'impianto ed eventualmente le falde presenti. Anche se il sito si trova fra il sedime aeroportuale e la SP oggetto di riqualifica, lo stesso non sarà interessato dai lavori previsti dal PSA 2030.

Siti inquinati	
	Il sito risulta attualmente sottoposto ad studi di caratterizzazione per poter successivamente procedere alla bonifica.
3	Il sito coincide con una cava dismessa denominata Lago Borgo. Tale cava era dedicata alla coltivazione di sabbie e ghiaie e risulta come del tipo a fossa secca. Anche in questo caso, secondo quanto riportato dal Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti, si sono ritrovati dei rifiuti sepolti, anche se non si conosce l'esatta posizione all'interno della superficie della cava. Attualmente è in corso una caratterizzazione ambientale per poi procedere ad una bonifica del sito stesso.

Per quanto concerne le tipologie di rischio naturale (idrogeologico, sismico, meteorologico, da incendi boschivi) e antropico (industriale, incidenti stradali e incidenti sul lavoro) si fa riferimento a quanto indicato dal PRIM; in particolare, per ogni tipologia di rischio è stato valutato il rischio totale, rappresentato su specifiche mappe, le quali sono state combinate per generare una mappa del rischio integrato e del rischio dominante a diverse scale.

Di seguito si riporta l'immagine relativa al rischio integrato: la mappa deriva dalla combinazione, effettuata mediante una somma pesata, delle mappe relative agli 8 rischi individuati dal PRIM: idrogeologico, meteorologico, sismico, incendi boschivi, industriale, incidenti stradali, incidenti sul lavoro e insicurezza urbana.

L'indice di rischio così ottenuto definisce il livello di criticità del territorio rispetto alla media regionale che, per definizione, è posta uguale a 1.

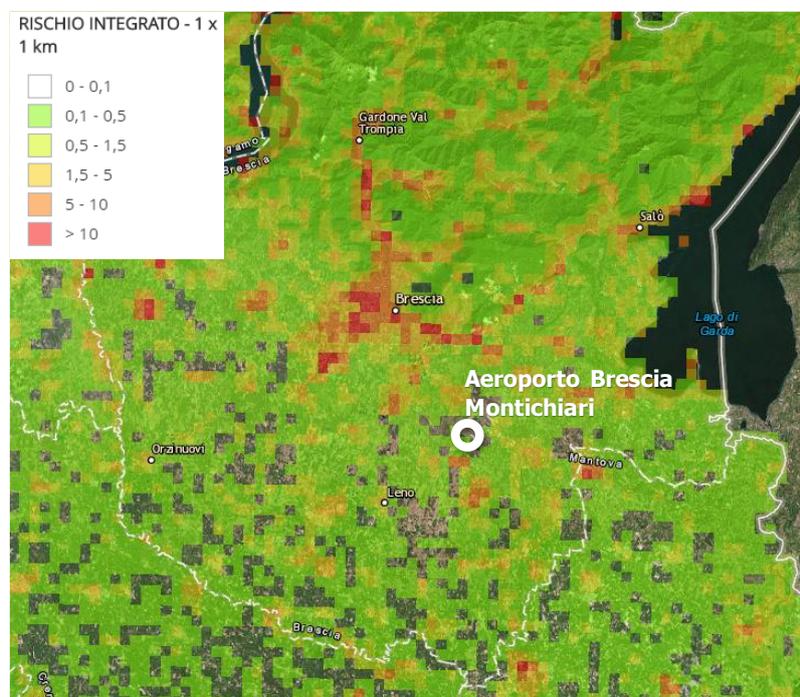


Figura 7-23 Rischio integrato (Fonte: geoportale PRIM²⁸)

²⁸ <https://sicurezza.servizirl.it/primviewer/>

Dall'immagine precedente si evince come nell'intorno aeroportuale siano presenti aree in prevalenza con valore di indice del rischio integrato compreso tra 0 e 0,5.

Di seguito si riporta uno stralcio della mappa relativa al Rischio dominante, che individua quello rilevante tra l'insieme degli 8 rischi considerati.

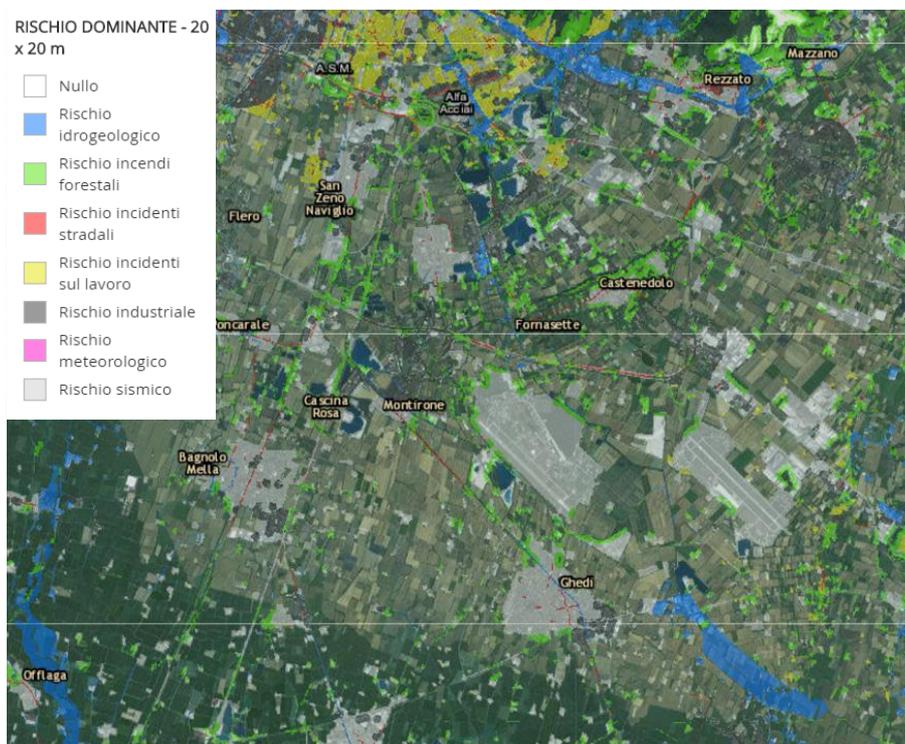


Figura 7-24 Rischio dominante (Fonte: geoportale PRIM)

Dall'immagine precedente si evince che, nell'area di interesse, la fonte principale di rischio il quale, come detto, presenta valori bassi rispetto alla media regionale, è quella relativa al rischio sismico (in grigio), e al rischio di incendi forestali (in verde).

In conclusione, dall'analisi dei fattori di pressione presenti sul territorio si evince che, data la loro natura e date le caratteristiche dell'infrastruttura aeroportuale oggetto del presente SIA, si può affermare che essi non costituiscono fattori di confondimento e interazione con quelli eventualmente introdotti dal PSA.

7.8 L'esposizione dell'uomo all'inquinamento atmosferico ed acustico

7.8.1 Qualità dell'aria

7.8.1.1 La stima e la verifica del rischio cancerogeno (R_c)

La stima del rischio cancerogeno (R_c), secondo la metodologia proposta dalla Agenzia Protezione Ambientale degli USA (US EPA), consiste nell'integrazione del valore della dose media giornaliera assunta con l'informazione tossicologica quantitativa, ovvero con il fattore IUR (Inhalation Unit Risk)

che rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore nel tempo vita, all'interno di una ipotetica popolazione, nella quale tutti gli individui sono esposti continuamente alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di sostanza cancerogena nell'aria che respirano.

Si riporta la formula (1) relativa al calcolo del rischio per le sostanze cancerogene:

$$R_{C_i} = DS_i \cdot IUR_i$$

Dove:

- R_{C_i} rappresenta il rischio cancerogeno per inalazione, definito come la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita causati dall'esposizione alla sostanza i-esima;
- DS_i è la dose inalatoria riferita alla sostanza i-esima [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- IUR_i rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore nel tempo di vita "life time" [$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$].

Utilizzando il modello proposto dall'Agenzia EPA la dose inalatoria media giornaliera assorbita dalla popolazione potenzialmente esposta viene calcolata sulla base delle concentrazioni stimate usando la formula (3) già citata nell'illustrazione della metodologia che di seguito viene ricordata:

$$DS_i = \frac{C_{aria_i} \cdot EF \cdot ED}{AT \cdot 365}$$

Dove:

- DS_i rappresenta la dose inalatoria riferita alla sostanza i-esima [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- C_{aria} rappresenta la concentrazione media annuale dell'inquinante i-esimo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- EF è la frequenza di esposizione, assunta pari a 350 giorni/anno;
- ED è la durata di esposizione, assunta pari a 40 anni;
- AT rappresenta il periodo sul quale l'esposizione è mediata ed è pari a 70 anni per il calcolo del rischio cancerogeno, pari a 40 anni per il rischio tossicologico.

Di seguito viene riportata la tabella relativa ai valori delle dosi inalatorie ricavate per il successivo calcolo del rischio cancerogeno per lo stato attuale.

	DS_i [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
<i>Benzene</i>	3,06E-04	4,05E-04	2,27E-04	1,32E-04	2,13E-05	3,91E-04	5,02E-04	2,07E-04
<i>Formaldeide</i>	2,92E-03	2,53E-03	2,08E-03	7,50E-04	1,13E-04	2,09E-03	4,12E-03	1,17E-03
<i>Etilbenzene</i>	3,25E-05	4,26E-05	2,39E-05	1,97E-05	3,11E-06	4,16E-05	5,27E-05	2,19E-05
<i>Acetaldeide</i>	1,48E-03	1,23E-03	1,05E-03	3,70E-04	5,50E-05	9,92E-04	2,06E-03	5,58E-04
<i>Stirene</i>	1,47E-04	1,01E-04	1,02E-04	3,55E-05	5,04E-06	7,29E-05	1,92E-04	4,26E-05
<i>Naftalene</i>	9,13E-05	1,27E-04	6,88E-05	3,17E-05	5,28E-06	1,24E-04	1,54E-04	6,56E-05

Tabella 7-31 Valori della dose inalatoria DS_i degli inquinanti per il rischio cancerogeno – Scenario attuale

Di seguito si riportano i valori dei coefficienti IUR indicati da enti scientifici e regolatori, per le sostanze cancerogene in esame.

Sostanza	IUR [$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$]	Fonte	Classificazione IARC
Benzene	8,3E-06	US EPA	1
Formaldeide	6,0E-06	Cal/EPA	1
Acetaldeide	2,2E-06	US EPA	1
Etilbenzene	2,5E-06	US EPA	2B
Stirene	4,6E-05	Cal/EPA	2B
Naftalene	8,7E-05	Cal/EPA	2B

Tabella 7-32 Valori del fattore Inhalation Unit Risk - IUR_i [$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$]

Avendo ora a disposizione i diversi fattori necessari per l'applicazione della formula (1), è possibile calcolare l'indice di rischio cancerogeno R_C , di seguito la tabella relativa ai risultati, nella quale si riportano anche i valori limite imposti al fine di effettuare l'ultimo step della metodologia, ovvero la *Verifica di accettabilità*.

Per quanto concerne il rischio cancerogeno, il criterio di accettabilità coincide con il non superamento del valore di riferimento pari a 10^{-6} per la singola sostanza, e pari a 10^{-5} nel caso si prenda a riferimento la stima del rischio cancerogeno totale dato dal contributo cumulato per inalazione di ogni singola sostanza ($\sum_i R_{C_i}$).

	R_{C_i}								Valore di accettabilità
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
<i>Benzene</i>	2,54E-09	3,36E-09	1,89E-09	1,10E-09	1,77E-10	3,25E-09	4,17E-09	1,72E-09	1,0E-06
<i>Formaldeide</i>	1,75E-08	1,52E-08	1,25E-08	4,50E-09	6,75E-10	1,25E-08	2,47E-08	6,99E-09	1,0E-06
<i>Etilbenzene</i>	8,12E-11	1,07E-10	5,98E-11	4,92E-11	7,78E-12	1,04E-10	1,32E-10	5,47E-11	1,0E-06
<i>Acetaldeide</i>	3,27E-09	2,70E-09	2,32E-09	8,14E-10	1,21E-10	2,18E-09	4,54E-09	1,23E-09	1,0E-06
<i>Stirene</i>	6,74E-09	4,62E-09	4,70E-09	1,63E-09	2,32E-10	3,35E-09	8,85E-09	1,96E-09	1,0E-06
<i>Naftalene</i>	7,95E-09	1,11E-08	5,98E-09	2,76E-09	4,59E-10	1,08E-08	1,34E-08	5,71E-09	1,0E-06

Tabella 7-33 Rischio cancerogeno stimato per singoli inquinanti R_{C_i} – Scenario attuale

Dalla tabella si evince come per tutti i ricettori sia verificato il limite di riferimento di ciascuna sostanza posto pari a 10^{-6} .

La verifica del rispetto del limite per il contributo cumulato per inalazione di ogni singola sostanza ($\sum_i R_{C_i}$) è evidenziato nella tabella seguente.

Ricettori			$\sum_i R_{C_i}$	Valore di accettabilità
Cod.	Coordinate			
<i>R1</i>	45°24'36.92"N	10°21'6.65"E	3,81E-08	1,0E-05
<i>R2</i>	45°25'13.15"N	10°21'39.54"E	3,70E-08	1,0E-05
<i>R3</i>	45°25'57.81"N	10°21'49.13"E	2,74E-08	1,0E-05
<i>R4</i>	45°27'11.28"N	10°19'28.63"E	1,08E-08	1,0E-05
<i>R5</i>	45°27'49.06"N	10°18'1.01"E	1,67E-09	1,0E-05
<i>R6</i>	45°24'18.43"N	10°17'7.18"E	3,22E-08	1,0E-05

Ricettori			$\sum_i RC_i$	Valore di accettabilità
Cod.	Coordinate			
R7	45°24'3.09"N	10°18'53.27"E	5,58E-08	1,0E-05
R8	45°24'55.49"N	10°23'12.98"E	1,77E-08	1,0E-05

Tabella 7-34 Rischio cancerogeno totale stimato $\sum_i RC_i$ – Scenario attuale

7.8.1.2 La stima e la verifica del rischio tossicologico (RT)

Sempre seguendo la metodologia proposta dalla US EPA. per le sostanze non cancerogene l'indice di rischio (R_T) è ottenuto dall'applicazione della formula (2) di seguito riportata:

$$R_{T_i} = DS_i / RfC_i$$

Dove:

- R_{T_i} rappresenta il rischio tossicologico per inalazione causati dall'esposizione alla sostanza i-esima;
- DS_i è la dose inalatoria riferita alla sostanza i-esima [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
- RfC_i rappresenta la concentrazione per la quale si ritiene non produca effetti indesiderati nella popolazione generale [(mg/m^3)].

Così come effettuato per il rischio cancerogeno, sono stati calcolati i valori della *Dose inalatoria* relativi al rischio tossicologico (cfr. Tabella 7-35), stimati mediante l'applicazione della formula (3).

	DS_i [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
<i>Benzene</i>	5,35E-04	7,08E-04	3,98E-04	2,31E-04	3,73E-05	6,85E-04	8,79E-04	3,62E-04
<i>Formaldeide</i>	5,12E-03	4,42E-03	3,64E-03	1,31E-03	1,97E-04	3,65E-03	7,21E-03	2,04E-03
<i>Etilbenzene</i>	5,68E-05	7,46E-05	4,18E-05	3,44E-05	5,45E-06	7,29E-05	9,22E-05	3,83E-05
<i>Acetaldeide</i>	2,60E-03	2,15E-03	1,84E-03	6,48E-04	9,62E-05	1,74E-03	3,61E-03	9,77E-04
<i>Stirene</i>	2,57E-04	1,76E-04	1,79E-04	6,21E-05	8,82E-06	1,28E-04	3,37E-04	7,46E-05
<i>Naftalene</i>	1,60E-04	2,23E-04	1,20E-04	5,54E-05	9,24E-06	2,17E-04	2,70E-04	1,15E-04
<i>Toluene</i>	2,22E-04	2,81E-04	1,62E-04	1,57E-04	2,45E-05	2,74E-04	3,53E-04	1,44E-04
<i>m-xilene</i>	3,82E-04	2,06E-04	2,61E-04	1,11E-04	1,53E-05	1,25E-04	4,70E-04	7,80E-05
<i>o-xilene</i>	1,71E-04	1,05E-04	1,18E-04	5,09E-05	7,17E-06	7,15E-05	2,17E-04	4,27E-05
<i>p-xilene</i>	3,82E-04	2,06E-04	2,61E-04	1,11E-04	1,53E-05	1,25E-04	4,70E-04	7,80E-05

Tabella 7-35 Valori della dose inalatoria DS_i degli inquinanti per il rischio tossicologico – Scenario attuale

Si riportano di seguito i valori del fattore RfC sia per le sostanze cancerogene sia per le sostanze ricadenti nel gruppo 3 della classifica IARC.

Sostanza	RfC [(mg/m^3)]	Fonte	Classificazione IARC
Benzene	8,0E-02	US EPA	1
Formaldeide	9,8E-03	Cal/EPA	1
Acetaldeide	9,0E-03	US EPA	1
Naftalene	3,0E-03	Cal/EPA	2B
Etilbenzene	9,0E-03	US EPA	2B
Stirene	1,0E+00	US EPA	2B

Sostanza	RfC [(mg/m ³)]	Fonte	Classificazione IARC
Toluene	4,0E-01	US EPA	3
m-xilene	1,0E-1	US EPA	3
o-xilene	1,0E-1	US EPA	3
p-xilene	1,0E-1	US EPA	3

Tabella 7-36 Valori del fattore Reference Concentration - RfC_i [mg/m³]

Seguendo le modalità adottate per il rischio cancerogeno, anche per quanto concerne il rischio tossicologico si hanno a disposizione i diversi fattori necessari per l'applicazione della formula (2). Di seguito si riportano i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo per la stima del rischio tossicologico sui ricettori in esame, in particolare nella Tabella 7-37 per le singole sostanze e la Tabella 7-38 per il contributo totale. Così come per il rischio cancerogeno anche per quello tossicologico si riportano i valori limite imposti al fine della *Verifica di accettabilità* dei valori stimati. Per il rischio tossicologico il valore di accettabilità è pari ad 1.

	RT _i								Valore di accettabilità
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
<i>Benzene</i>	6,69E-06	8,85E-06	4,98E-06	2,89E-06	4,67E-07	8,56E-06	1,10E-05	4,53E-06	1
<i>Formaldeide</i>	5,22E-04	4,51E-04	3,72E-04	1,34E-04	2,01E-05	3,73E-04	7,36E-04	2,08E-04	1
<i>Etilbenzene</i>	6,31E-06	8,29E-06	4,65E-06	3,83E-06	6,05E-07	8,10E-06	1,02E-05	4,25E-06	1
<i>Acetaldeide</i>	2,89E-04	2,39E-04	2,05E-04	7,20E-05	1,07E-05	1,93E-04	4,01E-04	1,09E-04	1
<i>Stirene</i>	2,57E-07	1,76E-07	1,79E-07	6,21E-08	8,82E-09	1,28E-07	3,37E-07	7,46E-08	1
<i>Naftalene</i>	5,33E-05	7,42E-05	4,01E-05	1,85E-05	3,08E-06	7,23E-05	9,00E-05	3,83E-05	1
<i>Toluene</i>	5,55E-07	7,03E-07	4,05E-07	3,92E-07	6,12E-08	6,86E-07	8,82E-07	3,60E-07	1
<i>m-xilene</i>	3,82E-06	2,06E-06	2,61E-06	1,11E-06	1,53E-07	1,25E-06	4,70E-06	7,80E-07	1
<i>o-xilene</i>	1,71E-05	1,05E-05	1,18E-05	5,09E-06	7,17E-07	7,15E-06	2,17E-05	4,27E-06	1
<i>p-xilene</i>	3,82E-06	2,06E-06	2,61E-06	1,11E-06	1,53E-07	1,25E-06	4,70E-06	7,80E-07	1

Tabella 7-37 Rischio tossicologico stimato per singoli inquinanti RT_i - Scenario attuale

Cod.	Ricettori		∑ RT _i	Valore di accettabilità
	Coordinate			
R1	45°24'36.92"N	10°21'6.65"E	0,0009	1
R2	45°25'13.15"N	10°21'39.54"E	0,0008	1
R3	45°25'57.81"N	10°21'49.13"E	0,0006	1
R4	45°27'11.28"N	10°19'28.63"E	0,0002	1
R5	45°27'49.06"N	10°18'1.01"E	0,0000	1
R6	45°24'18.43"N	10°17'7.18"E	0,0007	1
R7	45°24'3.09"N	10°18'53.27"E	0,0012	1
R8	45°24'55.49"N	10°23'12.98"E	0,0004	1

Tabella 7-38 Rischio tossicologico totale stimato ∑_i RT_i - Scenario attuale

Dalle due tabelle si evince che per nessun ricettore sono stati superati i valori di tollerabilità relativi al rischio tossicologico, che risultano molto al di sotto di tale limite, posto pari ad 1.

7.8.2 Clima acustico

In merito al clima acustico si ricorda che l'aeroporto di Brescia Montichiari non è dotato di zonizzazione acustica aeroportuale; per quanto concerne lo stato di normazione del territorio da parte dei Comuni territorialmente competenti ai sensi della L.447/95 e DPCM 14/11/1997, di seguito si riportano gli estremi di approvazione dei Piani di classificazione acustica relativi ai Comuni interessati.

Comune	Estremi di approvazione
Montichiari	Approvato con DCC n. 13 del 02/03/2007
Castenedolo	Approvato con DCC n. 13 del 22/04/2008
Ghedi	Approvato con DCC n. 16 del 31/03/2009
Carpenedolo	Adottato con DCC n. 31 del 11/08/2008 ed approvato all'interno del PGT (DCC n. 65 del 03/12/2009)

Tabella 7-39 Estremi di approvazione del Piano di classificazione acustica dei Comuni interessati dall'intorno aeroportuale

L'aeroporto di Brescia-Montichiari è dotato di un sistema di monitoraggio acustico aeroportuale composto da due centraline conformi a tutte le prescrizioni normative vigenti. (cfr. Figura 7-25).

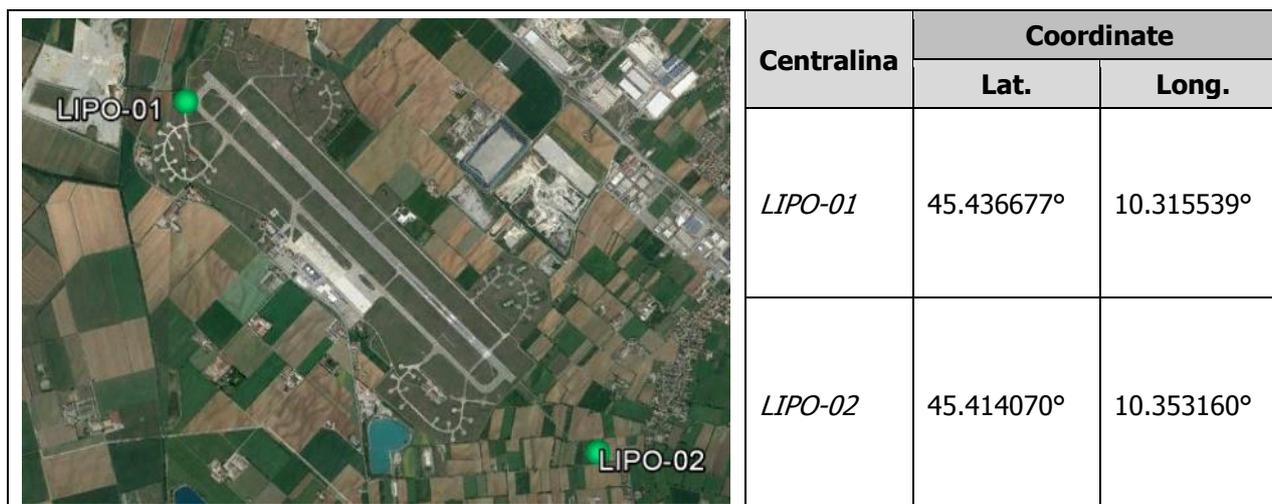


Figura 7-25 Posizionamento delle centraline di misura del rumore aeroportuale

Le due centraline sono posizionate in prossimità dell'aeroporto in modo da rilevare movimenti in atterraggio e decollo sia nella direzione 14 che 32: la prima all'interno del sedime in posizione laterale alla pista di volo in prossimità della testata 14, la seconda lungo l'asse pista 32 ad una distanza di circa 1.000 m dalla testata sud.

Mediante l'implementazione del modello di simulazione nell'ambito della componente Rumore sono state ottenute le curve di isolivello acustico rispetto all'indice LVA dei 60, 65 e 75 dB(A) rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C individuate dal DM 31/10/1997.

Nell'ambito della componente Rumore è stato inoltre effettuato il confronto dei valori LVA calcolati attraverso il modello di simulazione e quelli rilevati dal sistema di monitoraggio che mette in evidenza una differenza di 0,4 dB(A)²⁹, valore tale da poter ritenere corretta l'impronta acustica ottenuta dal software.

In Tabella 7-40 si riporta l'estensione delle singole aree ($60 \leq LVA < 65$ dB(A), $65 \leq LVA < 75$ dB(A) e $LVA \geq 75$ dB(A)) considerando anche la porzione di territorio ricadente all'interno del sedime aeroportuale.

All'interno delle aree individuate dalle suddette isolivello è stato individuato il numero di abitanti residenti.

Area	Estensione	Abitanti	Edifici
$60 \leq LVA < 65$ dB(A)	1,63 kmq	199	63
$65 \leq LVA < 75$ dB(A)	0,95 kmq	1	1
$LVA \geq 75$ dB(A)	0,15 kmq	0	0

Tabella 7-40 Estensione delle aree individuate dalle isolivello LVA dei 60, 65 e 75 dB(A) previste dal DM 31/10/1997 e numero di abitanti residenti al loro interno

Di seguito si riporta uno stralcio della tavola P2_T14 "Carta del rumore aeronautico in LVA e popolazione esposta – Scenario 2017".

²⁹ Il valore LVA rilevato dalla centralina nei 21 giorni è 63,5 dB(A); altresì quello stimato dal modello di simulazione nel giorno medio delle tre settimane è pari a 63,1 dB(A)

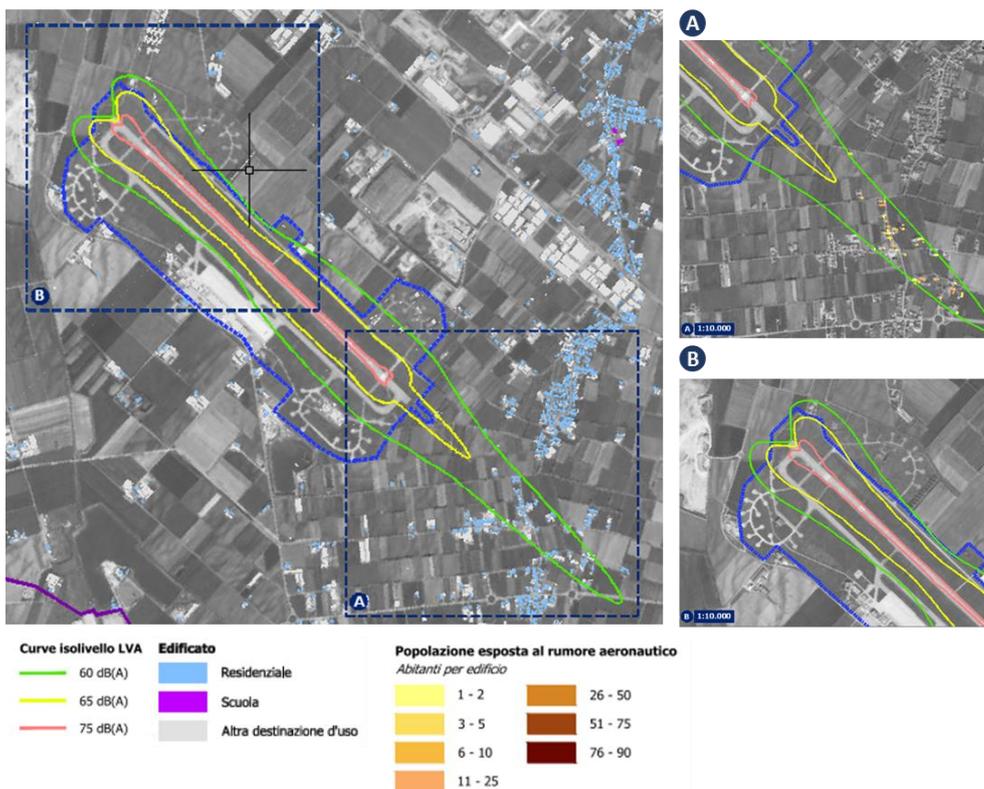


Figura 7-26 Rumore aeronautico in LVA e popolazione esposta allo scenario attuale (Stralcio Tavola P2_T14)

Nel complesso allo stato attuale sono 200 le persone soggette al rumore aeroportuale in termini di LVA. Quasi la totalità di queste ricadono all'interno dell'area compresa tra le isolivello dei 60 e 65 dB(A) rappresentative dell'area di rispetto Zona A, seppur questa non è definita poiché non è presente una zonizzazione acustica aeroportuale approvata.

8. PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

8.1 Inquadramento tematico

L'attenzione del presente studio è stata incentrata sull'analisi del paesaggio inteso come "[...] parte di territorio, [...], il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni" (Convenzione Europea del Paesaggio), attraverso la valutazione e descrizione degli aspetti ed elementi di particolare importanza paesaggistica, storico-culturale e testimoniale.

Nello specifico, quindi, è stato descritto il contesto paesaggistico di riferimento attraverso l'analisi dei principali caratteri del paesaggio, nonché l'individuazione dei principali sistemi insediativi e naturalistici presenti sul territorio in esame. A valle di una descrizione territoriale ampia si è ristretto il campo di analisi, andando ad analizzare il paesaggio nell'intorno dell'area aeroportuale di Brescia Montichiari, attraverso la valutazione dei processi strutturanti e l'evoluzione degli stessi, nonché la descrizione ed individuazione nell'area dei principali elementi storico-culturali e testimoniali.

In ultimo, per fornire un quadro complessivo dello stato del paesaggio, questo è stato analizzato dal punto di vista percettivo, individuando i punti di vista ritenuti significativi e andando ad effettuare l'analisi delle visuali. Nell'analisi degli aspetti percettivi del paesaggio l'osservazione si è focalizzata sulle diverse modalità di percezione dello spazio, sugli elementi lineari come le strade panoramiche o i sentieri di fruizione paesistica ed infine su fuochi e punti da cui si può vedere o che possono essere visti (belvedere, luoghi simbolici, ecc.) per quanto riguarda i territori di Montichiari, Ghedi e Castenedolo che rappresentano l'ambito nel quale ricade l'Aeroporto di Brescia Montichiari.

8.2 Il contesto paesaggistico di riferimento

8.2.1 Inquadramento geografico

L'Aeroporto, situato a sud-est rispetto all'area metropolitana di Brescia, si trova in prevalenza nel comune di Montichiari, occupando anche porzioni di territorio appartenenti al comune di Castenedolo.

L'intera area aeroportuale ricade all'interno della fascia della bassa pianura a iniziare dalla linea delle risorgive che da Magenta-Corbetta, passando per Milano, Lanzate, Melzo, Caravaggio, Chiari, Montichiari e Goito, attraversando, quindi, longitudinalmente l'intera Lombardia. Il paesaggio lungo tale linea dall'alta alla bassa pianura non è percepibile a prima vista: la presenza delle risorgive, con cui inizia naturalmente la pianura umida, che l'uomo ha attrezzato con un esteso sistema irriguo, introduce una maggior presenza di verde, oltre agli elementi che si legano a un'agricoltura più ricca e diversamente organizzata. Oggi l'irrigazione supera verso l'alta pianura i confini naturali che vigevano in passato ed anche questo attenua la discriminazione percepibile tra le due parti.

Gli elementi che tradizionalmente stavano ad indicare la specificità del paesaggio basso-lombardo erano diversi: in primo luogo va posta l'organizzazione agricola basata sulla grande cascina, la minor

densità umana, il senso pieno della campagna, la presenza delle piantate, il carattere geometrico del disegno dei campi, la rettilineità delle strade, dei filari, dei canali irrigatori, ecc., la regolare distribuzione dei centri abitati, che si percepiscono nel paesaggio con le cuspidi dei campanili. Poi vi si sono aggiunti i serbatoi idrici sopraelevati ed ancora i silos e gli edifici multipiano intorno ai centri maggiori.

Il paesaggio intorno alle cascine, non di rado raggiungibile attraverso viali alberati (elementi ricorrenti nel paesaggio basso-lombardo), si dispiega con una presenza di alberi che varia da zona a zona e, si può dire, da azienda ad azienda. Ciò anche perché oggi si tende ad ampliare, in funzione della meccanizzazione, le superfici coltivate, e quindi ad eliminare le piantate che nei secoli passati cingevano fittamente ogni parcella coltivata, ponendosi ai bordi delle cavedagne o lungo i canali di irrigazione, associando alberi diversi, dal pioppo, al salice, al frassino, alla farnia, ecc.. Oggi l'albero dominante quasi ovunque è il pioppo d'impianto, talora disposto in macchie geometriche, il cui legno è destinato all'industria dei compensati. Il pioppo (*Populus nigra*) spesso persiste isolato in mezzo ai campi e la sua presenza sopperisce alla carenza di alberi nelle campagne, ormai sempre più diffusamente destinate alla maiscoltura per l'allevamento. Tranne che nelle aree a risaia, il mais è la coltura più importante e ciò costituisce un aspetto negativo per il paesaggio che ha perduto le variegature multicolori di un tempo con la policoltura. Complessivamente molto minori sono comunque le superfici destinate a nuove colture come il girasole o la soia.

Il regime dei fiumi lombardi è regolato naturalmente dalla presenza dei laghi prealpini; ma oggi su di esso incidono gli usi delle acque per l'irrigazione, gli sbarramenti, le derivazioni, ecc.. Il sistema irrigatorio ha come principali fonti di emulazione il Ticino, l'Adda, l'Oglio ed il Mincio. I grandi canali di derivazione sono allacciati con i canali di scarico e di drenaggio, e alimentano una minore rete irrigatoria che capillarmente bagna una superficie di 700 mila ettari; ad essa danno contributo notevole anche le risorgive. Complessivamente la rete irrigatoria si estende su 40 mila chilometri e contribuisce oggi in misura notevole a mantenere alta la produzione, che riguarda per lo più il mais, il quale notoriamente ha un non lungo ciclo vegetativo ma ha necessità di molta acqua, in particolar modo nelle estati siccitose.

Se si considera il paesaggio della bassa pianura si deve tener conto del sistema irrigatorio non solo come fattore di vitalità e di ricchezza, ma anche come riferimento storico. Quindi il paesaggio della bassa pianura ha la valenza di rivelarsi esteticamente godibile con le sue prospettive geometriche che talvolta ricalcano la centuriazione romana. Esso acquista perciò un valore, oltre a quello che rimanda agli usi territoriali, di immagine imprescindibile della Lombardia, e che come tale va salvaguardato da usi diversi da quelli agricoli.

La bassa pianura lombarda non è un insieme territoriale uniforme. Lo rivelano i suoi paesaggi appena questa si attraversa da sud a nord e da est a ovest. Varia la densità di alberi, il tipo di piantata, la forma delle cascine, la loro densità, la misura dei campi, il rapporto tra cascine isolate e centri comunali, il richiamo dei campanili, dei castelli, con una diversità che viaggia dalle due aree che si

pongono agli estremi: la Lomellina e il Mantovano, entrambe con lo stesso tipo di coltivazioni ma con un'organizzazione agricola diversa.

8.2.2 I caratteri paesaggistici

Il contesto territoriale all'interno del quale si colloca l'area aeroportuale è quello del paesaggio della pianura irrigua, che per orientamento colturale prevalente è di tipo cerealicolo (parte centrale e orientale della bassa pianura).

Si estende con grande uniformità in quasi tutta la bassa pianura lombarda, testimoniato dagli insediamenti, dalla loro matrice generatrice preromana, romana e medievale, dalla dimensione discreta dei centri.

Il sistema irriguo, derivato dai fiumi e dai fontanili, è alla base della vocazione agricola, della sua organizzazione e, dunque, del paesaggio. Vi predomina in larga parte della sua sezione centrale, la cascina capitalistica, che si configurava fino a qualche anno fa come centro gestionale di grandi aziende a conduzione salariale. La "cassina" padana assumeva spesso il carattere di insediamento autosufficiente e popolato.

Nella sezione orientale predomina la corte, con esempi di alto pregio formale, come ad esempio le corti rurali gonzaghesche del Mantovano, che presidia aziende condotte in economia e mediamente di minori dimensioni, abitate da una o poche famiglie. In molti casi questa distinzione è oggi irrilevante a causa delle trasformazioni introdotte nelle pratiche colturali, specie con la diffusione di quelle cerealicole. L'abbandono del presidio dei campi, con il degrado delle strutture e delle dimore contadine, ha avuto il suo corrispettivo nella crescita delle città e dei maggiori centri della pianura. Ma queste strutture sono pur sempre rimaste, talune malamente riattivate dalle più recenti riconversioni agricole. L'introduzione di nuove colture e la meccanizzazione dei lavori nei campi ha gravemente impoverito la tessitura minuta del paesaggio agrario, con l'eliminazione delle alberature, delle partizioni (il confronto fra una cartografia degli anni '50 e una attuale è estremamente indicativo in questo senso), della trama irrigua e di collegamento viario.

Nel Cremonese, nel Pavese e in altre situazioni l'impianto territoriale ricalca le centuriazioni e ha un ordine quasi sempre regolare, a strisce o rettangoli; altrove è la tendenza defluente dei cavi irrigui e dei canali a costruire la geometria ordinatrice del paesaggio (per esempio nella Bassa Milanese). La rilevanza persistente delle colture foraggere nella sezione a occidente dell'Adda e in parte di quella cremasca e cremonese accentua ancora il portato d'immagine dei filari, dei pioppeti, delle alberature dei fossi.

Nella parte centrale della pianura lombarda, dove sorge lo scalo di Brescia Montichiari, fra Serio e Chiese, si delinea invece il paesaggio delle colture cerealicole, soprattutto mais, con i seguenti caratteri definitivi:

- distribuzione dell'uso del suolo nella dominanza dei seminativi cerealicoli, ma con compresenza, per la pratica dell'avvicendamento, anche di altre colture;
- forma, dimensione, orientamento dei campi spesso derivante dalle secolari bonifiche e sistemazioni irrigue condotte da istituti ed enti religiosi;
- caratteristiche tipologiche e gerarchiche nella distribuzione e complessità del reticolo idraulico, ivi comprese "teste" e "aste" dei fontanili, con relative opere di derivazione e partizione;
- presenza di filari e alberature, ma anche boscaglie residuali che assumono forte elemento di contrasto e differenziazione del contesto;
- reticolo viario della maglia podereale e struttura dell'insediamento in genere basato sulla scala dimensionale della cascina isolata, del piccolo nucleo di strada, del centro ordinatore principale;
- vari elementi diffusivi di significato storico e sacrale quali ville, oratori, cascinali fortificati ecc..

Nella sezione più orientale della pianura lombarda questi elementi sono più attenuati sconfinando nell'estremo lembo dell'Oltremincio in ambiti anche connotati da bonifiche relativamente recenti o nell'Oltrepò Mantovano in quelli, parcellizzati e ancora segnati da piantate, del contiguo paesaggio agrario emiliano.

Grande importanza non solo paesistica riveste la ben nota fascia delle risorgive associata in molti casi, residualmente, ai prati marcitori. Altro ambito distinto, benché più limitato, è quello delle emergenze collinari (San Colombano, Monte Netto), "isole" asciutte interessate dalla viticoltura e dalla frutticoltura. Una tipologia a sé stante è stata conferita, come si vedrà in seguito, alla pianura a orientamento risicolo, soprattutto concentrata nella Lomellina, in parte del Pavese e della Bassa Milanese. Gli scenari si impernano anche sui centri maggiori, spesso dominati da castelli, chiusi entro perimetri murati; o essi stessi fondati come centri strategici nel XIV e XV secolo (i "borghi franchi" del Cremonese e del Bresciano) o come città modello. Una ricchezza e una diversità di elementi insediativi forse non immediatamente percepibili nella difficoltà degli orizzonti visuali di pianura, ma in sé consistenti e fortemente strutturati.

Il Bresciano, nello specifico, consta dei seguenti ambiti, siti, beni paesaggistici esemplificativi dei caratteri costitutivi del paesaggio locale.

Componenti del paesaggio fisico	Pianura alluvionale fluvio-glaciale, debolmente inclinata con presenza di letti fluviali attivi e paleoalvei, relativi terrazzi poco pronunciati fascia delle risorgive; dossi e rilievi argillosi e di deposito eolico (Monte Netto, Castenedolo);
--	---

Componenti del paesaggio naturale	Lanche, cespuglieti e lembi di macchie boschive superstiti, filari e alberature stradali;
Componenti del paesaggio agrario	Trama della bonifica colonica fra Castenedolo, Ghedi e Montichiari;
Componenti del paesaggio storico-culturale	Altri edifici vetero-produttivi quali filande e filatoi (Acquafredda, Montichiari, valle dell'Oglio, ecc.);
Componenti del paesaggio urbano	Centri a radialità diffusiva (Chiari, Manerbio, Montichiari, Orzinuovi...) e borghi e città di fondazione (Canneto sull'Oglio, Casaloldo, Castenedolo, Castrezzato, Orzinuovi, Roccafranca ...); centri e nuclei "di strada" (Berlingo, Cossirano, Bagnolo Mella, Montirone, San Paolo, Barbariga, Carpenedolo, ecc.);
Componenti e caratteri percettivi del paesaggio	Dominanza delle parrocchiali (Montichiari) come fulcro visivo degli abitati; andamento e trama del sistema irriguo

Tabella 8-1 Caratteri costitutivi del paesaggio locale

8.2.3 I sistemi insediativi

L'assetto territoriale tradizionale lombardo, pur con la dominanza di Milano, per ruolo e per peso demografico, si conformava con singole aree che presentavano una posizione relativamente autonoma, seppure in qualche modo correlata.

Tale assetto, è profondamente mutato soprattutto all'interno dell'alta pianura, dove l'effetto metropolitano di Milano, sviluppatosi in particolar modo negli ultimi decenni, ha interessato un'ampia area, specialmente nella direzione di Varese, di Como e di Bergamo.

A livello regionale, ad oggi, il sistema insediativo corrisponde con l'asse est-ovest compreso tra la fascia pedemontana e la parte più settentrionale della Pianura Irrigua, coinvolgendo, per la quasi totalità, la pianura asciutta. Esso fa parte del più esteso sistema metropolitano del nord Italia che attraversa Piemonte, Lombardia e Veneto e caratterizza fortemente i rapporti tra le tre realtà regionali, ma si estende verso un areale ben più ampio, che comprende l'intero nord Italia e intrattiene relazioni forti in un contesto internazionale, definito appunto "megapoli padana" (cfr. Figura 8-1).

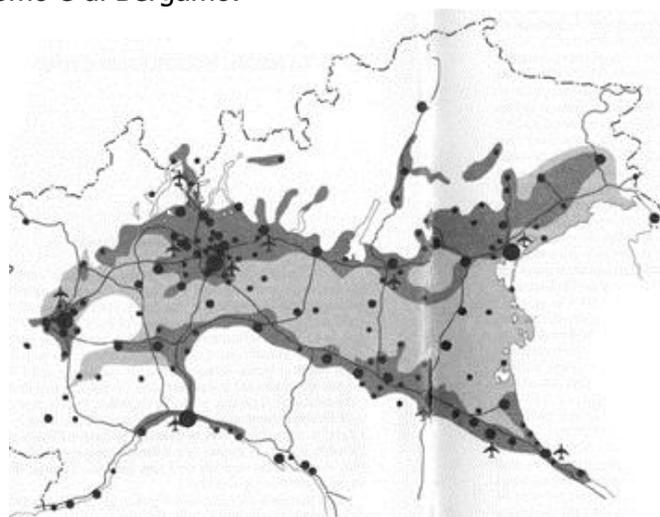


Figura 8-1 La megalopoli padana

Le caratteristiche fisiche dell'area sono state determinanti per il suo sviluppo storico: il territorio pianeggiante ha facilitato infatti gli insediamenti, le relazioni e gli scambi che hanno permesso

l'affermarsi di una struttura economica così rilevante. La ricchezza di acqua del sistema idrografico e freatico è stata fondamentale per la produzione agricola e la produzione di energia per i processi industriali.

La Pianura, su una parte della quale si colloca il sistema insediativo, è sempre stata una regione ricca grazie all'agricoltura fiorente, permessa dalla presenza di terreni fertili e di acque, utilizzate sapientemente dall'uomo (ne sono un esempio le risaie e le marcite).

Come detto, l'asse est-ovest è compreso tra la fascia pedemontana e la parte più settentrionale della Pianura Irrigua e coinvolgendo, per la quasi totalità, la pianura asciutta è identificato come Sistema Territoriale Metropolitano lombardo ed è distinto a sua volta in due sub sistemi, divisi dal corso del fiume Adda, che si differenziano per modalità e tempi di sviluppo e per i caratteri insediativi.

Ad ovest dell'Adda si situa l'area metropolitana storica incentrata sul tradizionale triangolo industriale Varese - Lecco - Milano, convergente sul capoluogo regionale, caratterizzata da elevatissime densità insediative, ma anche da grandi spazi verdi tra le conurbazioni dei vari poli. Il progressivo ampliamento dei poli urbani, caratterizzato da aree residenziali, grandi industrie, oggi sovente dismesse, servizi, infrastrutture ed aree libere residuali, si sovrappone alla struttura originaria inglobando vecchi tessuti agrari, cascine e centri rurali, un tempo autonomamente identificabili e oggi divenuti satelliti di un unico organismo.

In quest'area si distingue per i suoi caratteri peculiari l'asse del Sempione, appoggiato sulla densa conurbazione Legnano - Busto, Arsizio - Gallarate. Varie circostanze (trasporti, sviluppo economico, produzione di energia idraulica, ecc.) hanno qui favorito il sorgere di una zona di intensa industrializzazione, oggi in declino.

L'Aeroporto di Montichiari si colloca invece ad est dell'Adda, laddove il Sistema Metropolitano è impostato sui poli di Bergamo e Brescia con sviluppo prevalente lungo la linea pedemontana, con una densità mediamente inferiore a fronte di un'elevata dispersione degli insediamenti, sia residenziali che industriali, che lo assimilano, per molti aspetti, alla "città diffusa" tipica del Veneto, ma presente anche in altre regioni, nelle quali la piccola industria è stata il motore dello sviluppo. Dall'analisi dell'evoluzione dei confini, della struttura del Sistema Metropolitano e dei mutamenti in atto nel tessuto produttivo, emerge inoltre la tendenza ad una ulteriore espansione delle aree di influenza del sistema, con spinte all'allargamento in direzione est-ovest, nonché nord-sud. È evidente la crescita di numerosi nuclei di condensazione e punti di rarefazione, attorno a nuove polarità. A questo proposito, tra le polarità emergenti, nel quadrante est si trova il triangolo Brescia-Mantova-Verona (attorno alle infrastrutture aeroportuali di Verona e Montichiari), un'area molto meno urbanizzata e molto più aperta e flessibile ad accogliere nuovi insediamenti.

In realtà, come già accennato, il sistema insediativo lombardo nel suo complesso costituisce solo la sezione centrale di un continuo urbanizzato che si estende ormai da Torino a Venezia e verso Bologna, lungo la storica via Emilia; tale sistema è incentrato sulle città attraversate, che apportano ciascuna le proprie specificità culturali ed economiche. Le colline sono dominate dalla piccola

proprietà e dalla proprietà cittadina organizzata in poderi un tempo condotti a mezzadria. A ciò si collegano le case sparse e i borghi situati ai loro piedi.

Le riconversioni del paesaggio basso-lombardo degli ultimi decenni hanno riguardato la diversa organizzazione agricola. Diversamente da quanto accade nell'alta pianura non è molto diffuso il fenomeno dell'agricoltura part-time, che si lega spesso alla presenza dell'industria. L'agricoltura in questo territorio è un'attività produttiva specializzata nelle sue forme di meccanizzazione. La trasformazione dei modi di produzione, legata alla riduzione estrema della manodopera, ha comunque ancora le sue basi nelle vecchie cascine di un tempo, le grandi corti che in passato accoglievano decine e decine di famiglie impegnate in aziende di diverse centinaia di ettari. Oggi quelle infrastrutture, spesso di notevole impegno architettonico, che associavano casa padronale, chiesa, case dei lavoratori, sono state in parte riconvertite, utilizzate come magazzini e come depositi macchine o in parte abbandonate. Ma i perni dei territori rurali sono ancora oggi questi grossi insediamenti agricoli nel verde, divenuti centri di produzione, come indicano le nuove infrastrutture di cui spesso si sono attrezzate (stalle, porcilaie, silos, magazzini, ecc.).

Nel complesso le polarità urbane della bassa pianura (Figura 8-2) sono meno popolose di quelle che governano l'alta pianura, e quindi il fenomeno urbano è meno diffuso.

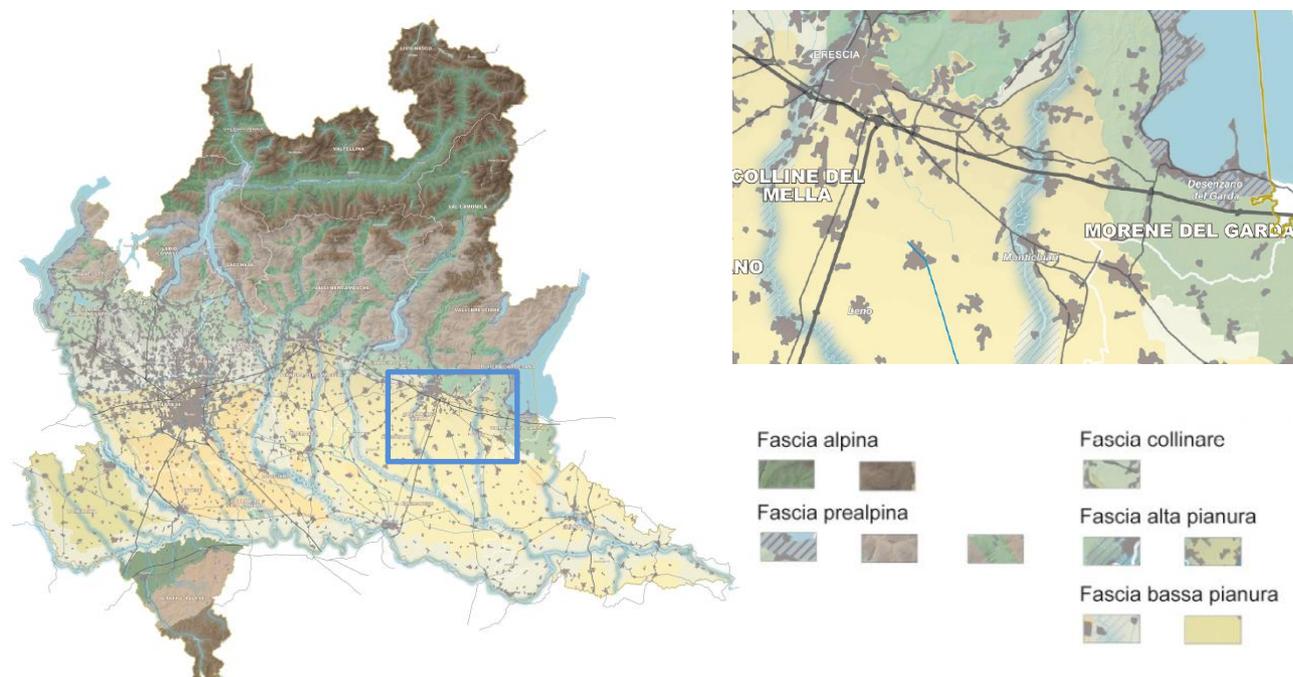


Figura 8-2 Unità morfologiche del paesaggio

L'industrializzazione è stata flebile in tutta la bassa pianura e consiste nella mini proliferazione intorno ai centri principali di piccole industrie manifatturiere o di industrie legate all'agricoltura. Anche la crescita edilizia degli ultimi decenni è stata relativamente contenuta intorno ai centri maggiori e le sue dimensioni esprimono direttamente la vitalità o meno del polo urbano. Anche qui sono gli assi

stradali che fungono da direttrici di attrazione industriale e residenziale. Essi corrono in senso longitudinale o trasversalmente lungo le aree interfluviali, cosicché le fasce attraversate dai fiumi hanno potuto conservare una loro dimensione naturale che ne fa, anche qui, delle presenze fondamentali del paesaggio. Formazioni boschive o pioppeti d'impianto rivestono gli spazi golenali sin dove iniziano le arginature, ormai quasi tutte artificiali. L'argine, importante elemento funzionale, diventa così un tipico elemento-iconema nel paesaggio basso-lombardo.

8.2.4 I sistemi naturalistici ed i beni di interesse naturalistico

L'Aeroporto di Brescia Montichiari ricade per la quasi interezza all'interno del comune di *Montichiari*, il quale a livello di componenti fisico-naturali, è caratterizzato da differenti aree geomorfologiche, a sviluppo longitudinale, distinte in colline moreniche di origine glaciale, 4 terrazzi fluviali ed un'asta fluviale con le proprie aree di "pertinenza".

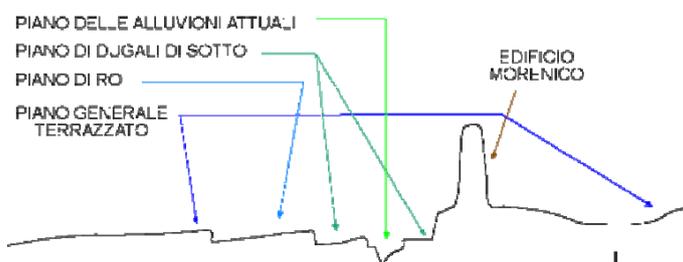


Figura 8-3 – Schematizzazione dell'assetto morfologico monteclarese

Il sistema delle colline moreniche (S.Margherita, S.Pancrazio, Monte Generale, S.Zeno, S.Giorgio, Monte Rotondo) si costituisce come unica forma glaciale presente nel territorio comunale, formato da depositi costituenti la cerchia esterna dell'anfiteatro benacense. L'edificio morenico si allarga anche alle adiacenti aree di raccordo che, allungate e allineate in senso longitudinale in sinistra del Chiese, probabilmente ne hanno influenzato il corso.

La natura del sistema è caratteristica dei depositi morenici (grossolana, mal classata, con abbondante matrice siltosa, altamente impermeabile) mentre la struttura può essere distinta in tre aree differenti morfologicamente: il ripiano sommitale (comprensivo dei pendii più dolci), i pendii acclivi laterali e le pianeggianti aree di raccordo con la circostante pianura.

La morfologia delle colline è stata consistentemente modificata dall'uomo, che oltre a disboscane la superficie, l'ha modificata con gradonature e spianamenti al fine di diminuire la pendenza dei tratti da coltivare; dal punto di vista degli usi infatti, solo le aree con pendenze più dolci sono adibite all'attività agricola, i fianchi delle colline ad elevate acclività, strette e discontinue, sono invece caratterizzate da una folta vegetazione arborea che ne stabilizza il terreno.

Le aree di raccordo sono la fascia di filtro tra le colline vere e proprie e la pianura circostante, e presentano quote e morfologia simili alla stessa pianura da cui sono distinguibili soprattutto per il

tipo di deposito che le costituisce. Tali aree sono pianeggianti e a volte delimitate da scarpate rispetto alla pianura circostante.

Gli usi attuali sono quelli del resto della zona agricola ad eccezione di quella su cui è insediato una parte dell'insediamento industriale esistente, ed una porzione del centro abitato di Montichiari. Per quanto riguarda i terrazzi geomorfologici, il territorio comunale può essere diversamente articolato considerando come riferimento l'asta fluviale. Il settore orientale infatti è caratterizzato dalla sola presenza del Piano Generale Terrazzato, corrispondente al Livello Fondamentale della Pianura, ossia il punto più basso esistente rispetto al livello medio della falda acquifera. Il settore occidentale invece oltre al Piano Generale, a carattere regionale, presenta altri tre terrazzi fluviali di carattere locale, generati dalle attività di erosione e deposizione del Fiume Chiese.

Il Piano Generale Terrazzato è sostanzialmente degradante verso sud e, nel caso di Montichiari, corrisponde alle zone più alte del territorio comunale (ad eccezione chiaramente delle colline moreniche); geologicamente l'area più antica del territorio comunale, presenta antiche linee di deflusso superficiale con andamento complessivamente in senso Nord Est - Sud Ovest e una morfologia ondulata accentuata da discontinue scarpate di debole rigetto.

Nel settore orientale il Piano Generale Terrazzato è caratterizzato da un andamento prevalentemente ondulato con aree più o meno rilevate allungate in senso Nord-Sud e quote massime di 121 m; su questo piano si sono sviluppati gli abitati del Centro e i nuclei di Novagli, Chiarini e Boschetti. Nel settore occidentale invece il Piano Terrazzato presenta le sue quote più elevate (124 m) ed è rappresentato da un'area generalmente pianeggiante e debolmente degradante verso ovest; l'insediamento della Fascia d'Oro è l'unico che connota questa parte del terrazzamento, oltre alle attività estrattive vicine.

Il limite del Piano Terrazzato Generale con i terrazzi adiacenti è costituito nella porzione centro-settentrionale prevalentemente da una scarpata continua disposta in senso Nord - Sud, mentre nella porzione meridionale la scarpata è sostituita da una stretta area di raccordo tra i due terrazzi. Il settore occidentale si sviluppa in parte sul Piano di Rò, è un terrazzo formatosi per attività erosiva del Fiume Chiese che si sviluppa in senso longitudinale; il suo sviluppo è interposto tra il Piano Generale Terrazzato e l'altro terrazzo di valore locale, più recente, chiamato Piano di Dugali di Sotto ed è delimitato da terrazzi di rigetto inferiore a 5 m che si sviluppano in modo continuo per tutto la porzione settentrionale.

In adiacenza alla scarpata più interna si impostano da nord a sud i centri abitati di Vighizzolo, Ro di Sopra, Ro di Sotto e Sant'Antonio, a cui seguono le frazioni di Dugali di Sopra e Carotte Sotto, impostate su una stretta area di raccordo col piano più ribassato. La maggior parte della zona ha una funzione agricola. Anche tale terrazzo è caratterizzato da una morfologia per lo più pianeggiante ed omogenea degradante verso Sud e verso Ovest e presenta quote di valori compresi tra 108 metri e 80 metri, valori rispettivamente dell'estremo Nord e Sud dell'area.

Il Piano di Dugali di Sotto è costituito da aree pianeggianti e generalmente omogenee ribassate rispetto al Piano di Rò e sviluppate in senso longitudinale. Tali aree sono disposte simmetricamente rispetto al Fiume Chiese, ma hanno maggiore espressione nel settore occidentale, dove il Piano è continuo, ampio e delimitato lateralmente da scarpate persistenti nella porzione settentrionale e da zone di raccordo strette o ampie nella porzione meridionale. Le quote sono comprese tra 114 metri e 73 metri.

Appartiene a questo Piano anche una ampia area di raccordo morfologico, tra esso e il piano più ribassato, a sviluppo longitudinale ubicata nella zona meridionale. Sono riconoscibili sul territorio solo discontinue scarpate ad andamento arcuato registranti l'erosione fluviale, mentre elementi morfologici visibili sugli altri piani terrazzati, come antiche linee di deflusso superficiale, sono stati probabilmente cancellati dalla forte attività agricola che caratterizza quasi esclusivamente il terrazzo in esame.

L'area afferente al fiume corrisponde sostanzialmente con l'area del Piano delle Alluvioni attuali: piano delimitato da scarpate che rispecchiano l'andamento meandriforme del fiume e al loro interno presentano, delimitate da corte scarpate, delle piccole aree ulteriormente ribassate e pianeggianti. Questa struttura è la più recente e più depressa, potenzialmente inondabile durante le fasi di piena del fiume e la più morfologicamente modificabile dall'evoluzione del Chiese. Il suo dinamismo, legato a quello fluviale, è facilmente verificabile dall'osservazione della variazione morfologica delle barre fluviali, di cui quelle facilmente riconoscibili sono sostanzialmente barre di meandro o barre fluviali progredenti.

Le prime sono costituite dai depositi di un fiume sinuoso come il Chiese che si formano tramite la deposizione di sedimento sabbioso-ghiaioso ben classato nelle concavità dei meandri; sopra a questi depositi debolmente rilevati si trova una vegetazione boschiva che oltre a caratterizzarne il paesaggio ha la funzione di stabilizzare i depositi stessi. Le seconde, forme più dinamiche, si trovano all'interno dell'asta fluviale e sono ricoperte da una lama d'acqua solo nei periodi di piena durante i quali subiscono delle modificazioni. Su questi terreni, sensibili alle variazioni di portata fluviale, si è impostata comunque un'attività agricola.

Per quanto concerne il sistema idrologico invece, il territorio di Montichiari, come tutta la pianura lombarda è un sistema complesso di elementi naturali, culturali, socio-economici e paesaggistici, nel quale l'acqua è il filo conduttore. Anche per questo il sistema idrologico, più avanti descritto è una matrice che, nei suoi tratti principali, verrà riproposto nell'analisi di tutte le varie componenti del paesaggio. Il reticolo idrografico principale è costituito da due corsi d'acqua, il Fiume Chiese ed il Torrente Garza; il resto del reticolo idrico è composto da una serie di canali, denominati nel presente studio "storici", in quanto elementi che storicamente hanno segnato il paesaggio della pianura monteclarese, e dalla fitta rete dei canali di bonifica e di quelli irrigui.

Il Fiume Chiese di oggi è il prodotto delle acque di fusione del ghiacciaio di Fumo e della raccolta delle acque di tutti i circhi glaciali e fluviali tributari della lunga Val di Fumo. Nel tratto in cui percorre

il territorio monteclarese il tracciato del fiume può essere suddiviso in due parti: quello a nord del ponte di Via Tito Speri, caratterizzato da una sequenza continua di anse e di meandri e quello a sud con un andamento lineare.

L'ambiente fluviale lungo le rive del fiume, nei tratti privi di arginatura, è in gran parte dominato dal greto con la vegetazione pioniera e dal saliceto; il substrato sabbioso-ghiaioso e la copertura del limo più o meno spessa deposta sulle rive e negli avvallamenti delle spiagge con le piene stagionali, consentono l'insediamento di numerose specie annuali o perenni che a seconda del diverso andamento descritto hanno evoluzioni diverse.

Laddove ancora si riscontrano tracce del bosco ripariale (soprattutto nelle anse del fiume a nord) o igrofilo esso è costituito da associazione di piante arboree, arbustive ed erbacee, tipiche dei terreni freschi ed umidi. In particolare si evidenziano i pioppi neri, olmi, ma anche farnie, robinie, ontani e platani che rappresentano specie introdotte dall'uomo spesso sottoposte a tagli stagionali. Le specie arbustive più diffuse sono, invece, il Nocciolo, il Sambuco nero, la Fusaggine, il Biancospino, il Prugnolo, ecc.

Di quanto descritto, analizzando in particolare l'ambito prossimo allo scalo (a nord-est ed a sud-ovest), la flora sconta la presenza preponderante dei filari di robinia e di platani (spesso in ceppaia), ma registra anche la presenza di pioppi americani (*canadensis*) e di alcuni esemplari di olmo; gli arbusti rilevati si limitano al ciliegio canino (*prunus Mahaleb*) e biancospino (*crataegus Oxyacantha*), oltre che al rovo (*rubus fruticosus*).

Nel tratto in cui il Chiese costeggia l'abitato di Montichiari, il paesaggio non perde completamente i suoi connotati di naturalità, almeno morfologica. Il Torrente Garza lambisce solo e per un breve tratto il territorio comunale di Montichiari al confine ovest con il Comune di Ghedi e per tutto il suo corso che interessa è compreso nelle arginature artificiali. Come già detto dal fiume Chiese una ragnatela di canali si è andata infittendo nei secoli, disperdendosi sul territorio monteclarese. I canali storici e i corsi d'acqua che più di altri hanno condizionato le trasformazioni delle colture e dei paesaggi, sono gli elementi lineari i cui tracciati sono riconoscibili nelle carte storiche fino alla Carta IGM del 1931:

- il Vaso Reale antico di Montichiari, che esisteva già attorno al 1000 e che attraversa da nord a sud il centro antico della città, per proseguire poi verso sud tra il Chiese ed il Colle di S.Giorgio;
- la roggia Montichiara, derivata storicamente dal vaso della Calcinata, che entra nel territorio di Montichiari all'altezza della frazione di Campagnoli Sera per proseguire verso sud in direzione Chiarini, divenendo Vaso Bagatta;
- la roggia Seriola Nuova e la roggia S.Giovanna (segnalate già dal Catasto napoleonico del 1809) che estratte dal fiume in territorio di Calcinato, attraversano poi in direzione nord-sud tutta l'area del destra Chiese;

- la seriola Rezzato che attraversa l'abitato di Novagli confluendo nel Vaso Lametta fino al confine sud di Montichiari con il comune di Carpenendolo.

Il sistema idrologico del territorio Montecclarese è infine completato dalla fitta rete di canali, risultato dell'opera di bonifica avvenuta nel primo cinquantennio del '900. In particolare, questa fitta rete di canali, che per continuità e densità, è nata per svolgere un ruolo di primo piano negli usi agricoli, oggi è in grado di svolgere anche il ruolo di rete ecologica e verde, interconnettendo con andamento est-ovest attraverso un territorio fortemente antropizzato, i corpi idrici naturali che invece hanno un andamento nord-sud.

L'altro comune nel quale ricade il sedime aeroportuale è *Castenedolo*. L'analisi del territorio ha visto la presenza di boschi, filari alberati, rilievi isolati, elementi lineari, elementi strutturali e sponde fluviali, che rappresentano elementi naturali di rilevante valore paesaggistico.

Nel territorio di Castenedolo sono stati rilevati alberi di dimensioni interessanti, ritenuti elementi caratteristici spesso all'interno di fasce alberate e filari, che rappresentano le unità ecosistemiche fondanti la struttura di riferimento per la costituzione della rete ecologica. Per filare alberato si intende una formazione vegetale arborea ad andamento lineare, a fila semplice o doppia, composta da specie arboree governate in vario modo (alto fusto, capitozza, ceduo), comprendente almeno 15 piante ogni 100 metri. In particolare, sono stati rilevati gli alberi di specie autoctone o naturalizzate aventi circonferenza del fusto maggiore di 200 cm e gli esemplari di pioppo e robinia aventi circonferenza del fusto maggiore di 250 cm.

Per quanto concerne i corpi idrici principali, lungo il confine occidentale del territorio comunale, scorre il Torrente Garza il quale ha un bacino idrografico che ha origine nel territorio prealpino sito nel comune di Lumezzane e percorre la Val Bertone, la Valle del Garza e la bassa Valle Trompia. Attraversa i territori comunali di Caino, Nave e Bovezzo e, seguendo il percorso della Strada Statale 237 del Caffaro, giunge fino a Brescia. Uscito dal capoluogo all'altezza del quartiere San Polo, attraversa i territori comunali di Borgosatollo, Castenedolo e Ghedi, dove arriva presso la località di Santa Lucia. Il fiume presenta un regime prealpino con un massimo di portata tra primavera ed estate per effetto della somma dei fattori quali lo scioglimento delle nevi e le piogge primaverili e con un massimo relativo in inverno per effetto delle sole precipitazioni.

Per quanto riguarda invece i biotopi naturali, essi si possono definire come aree circoscritte caratterizzate da una concentrazione di habitat ancora integri. Gli habitat più vulnerabili sono senz'altro costituiti dalle cosiddette "zone umide" (aree di cava, stagni). Nel territorio comunale sono stati individuati alcuni biotopi interessanti, tra i quali si segnalano ad esempio lo stesso torrente Garza con le aree limitrofe, le aree di cava in esercizio e dismesse, le aree a mosaico costituite dagli agroecosistemi del rilievo collinare (alternanza di vigneti, prati e fasce boscate) e le aree a mosaico costituite dall'agroecosistema attraversato dall'asta della Fontana Prandoni. Sono stati inoltre

individuati diversi siti rilevanti dal punto di vista naturalistico e paesistico. L'emergenza morfologico-paesaggistica della Collina di Castenedolo (individuata nel PTCP come rilievo isolato della pianura da tutelare dal punto di vista geologico-ambientale). Due aree sono pianiziali e corrispondono alle aree idriche della Fontana Balera e della Fontana Prandoni. Le altre aree sono collinari e corrispondono alle aree meno antropizzate della collina (Loc. Viazzola, Loc. Moschine, Loc. Coste) ed alla cava d'argilla Italcementi.

L'altra porzione di territorio limitrofa all'aeroporto è quella del Comune di *Ghedi*, ubicato in corrispondenza della zona di transizione dall'alta alla media pianura bresciana.

Tutta la porzione settentrionale del territorio comunale, ossia quella interessata all'ambito dello scalo, è caratterizzata da depositi fluvioglaciali, propaggine meridionale dell'ampia piana fluvioglaciale (Sandur) prodotta dagli scaricatori fluvioglaciali nord-occidentali dell'anfiteatro morenico gardesano, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, talora anche molto grossolani, ricoperti da suoli generalmente sottili. La granulometria dei sedimenti decresce debolmente da nord-est a sud-ovest.

I suoli poggiano su un substrato calcareo ghiaioso-sabbioso e manifestano un drenaggio da buono a rapido. La morfologia che contraddistingue quest'area è legata all'ambiente deposizionale che ha originato questi depositi: un ripiano debolmente immergente verso sud, caratterizzato da una piatta monotonia. Sono tuttavia presenti deboli ma fitte ondulazioni, tracce di un antico sistema fluviale a canali intrecciati (braided). La piana era infatti occupata, nel tardo Pleistocene, da corsi d'acqua ad alta energia di tipo torrentizio.

La morfologia del territorio di Ghedi risente sensibilmente anche dell'attività antropica: la complessiva monotonia della morfologia dell'alta pianura risulta interrotta localmente dalle numerose cave a "fossa", prodotte dall'attività estrattiva di ghiaia, che hanno raggiunto la falda acquifera. Parte di esse ospitano cave ancora attive, altre sono state abbandonate e, talora, parzialmente riempite. Altre cave abbandonate, non comprese nei settori assoggettati all'attuale Piano Cave della Provincia di Brescia, sono state recuperate attraverso il parziale riempimento e la creazione di nuove unità abitative, come è il caso del Villaggio Cave, a nord della stazione ferroviaria di Ghedi, oppure utilizzati come bacini idrici al servizio delle attività irrigue, come i due bacini posti tra C.na Berlina e C.na Benvenuta o quello posto a nord di C.na Dirigibile. Dal punto di vista morfologico sono infine da segnalare le attività di bonifica agricola che portano ad una modifica dell'originaria morfologia, oltre a determinare uno scadimento delle caratteristiche pedologiche della porzione di suolo che viene interessato dall'intervento.

Il reticolo idrografico del territorio prossimo all'aeroporto è caratterizzato dal corpo idrico principale del Torrente Garza, già descritto nel tratto che attraversa Castenedolo, da cui proviene, il quale entra nel territorio comunale di Ghedi in località Quarti, in un alveo artificializzato assumendo poi direzione N/NE-S/SO; il tracciato del torrente è la testimonianza del tentativo dell'uomo nel tempo di regimentare e sfruttare le sue acque.

Già all'ingresso del territorio si riconoscono due casse di espansione delle acque di piena: una in sponda destra da tempo inutilizzata, l'altra in sponda sinistra che contribuisce anche oggi alla

laminazione delle piene che in passato si rivelarono gravemente dannose per parte del territorio comunale. In prossimità di Cascina Sassonia, ove il Torrente Garza assume direzione NO-SE, il suo corso è stato oggetto di opere di rettificazione, a seguito delle quali venne fatto confluire nel canale che raccoglieva le acque del Fontanile Prandoni. A Sud-Ovest di C.na Speranza, il Torrente Garza ed il Fontanile Prandoni ritornano a scorrere in due alvei separati e paralleli, a pochi metri di distanza l'uno dall'altro messi in collegamento attraverso numerose chiuse il cui utilizzo è regolato essenzialmente da esigenze legate all'irrigazione della campagna circostante. Nell'ultimo tratto, all'incirca a partire dal punto in cui il Torrente Garza raggiunge il confine comunale con Montichiari, le acque tornano a scorrere nell'alveo principale, sempre impermeabilizzato, fino a raggiungere la località Belvedere, dove sono stati effettuati interventi di sistemazione idraulica dell'alveo oltre la vasca di laminazione in località Motta.

Sono inoltre presenti in numero elevato, rogge, canali e vasi colatori da cui si diparte un fitto reticolo di canali irrigui; nel settore a nord del centro abitato essi sono alimentati essenzialmente dalle acque provenienti dal Torrente Garza, dal Naviglio e da un numero elevato di pozzi irrigui, mentre più a sud essi sono per la maggior parte alimentati dai fontanili, un tempo attivi anche nella parte settentrionale del territorio comunale.

8.3 Le analisi paesaggistiche nell'ambito di studio

8.3.1 Finalità e metodologia

Nell'ambito del contesto paesaggistico indagato, l'area di intervento ed il suo intorno sono stati oggetto di un susseguirsi di eventi storici che, in rapporto con gli elementi naturali di continuità, hanno dato esito alla struttura del paesaggio come oggi è possibile percepire.

L'area risulta costituita da porzioni di territorio in parte omogenee ed in parte diversificate, per storia, caratteristiche, aspetti funzionali e situazioni ambientali, dove spazi aperti agricoli e porzioni più o meno disgregate di costruito si mescolano e danno vita ad un paesaggio più incline a continue trasformazioni.

In tal senso, la presente indagine intende considerare quella porzione di territorio caratterizzato da un insieme di elementi fisici e culturali che lo connotano e la cui specificità è generata dalle continue trasformazioni prodotte dalle relazioni tra l'ambiente e l'uomo. Il paesaggio pertanto viene inteso quale prodotto dei cambiamenti intercorsi nei vari periodi storici, nonché come entità dinamica ed in continua trasformazione, più o meno rapida.

Secondo questo approccio lo studio del paesaggio nella sua struttura è stato operato attraverso l'analisi dei tre seguenti elementi:

- i *processi strutturali*, quali oggetto di analisi finalizzata nell'interpretare il paesaggio nella sua dinamica evolutiva, individuando sia gli elementi di continuità che, attraverso epoche anche molto diverse, rimangono pressoché costanti, sia gli elementi variabili, di breve vita o legati a precisi eventi;

- gli *esiti del processo di trasformazione*, quali oggetto di analisi volta nell'individuare gli elementi strutturanti il paesaggio, di continuità, intesi sia gli elementi naturali che antropici, sia variabili, intesi quale esito delle trasformazioni in atto;
- il *patrimonio storico-culturale e testimoniale*, quale oggetto di analisi finalizzata nella ricerca di testimonianze del passato caratterizzanti il territorio all'interno del quale è inquadrabile l'Aeroporto di Brescia Montichiari, costituenti per l'appunto i sopracitati elementi di continuità del paesaggio in esame.

8.3.2 I processi strutturali

Nell'analisi del territorio dell'area di intervento, relativamente alle componenti agrarie e all'antropizzazione culturale, si rileva l'importanza della rete dei canali storici considerati nella loro funzione di condizionamento della localizzazione e dello sviluppo del sistema insediativo urbano e produttivo.

Si è posta quindi l'attenzione sul sistema degli elementi costruiti rurali, facendo riferimento alla bibliografia esistente che dimostra come i secoli X ed XI, sono quelli in cui si sono definiti gli assetti dell'insediamento umano in ambito rurale nelle forme che hanno poi segnato il paesaggio rurale stesso dei secoli successivi. E' in questo periodo, infatti, che si mettono le premesse per la diffusione successiva, nel periodo della dominazione veneta, di quella che sarà il caposaldo della costruzione della "campagna Bresciana": la cascina.

La cascina nasce con lo scopo di essere il luogo in cui confluiscono i prodotti della campagna, l'allevamento del bestiame e la trasformazione di quanto da esso prodotto. Questa si colloca in una zona altimetricamente elevata, anche se in modo impercettibile, per dare garanzia di essere protetta da eventuali esondazioni del Chiese o delle rogge irrigue. Condizione indispensabile è anche la presenza dell'acqua ricavata dai pozzi o dalla vicinanza di rogge e/o canali.

Dal punto di vista compositivo, i caratteri più ricorrenti nel territorio analizzato sono:

- l'importanza dell'aia come elemento generatore dell'insediamento;
- l'organizzazione delle unità secondo l'orientamento dei punti cardinali con una leggera inclinazione verso nord-ovest in modo che le altezze dei fabbricati non proiettassero ombra sull'aia nelle ore più soleggiate;
- la collocazione delle stalle con un fronte a nord per garantire il raffrescamento dei locali già caldi per la presenza degli animali e la costruzione di un portico sul fronte soleggiato che oltre a mitigare la temperatura del ricovero degli animali garantiva la continuità del lavoro nei periodi di pioggia.

Nell'area di *Montichiari*, lo scenario antropico si arricchisce con la presenza di tutti quegli elementi naturali che sono strettamente legati alla coltivazione della campagna: i filari continui e discontinui

che sottolineano la maglia agraria, spesso affiancando le strade poderali o i canali artificiali di irrigazione e la vegetazione riparia delle rogge principali.

Si tratta di elementi di primaria importanza sia per individuare le caratteristiche del paesaggio agrario e valutare la permanenza dei segni del paesaggio agrario storico (la dimensione delle "stanze" coltivate, il grado di conservazione dei segni territoriali, ecc.), sia come collegamento ecologico tra elementi di maggiore importanza (fiume e sue sponde, fasce boscate, scarpate alberate delle colline moreniche, ecc.).

Gli alberi di alto fusto si ritrovano soltanto sulle aste di servizio che ricalcano il telaio della partizione fondiaria settecentesca, telaio che prevedeva maglie proprietarie allargate per ospitare soprattutto le greggi di ovini (almeno fino alla bonifica degli anni '30 del secolo scorso). Tale maglia, certificata dal catasto napoleonico del 1812 e meglio rappresentata da quello austro italiano del 1852, presenta ampi spazi ora coltivati la cui dimensione consente di traguardare elementi territoriali di grande scala (le prealpi o i cordoni morenici di Castiglione delle Stiviere), oltre che di contenere attività che necessitano di elevata quantità di spazio (dalle imprese di escavazione della ghiaia all'aeroporto, oltre che le zone produttivo-fieristiche, ecc.).

Nonostante dopo la bonifica, le aree del Pianalto, la zona usualmente denominata "brughiera" di Montichiari, direttamente a ridosso dello scalo (a nord-est e ad sud-ovest), siano state oggetto di intensa attività agricola, in questo ambito si sono registrate, soprattutto negli ultimi 50 anni, notevoli operazioni di trasformazione territoriale (dalle cave all'aeroporto, all'insediamento di attività manifatturiere ecc.) ed il quadro pare destinato ad arricchirsi di ulteriori fattori (il passaggio del tracciato dell'alta velocità ferroviaria).

La maglia poderale allargata di cui sopra (con relativi filari arborati) però costituisce decisamente una peculiarità unica della zona, che i recenti insediamenti e modi d'uso del territorio non hanno messo in discussione (a parte l'insediamento dell'aeroporto).

Addossato ad ovest al Pianalto e delimitato ad est dal crinale che collega tra loro le frazioni di Rò di sopra, S. Bernardino, S. Antonio, Dugali, Rò di sotto si riconosce il paesaggio delle piccole stanze delle bonifiche succedutesi a più riprese dal Cinquecento al settecento, con la creazione della maglia di canali irrigui arricchitisi fino alle recenti trivellazioni dei pozzi (anni '30). Il recupero di queste aree all'attività agricola ha reso possibile un disegno dell'appoderamento che segue le linee di displuvio in direzione nord-ovest (in corrispondenza di Rò di sopra) ed est-ovest (in corrispondenza di S. Antonio) e che presenta una notevole riduzione della dimensione delle maglie delle "stanze" (così come definite precedentemente): il telaio dei canali irrigui risulta compatto, stante le piccole differenze di livello tra la testata di attacco del canale e quella di arrivo, mentre i bordi sono abbondantemente piantumati con filari di platani e ceppi di robinia, con presenza anche di esemplari di olmi campestri, ontani, bagolari, tigli e rari esemplari di farnie. Il livello di trasformazione risulta relativamente basso (ad eccezione naturalmente del bordo urbanizzato lungo via Viadana): gli unici manufatti sono rappresentati da rade cascate e dai pozzi di emungimento dell'acqua.

Il telaio generale dell'appoderamento rappresenta un notevole elemento di discontinuità rispetto al Pianalto, con una notevole riduzione delle distanze tra i filari e con il conseguente annullamento delle possibilità percettive a lunga distanza (stante anche la notevole compattezza ed integrità dei filari di bordo). In questo ambito appare chiaro che il sistema asse viario-filare-corso d'acqua diventa l'asse portante della strutturazione del territorio.

Il paesaggio afferente al fiume Chiese è invece definito "ribassato" per differenziazione rispetto ai plateau del pianalto e al terrazzamento della bonifica intermedia: dal crinale costituito dall'orlo di scarpata principale, di cui si è parlato a proposito del paesaggio precedente, è chiaramente avvertibile il salto di livello ed il lento degradare della campagna (costituita da depositi alluvionali) in direzione del fiume. La relativa vicinanza del cordone morenico delle colline permette, nonostante la dimensione delle stanze, notevoli scorci visuali verso i più rilevanti manufatti storici (Duomo, rocca, pieve) al di là del fiume. Inoltre, tale paesaggio viene definito "stabile" poiché (nonostante l'azione "modellatrice" del fiume negli ambiti contigui all'alveo) si ritrovano le aree di più antico sfruttamento agricolo, con il relativo telaio fondiario (in quest'ambito sono state riconosciute alcune tracce delle propaggini settentrionali della centuriazione cremonese) ed il ricco tessuto di insediamenti agricoli antichi (cascine e relativi broli).

Il telaio viario è incentrato sui due ponti storici di passaggio del fiume e sui punti di contatto con i terrazzamenti superiori, con uno schema radiocentrico diramantesi dai ponti che diventa uno schema ortogonale di servizio ai campi. La dimensione delle "stanze" appare di calibro paragonabile a quelle del paesaggio delle piccole stanze, segno di un basso livello di trasformazione, di una forte strutturazione dei filari e di una notevole continuità d'impianto degli stessi: si deve inoltre rilevare che in questo paesaggio appaiono sistematicamente i pioppi (nelle specie Alba, Nigra, Italica, tipici di zone molto ricche di acqua) che tendono a sostituire i ceppi di robinia infestante. Altra caratteristica notevole del paesaggio in questione è rappresentata dalla presenza del fiume e delle sue anse, con relative aree golenali (a nord e a sud dell'abitato principale, fortemente naturalizzate) ed arginature (in corrispondenza dell'abitato, che arriva a lambire il fiume anche con manufatti industriali); il corso del fiume da nord a sud è caratterizzato anche da altri manufatti, quali prese e restituzioni di canali irrigui, manufatti di sfogo di collettori laterali a diversi usi, canalizzazioni pensili.

Questo paesaggio appare molto strutturato e stabile, le inerzie verso il cambiamento appaiono elevate sia per l'alto valore agricolo dei suoli che per il loro valore paesistico percepito: ad eccezione di alcune aree (la zona della fiera, la presenza della tangenziale ovest, le propaggini estreme del centro abitato che arrivano a lambire il fiume o che ad esso si addossano) il paesaggio intermedio rimane fondamentalmente ben conservato.

Il paesaggio delle colline invece viene definito "rilevato" per ovvie ragioni, se paragonato alle contenute variazioni altimetriche del pianalto e del paesaggio ribassato del fiume: il cordone morenico si presenta con altezze sommitali emergenti dal piano di campagna circostante anche di 40 – 50 metri, diventando, con la sua alta qualità morfologica, anche in considerazione della

vicinanza con l'insediamento antico più importante, il più rilevante elemento percettivo – vedutistico dell'ambito monteclarese.

Inoltre, questo paesaggio si definisce anche "stabile" in virtù del fatto che il suo assetto fisico e di uso è rimasto pressoché inalterato nel corso dell'ultimo decisivo cinquantennio, se non per quanto avvenuto alle pendici più basse di attacco all'abitato sottostante, ove le pratiche urbane hanno decretato una notevole attività di insediamento residenziale. Nonostante la prolungata pressione antropica il paesaggio delle colline è ancora caratterizzato da una vegetazione spontanea, che in alcuni casi ha anche rioccupato i versanti terrazzati dismessi dall'agricoltura.

La scarsa propensione al cambiamento di gran parte delle componenti di paesaggio di quest'ambito, fa sì che esso presenti rilevanti livelli di integrità, fatta eccezione per le pendici pedecollinari.

Il sistema insediativo degli abitati antichi si struttura invece sul riconoscimento delle zone a minor rischio idrogeologico, con la ricerca dei luoghi "alti" da cui avviene il displuvio delle acque: tali luoghi sono i crinali siti sugli orli di scarpata del fiume Chiese, lungo i quali troviamo gli abitati di Vighizzolo, Rò di sopra, S. Antonio (oltre il fiume) e l'abitato principale del capoluogo, tra i due ponti sul Chiese. Diverso assetto prevale invece al di qua del fiume, dove uno schema fondamentalmente radiocentrico governa i nuclei di Chiarini e Novagli: una eccezione a questa regola è data dalla posizione "trasversale" dei centri sull'asta di Boschetti.

L'integrità del sistema insediativo è ancora ben leggibile, anche se dal punto di vista percettivo si è irrimediabilmente persa l'immediatezza della comprensione del principio insediativo dei luoghi reali, soffocati da un'urbanizzazione che nel tempo è andata a contraddire le regole di base dell'insediamento storico.

Infine sempre più ad est dello scalo, lo sviluppo urbano attorno al nucleo storico di Montichiari, è caratterizzato da un'alta o media densità edilizia, dalla disomogeneità tipologica e dei materiali ma anche da scorci visuali significativi e tracciati panoramici, con parti di tessuto dove è rilevabile il giusto equilibrio tra spazio costruito e spazio ineditato, tra città e paesaggio, mentre sono significativi, anche per la loro rarità, i segni del passato agricolo ancora esistenti nel contesto urbano. Tornando verso le zone circostanti lo scalo, si trova una continuità territoriale che va oltre ai confini comunali, come ad esempio verso Ghedi, laddove i filari continui e discontinui sottolineano la maglia agraria, spesso affiancando le strade poderali o i canali artificiali di irrigazione, la vegetazione riparia delle rogge principali.

Il territorio di *Ghedi* presenta diverse condizioni da questo punto di vista: nella parte di paesaggio della Brughiera, localizzata tra i due aeroporti, quello di Brescia Montichiari e quello militare di Ghedi prevalgono dimensioni elevate delle stanze agrarie, delimitate da filari alberati strutturati (cioè specificamente piantati per delimitare le particelle e definiti da una sola specie) generalmente di gelsi, pioppi neri o aceri campestri. Essendo oggetto di bonifica recente il disegno degli appezzamenti è improntato ad una grande regolarità del telaio generalmente ortogonale. Viceversa, in direzione

sud-ovest rispetto agli scali, il paesaggio delle piccole stanze presenta un assetto che stabile in virtù del fatto che i tracciati agrari hanno avuto nel tempo una elevata inerzia al cambiamento: si tratta di aree coltivate da lungo tempo, con dimensioni poderali variabili i cui tracciati si dispongono lungo linee di massima pendenza (questo spiega l'andamento obliquo dei lotti) delimitate da filari alberati strutturati (pioppi neri e bianchi, aceri).

Il paesaggio dell'acqua è invece caratterizzato da una formazione recente dei tracciati legata alle operazioni di bonifica e ridisegno territoriale delle marcite che ancora nella prima metà del XIX secolo connotavano l'areale. La bonifica è consistita generalmente nell'escavazione dei fontanili che ha permesso il drenaggio delle acque superficiali, ed è caratterizzata da un assetto delle particelle legato a proprietà medio piccole degli appezzamenti, che a volte si appoggiano ancora su elementi (tracciati di vecchi canali di scolo superficiale) che presentano talvolta caratteri di naturalità elevata lungo il loro corso. I filari alberati non sono quasi mai strutturati e presentano un apparato vegetazionale che giustappone farnie, pioppi neri e bianchi a specie infestanti quali la robinia per cui prevale l'immagine di masse boscate informi e discontinue, caratterizzate anche da presenze arbustive importanti sulle teste e lungo le aste dei fontanili.

Infine, si rileva il paesaggio della bonifica, che rappresenta una articolazione del paesaggio dell'acqua sopra descritto: in questo ambito prevale però un assetto fondiario generalmente legato a grandi proprietà, e ciò ha permesso interventi unitari a grande scala, con una regolarizzazione dei tracciati, una dimensione media delle stanze maggiore, la presenza di filari anche strutturati.

Altra peculiarità del territorio indagato è di tipo geologico, e legata ai rilievi isolati nella pianura, rappresentati dalle colline di Castenedolo, Ciliverghe e Monte Netto, consiste nel fatto che essi sono costituiti da depositi più antichi di quelli che affiorano nella pianura circostante e che gli stessi depositi antichi nel territorio circostante sono situati in profondità e non sono osservabili se non mediante la perforazione di pozzi. La collina di Castenedolo è costituita da depositi più antichi della pianura circostante, conservati a causa di un sollevamento del substrato. Il rilievo collinare di Castenedolo rappresenta un'area di notevole interesse dal punto di vista scientifico poiché costituisce un lembo relitto di un'antica pianura e sulla sua superficie affiorano unità stratigrafiche che consentono una ricostruzione particolareggiata delle fasi evolutive di questa porzione del territorio bresciano verificatesi all'incirca negli ultimi 2 milioni di anni. La coltre di loess che localmente ricopre il colle contiene localmente manufatti paleolitici. La morfologia originaria di questo rilievo è stata in parte modificata dall'attività estrattiva di materiale argilloso, dallo sviluppo dell'abitato e dall'attività agricola; tuttavia la collina di Castenedolo è caratterizzata da un paesaggio geomorfologico unitario di grande valore, i cui elementi strutturanti sono ancora oggi ben leggibili e riconoscibili. Dal punto di vista idrogeologico il colle di Castenedolo è costituito da materiali caratterizzati da permeabilità mediamente bassa, contenenti livelli acquiferi ghiaioso-sabbiosi di scarsa potenzialità e discontinui che in passato erano captate da diversi pozzi fatti a mano profondi generalmente non più di 10-12 metri.

Sono inoltre stati individuati gli orli di scarpata e i loro ambiti di tutela che delimitano il rilievo collinare da sottolineare per la rilevanza paesistica; nello specifico il margine settentrionale e quello sud-orientale del rilievo di Castenedolo sono delimitati da una scarpata morfologica ben evidente. La scarpata, spesso boscata, costituisce un elemento di rilievo nella struttura del paesaggio. Considerata la pendenza del versante, sono possibili fenomeni di dissesto in occasione di precipitazioni particolarmente intense o in seguito ad interventi antropici errati. La pendenza della scarpata varia in relazione al tipo di roccia che la sostiene; è molto acclive, ad esempio, in corrispondenza dell'affioramento del "Ceppo". Localmente la pendenza originaria è stata modificata dagli interventi antropici (attività agricola, strade, ecc.). Sul colle di Castenedolo e nella fascia pedecollinare vi sono inoltre alcune scarpate morfologiche di altezza pari a 1-2 m, talora legate all'attività agricola, che concorrono a caratterizzare il paesaggio, come sono presenti scarpate erosive, prodotte dai corsi d'acqua.

8.3.3 Gli esiti del processo di trasformazione

Definire la città come un sistema insediativo significa riconoscere che essa si costituisce di elementi e parti distinte e caratterizzate sulla base della loro funzione nel complesso delle relazioni.

Le città conoscono stagioni nelle quali le dinamiche della trasformazione, dell'innovazione, tendono ad imporsi, e altre nelle quali sembrano rallentare il proprio movimento, raggiungendo modelli di vita e di relazioni che si sono affermati e consolidati.

Questa immagine di città evoca chiaramente concetti dinamici, anziché statici, in quanto il suo funzionamento si basa sulla relazione e sull'interdipendenza tra gli elementi, in un continuo divenire di forma, memoria, identità e possibilità.

Il modo di funzionare della città è strettamente legato alla sua forma e, viceversa, la sua forma è generata dal suo funzionamento: di conseguenza una modificazione locale determina un cambiamento nel modo di funzionare complessivo del territorio, sulla base dell'interpretazione che i cittadini possono attribuire al suo ruolo.

Nel caso in specie, il territorio a sud di Brescia ed il suo intorno, dove sorge l'aeroporto di Montichiari, presenta un territorio contraddistinto in netta prevalenza da ampie zone di pianura con campi coltivati con la presenza di importanti arterie di comunicazione quali l'Autostrada A4 ed ancora più a sud il Raccordo Ospitaletto-Montichiari, che segnano la limitazione dello sviluppo a sud dell'abitato più compatto di Brescia e delle aree più prossime al capoluogo di provincia. Questo crea un confine netto tra la città vera e propria e la bassa pianura a vocazione agricola; quest'ultimo si configura quindi come un contesto all'interno del quale si sviluppano piccoli centri urbani alternati ad importanti insediamenti produttivi, che caratterizza quindi il paesaggio nell'area vasta rispetto allo scalo di Montichiari.

Una prima lettura interpretativa della struttura paesaggistica all'interno della quale è ubicato l'Aeroporto di Brescia Montichiari si fonda sulla individuazione delle caratteristiche e delle componenti paesaggistiche che possono essere ricondotte ai seguenti tre ambiti prevalenti:

- Ambiti di paesaggio urbano e antropizzato;
- Ambiti di paesaggio agricolo;
- Ambiti di paesaggio naturale e semi-naturale.

Per ciascuno di detti ambiti è stata operata una identificazione dei principali fattori strutturanti classificandoli secondo categorie di interpretazione della tipologia di paesaggio a cui si riferisce (cfr. Tavola "P2_T18 Carta della struttura del paesaggio e del patrimonio storico-culturale").

Ambiti di paesaggio urbano e antropizzato

Stante l'anzidetta ubicazione dell'ambito di studio indagato, a sud-est dell'area metropolitana di Brescia, nella bassa pianura lombarda con marcata connotazione agricola, i caratteri paesaggistici urbani possono riferirsi per l'appunto ai territori costituenti i comuni di Brescia e del suo prossimo intorno, dalle caratteristiche più marcatamente urbane, mentre i territori della pianura vera e propria presentano una tipologia di paesaggio fatta di piccole urbanizzazioni relative a comuni di modeste dimensioni, più strettamente legati ad origini rurali. In alcuni casi invece, e ne sono un esempio i comuni nella fascia meridionale di Brescia tra l'A4 ed il Raccordo Ospitaletto-Montichiari, lo sviluppo urbano ha assunto un carattere prettamente industriale e commerciale a causa della trasformazione urbana che ha interessato questi territori.

Pertanto, con ambito di paesaggio urbano ed antropizzato ci si riferisce essenzialmente al sistema insediativo sopra descritto, i cui tessuti urbani prevalenti di seguito elencati, e successivamente descritti, sono stati individuati secondo una differente conformazione dell'impianto e della grana:

1. Tessuto della città storica,
2. Tessuto consolidato e compatto ad impianto regolare con tipi edilizi in linea e minuti,
3. Tessuto consolidato connotato da eterogeneità di impianto, di tipi edilizi e di volumetria dei manufatti,
4. Tessuto irregolare con tipi edilizi minuti e sistema del verde pertinenziale,
5. Tessuto ad impianto aperto e regolare con tipi edilizi in linea e puntuali,
6. Tessuto ad impianto aperto e unitario con tipi edilizi prevalentemente intensivi in linea,
7. Tessuto di frangia urbana con tipi edilizi puntuali minuti.

L'impianto è determinato dalla forma d'insieme della rete stradale, mentre la grana, che indica il grado di frammentazione o unitarietà della trama edificata che compone il tessuto, viene definita sulla base della dimensione media dei corpi edilizi continui in esso presenti. La definizione del tipo di grana non dipende dalla dimensione complessiva degli isolati, né dall'altezza degli edifici, ma unicamente da dimensioni in pianta di edifici o lotti.

Tessuto della città storica

Il tessuto della città storica è indicativo del sovrapporsi di molteplici episodi di trasformazione urbana nel corso del tempo, o di antichi processi di trasformazione urbana non riconducibili ad un progetto unitario.

Questa conformazione del tessuto caratterizza le parti di più antica formazione e di valore storico dei centri urbani, tra i quali, i più prossimi all'Aeroporto di Brescia Montichiari, nonché i più estesi, sono Montichiari e Castenedolo. Oltre a questi, si sviluppano alcuni borghi storici periferici i quali si estendono lungo strade provinciali o tracciati storici.

Il tessuto della città storica è significativamente dotato di piazze, edifici monumentali, prevalentemente ad uso residenziale e la trama che ne compone il tessuto si presenta pressoché compatta ed intricata, costituita sia da volumi edilizi che da spazi pubblici.



Figura 8-4 Tessuto della città storica

Questo tessuto sulla "P2_T18 Carta della struttura del paesaggio e del patrimonio storico-culturale" come detto è rilevabile nei centri di Castenedolo, Montichiari e di tutta una fascia urbanizzata tra quest'ultimo e lo scalo di Brescia Montichiari.

Tessuto consolidato e compatto ad impianto regolare con tipi edilizi in linea e minuti

Tale conformazione è costituita da un impianto caratterizzato da una spiccata regolarità geometrica del reticolo stradale, all'interno del quale la trama edilizia risulta piuttosto compatta e costituita da corpi edilizi eterogenei (in linea, a torre o in linea aggregati in semicorte aperta e/o isolati).

Tale tessuto ha prevalente destinazione residenziale con spazi pertinenziali interni al lotto destinati a parcheggi e/o verde condominiale con sporadica presenza di funzioni commerciali al piano terra nelle parti comunicanti con il fronte stradale.



Figura 8-5 Tessuto consolidato e compatto ad impianto regolare con tipi edilizi in linea e minuti

Questa maglia è leggibile all'interno dell'ambito di studio, a ridosso del centro storico di Castenedolo, in direzione sud-ovest rispetto a quest'ultimo.

Tessuto consolidato connotato da eterogeneità di impianto, di tipi edilizi e di volumetria dei manufatti
Tale conformazione è maggiormente rilevabile nelle parti della città in cui tra i quartieri storici periferici ed il centro non più è rilevabile la presenza di spazi aperti tra le aree urbanizzate. Tali porzioni di città sono costituite da un insieme di impianti urbani per i quali non è possibile evidenziare un effettivo disegno unitario, in quanto sorti sulla spinta della forte urbanizzazione in cui la volontà progettuale organica è venuta meno rispetto alle esigenze contingenti dell'epoca. La città cresciuta sull'impianto dei piani regolatori di ampliamento storici, definito dai tracciati delle strade, dalla dimensione degli isolati, dal disegno di piazze e dalle puntuali norme per l'edificazione che fungono da controllo morfologico dell'espansione, rappresenta la parte significativa del tessuto urbano consolidato. In questo caso è evidente l'obiettivo di procedere alla urbanizzazione dei suoli agricoli e di regolamentare in modo unitario parti di città anche attraverso la loro definizione tipologica.



Figura 8-6 Tessuto consolidato connotato da eterogeneità di impianto, di tipi edilizi e di volumetria dei manufatti

La trama descritta si rileva quindi principalmente a ridosso del centro urbano dei paesi nell'intorno dell'aeroporto, come Castenedolo e Montichiari, ma per via del disegno non predefinito che contraddistingue il tessuto, non è infrequente leggerne i caratteri anche a maggiore distanza, in zone più prettamente periferiche, con quartieri sorti senza uno specifico impianto.

Tessuto irregolare con tipi edilizi minuti e sistema del verde pertinenziale

Tale tipologia di tessuto è caratterizzata da un uso prevalentemente residenziale a medio-bassa densità con presenza di giardini appartenenti alle singole unità.

Il tessuto con tipi edilizi minuti e sistema del verde pertinenziale è formato per l'appunto da edifici residenziali singoli localizzati al centro del lotto caratterizzato dalla presenza di spazi di pertinenza destinati a verde privato, con le residenze disposte secondo trame irregolari anche all'interno del centro urbano.

E' caratterizzato da un impianto con fronte continuo lungo strada con verde privato e da numerose ville mono/bifamiliari con giardino a parco e accesso carrabile da strada privata.



Figura 8-7 Tessuto irregolare con tipi edilizi minuti e sistema del verde pertinenziale

E' senza dubbio il tessuto predominante in ambito urbano, trovandone traccia sia a ridosso dei centri urbani dei paesi più grandi (Castenedolo, Montichiari), che nelle loro periferie, ma anche all'interno dei piccoli borghi in aperta campagna oppure accanto ai grandi insediamenti produttivi (la fascia tra Montichiari e lo scalo, che va da Vighizzolo a S. Antonio).

Tessuto ad impianto aperto e regolare con tipi edilizi in linea e puntuali

Tali parti della città assumono conformazioni estremamente diversificate che possono derivare da criteri di disegno urbano legati all'ottimale soleggiamento, alla ventilazione, alla circolazione stradale, oppure essere l'esito di progetti unitari ispirati ai più disparati modelli geometrici d'assetto.

Tale tipologia di conformazione del tessuto urbano può anche caratterizzarsi per l'assenza di complementarità di forma tra la rete delle strade e delle piazze e la trama dei lotti e degli edifici, laddove le giaciture degli edifici sono geometricamente indipendenti dalla conformazione delle strade, e non costituiscono i margini di queste, in quanto la loro disposizione d'insieme è determinata da altri criteri progettuali oppure da una particolare conformazione dell'impianto urbano.



Figura 8-8 Tessuto ad impianto aperto e regolare con tipi edilizi in linea e puntuali

L'impianto rilevato è quasi sempre regolare, simile a quello dei comprensori, spesso ai margini della città consolidata ma in alcuni casi anche abbastanza isolati dal resto degli agglomerati urbani, in aree prettamente ed esclusivamente di tipo residenziale, come è il caso di aree a nord dell'abitato compatto di Castenedolo, ad est (sia in direzione nord che sud) di quello di Montichiari o ancora accanto alle aree produttive ad est dell'aeroporto di Brescia.

Tessuto ad impianto aperto e unitario con tipi edilizi prevalentemente intensivi in linea

Tale tessuto rappresenta forme di sviluppo della città di recente realizzazione prive di un carattere unitario, in cui accanto ad un tessuto aperto, con ampi spazi verdi, servizi e attrezzature collettive, si accostano quartieri più recenti costituiti da palazzine a medio-alta densità o a bassa densità prevalentemente composti da villette uni e bifamiliari.

Il tessuto si presenta unitario e compiuto nella dimensione e nell'immagine complessiva, ma è composto al suo interno da parti caratterizzate da morfologie d'impianto e da grane dimensionali diverse. L'impianto di tali porzioni di città risulta pressoché regolare e costituito sia da una trama fine edilizia, corrispondente con i corpi edilizi minuti, sia da una trama media edilizia caratterizzata da volumetrie maggiori associate spesso ad aree di verde pubblico pertinenziale.



Figura 8-9 Tessuto ad impianto aperto e unitario con tipi edilizi prevalentemente intensivi in linea

Questa tipologia di tessuto si rileva nelle propaggini periferiche dei due centri urbani più grandi inquadrati nell'area di studio, ovverosia Castenedolo e Montichiari.

Tessuto di frangia urbana con tipi edilizi puntuali minuti

Tale conformazione caratterizza le parti urbane più marginali che si configurano come elementi dotati dei caratteri morfologici tipici del tessuto quanto a rapporto tra edificato e trama viaria, ma la cui ridotta estensione non consente di parlare propriamente di tessuto.

Si tratta infatti di edifici singoli o aggregati, comprensivi degli spazi aperti di pertinenza ad essi connessi, costituiti prevalentemente da tipologie riconducibili ad usi agricoli e/o produttivo-artigianali (capanni, depositi attrezzi, edifici rurali privi di interesse storico-testimoniale), localizzati in modo diffuso sul territorio.



Figura 8-10 Tessuto di frangia urbana con tipi edilizi puntuali minuti

Se in ambito cittadino la tipologia prevalente è quella relativa ai tipi edilizi minuti con verde pertinenziale, al di fuori di questo contesto, è diffusissimo, data la notevole estensione di campi coltivati, questo tipo di tessuto, individuabile in tutto l'ambito di studio attorno all'aeroporto.

Paesaggio degli insediamenti produttivi, commerciali e dei grandi impianti di servizi

Il Paesaggio degli insediamenti produttivi, commerciali e dei grandi impianti di servizi si può a sua volta suddividere in due sottoinsiemi: il primo è costituito da complessi ed edifici singoli o aggregati, comprensivi degli spazi aperti di pertinenza e di quelli pubblici (piazze, strade, giardini) ad essi connessi, che hanno rilevanza urbanistica, morfologica simbolica e funzionale nella struttura urbana. Sono adibiti prevalentemente ad attività culturali, ludico-ricreativa, eventi sportivi, gioco e svago, destinati ai servizi di istruzione, religiosi, socio-assistenziali e collettivi o sono destinati ad attività e funzioni specifiche.



Figura 8-11 Paesaggio degli insediamenti produttivi, commerciali e dei grandi impianti di servizi

Questa tipologia è quindi presente all'interno di entrambi i centri abitati maggiori, Castenedolo e Montichiari, ma anche accanto ad alcuni degli agglomerati urbani meno estesi, rappresentando funzioni imprescindibili nello svolgimento della vita quotidiana degli abitanti.

Il secondo sottoinsieme di funzioni all'interno dello stesso paesaggio è individuabile nelle forti discontinuità morfologiche e tipologie edilizie, diversificate in rapporto al diverso utilizzo destinato a strutture monopolari per la produzione industriale, per le attività commerciali e artigianali e più in generale destinata ai servizi.



Figura 8-12 Paesaggio degli insediamenti produttivi, commerciali e dei grandi impianti di servizi

Queste strutture sono dislocate negli agglomerati più consistenti a nord-est dello scalo, mentre in misura minore sono presenti in tutto il territorio di indagine. Particolare menzione merita la grande area localizzata ad ovest dello scalo di Brescia, adibita anch'essa ad aeroporto, lo scalo di tipo militare di Ghedi.

Paesaggio delle aree degradate

Queste zone comprendono aree estrattive, discariche, cantieri ed aree degradate in senso stretto, costituendo una parte importante del paesaggio nell'intorno del sedime dello scalo, occupando aree di notevoli dimensioni, connotandosi sul territorio come porzioni estese che sorgono all'interno della maglia agricola, ma non lontano dalle grandi aree industriali.

Anche se di tipologie differenti, sono accomunate dallo stesso tipo di conformazione, lasciando un segno sostanzialmente permanente sul territorio, che le riconduce quindi alla stessa categoria di trama territoriale.



Figura 8-13 Paesaggio delle aree degradate

Spesso sono aree in blocchi compositi, dove si trovano sia cave, discariche che impianti di trattamento, come è il caso di quella più vicina all'aeroporto di Brescia, in direzione nord-est. La concentrazione di questi elementi è comunque in direzione di Brescia (nord-ovest), ed in predominanza si rilevano ambiti di tipo estrattivo.

Ambiti di paesaggio agricolo

Una importante peculiarità di tale territorio è espressa dal carattere agrario che ha estensione prevalente rispetto agli altri ambiti leggendo il territorio di area vasta, conservando una trama leggibile con memoria dei caratteri originari.

La struttura dei campi di pianura, sottolineata dalla presenza dei filari e delle piantate, è di notevoli dimensioni e connotata dalla presenza di prati stabili e seminativi che costituiscono il paesaggio delle colture intensive, oltre quelle componenti del paesaggio agrario e naturalistico di valore paesaggistico, relative a colture specializzate, quali vigneti, frutteti e colture arboree da legno presenti sul territorio nelle zone collinari in aree di ridotte dimensioni.

Il paesaggio agricolo di queste terre piane è caratterizzato da elementi ricorrenti: la suddivisione del territorio in appezzamenti coltivati, canali di vario ordine di grandezza, con strade che corrono a volte in rilievo rispetto ai campi incassati.

Proprio il campo coltivato costituisce l'elemento basilare del mosaico agricolo, la cui conformazione può variare sia per il contenuto colturale, sia per le caratteristiche morfologiche, così come per la presenza di elementi divisorii (ad esempio siepi e filari) o di altre strutture più complesse (i canali di irrigazione).

L'esistenza o meno di questo tipo di elementi ha portato alla fondamentale distinzione fra due tipologie prevalenti di disegni agricoli: i campi chiusi e i campi aperti.

Nell'ambito della bassa pianura padana si riscontra una prevalenza di campi aperti che si caratterizzano per la loro particolare ampiezza; il territorio ha un ritmo sempre uguale nel quale il più delle volte si ha solo l'alternanza tra il seminativo e i prati incolti, e rari boschi e cascine.

Altro segno importante che caratterizza diverse tipologie di paesaggio agrario sono gli ordinamenti colturali, ovvero le modalità con le quali vengono disposte le coltivazioni. Essi possono essere suddivisi principalmente in due tipologie, ciascuna delle quali dipende essenzialmente dalla morfologia dei terreni sui quali ci si trova ad operare: vi sono infatti, quelli che disegnano i terreni in pianura e quelli che riguardano i terreni collinari e pedemontani.

Nell'ambito indagato dal presente studio, nei terreni di pianura, appartenenti alla bassa pianura padana, la natura dei suoli e le ragioni storiche hanno fatto sì che ci siano sistemazioni idrauliche e ordinamenti colturali caratterizzati da una suddivisione degli appezzamenti più o meno regolare che corrisponde alle diverse proprietà fondiari e che si appoggia alla rete stradale di accesso ai campi e al sistema dei fossi; questi ultimi fungono sia da canali di irrigazione e di adduzione delle acque, sia da canali di raccolta per quella in eccesso.

Tali trame di appoderamento e ordinamenti colturali costituiscono la struttura del territorio; le colture, poi, contribuiscono a definire i diversi tipi di paesaggio agrario che cambiano anche a seconda del clima, delle condizioni economiche specifiche e della struttura oro-idro-geologica propria di ciascun luogo.

Nel caso del seminativo, che caratterizza in prevalenza tale ambito di pianura, il paesaggio presenta, pur costituendo un ambiente monotono, una certa mutevolezza stagionale per la caducità del manto vegetale. Questa coltura è caratteristica delle zone agrarie in cui prevale la trama dei campi aperti ed è solitamente sintomo della mancanza di alternativa: ai campi di mais si alternano infatti i campi ad erba, senza alcuna soluzione di continuità.

Se il campo agricolo costituisce l'elemento basilare dell'agromosaico, le strade e i canali rappresentano gli assi portanti di questo sistema. All'interno di questo sistema apparentemente regolare costituito dalla trama di strade e canali che presiedono alla formazione degli appezzamenti agricoli, è ricorrente il fatto che il disegno geometrico dell'agromosaico subisca deformazioni laddove incontra l'andamento sinuoso dei corsi d'acqua naturali, i quali, con la loro vegetazione ripariale, costituiscono elementi di discontinuità tra le diverse pezzature del tessuto dell'agromosaico: a volte infatti il disegno dell'ordito e della trama sui due lati del corso d'acqua, può mutare.

Nello specifico, per quanto attiene all'area oggetto di indagine, sono stati individuati i seguenti ambiti di paesaggio agricolo:

1. Paesaggio delle colture intensive ed estensive,
2. Vivai e orti familiari,
3. Paesaggio delle colture legnose agrarie,
4. Paesaggio delle colture foraggere permanenti.

Paesaggio delle colture intensive ed estensive

Nell'ambito degli spazi vuoti caratterizzati da un uso agricolo del suolo si riscontra una prevalenza di campi aperti molto ampi il cui carattere connotativo è rappresentato da un ritmo del territorio sempre uguale nel quale il più delle volte si ha solo l'alternanza tra il seminativo e i prati incolti.

Nel caso del seminativo il paesaggio presenta, pur costituendo un ambiente monotono, una certa mutevolezza stagionale per la caducità del manto vegetale e per la alternanza delle colture.



Figura 8-14 Paesaggio delle colture intensive ed estensive

Rappresenta, come si evince dalla "Carta della struttura del paesaggio e del patrimonio storico-culturale" (P2_T18), la gran parte della struttura del paesaggio che caratterizza l'ambito.

Sono riconoscibili, a nord-est ed a sud-ovest dello scalo nel territorio di Montichiari, delle maglie agrarie di grandi dimensioni, con alberi di alto fusto (generalmente platani o robinie) che delimitano le "stanze" agrarie, spazi unitari dal punto di vista percettivo definiti da filari arborati di bordo.

Viceversa, il paesaggio delle cosiddette "piccole stanze", le maglie di più piccola dimensione, si rileva a nord-ovest e sud-est dell'aeroporto, e nelle campagne più prossime ai centri abitati di Montichiari e Castenedolo.

Vivai e orti familiari

I vivai includono le aree che sono state individuate come destinate ad attività agricole legate alla presenza di serre e/o vivai.

Le aree orticole ricomprendono i lembi di paesaggio agrario tradizionale correlati a piccole aziende agricole a conduzione familiare, con piantate, frutteti e vigneti allevati secondo sistemi tradizionali che si alternano a piccoli appezzamenti coltivati a seminativo ben definiti da fossi.

La trama del paesaggio è ancora segnata da maceri, filari alberati e siepi che contribuiscono al mantenimento di un assetto podereale di tipo storico.



Figura 8-15 Vivai e orti familiari

Sono presenti in aree di notevoli dimensioni nei pressi dell'aeroporto in direzione NNE, così come meno estesi ma capillarmente presenti attorno ai tessuti di frangia urbana prevalentemente sull'asse NO-SE rispetto allo scalo nell'ambito di studio.

Paesaggio delle colture legnose agrarie

Tale tipologia di paesaggio è rappresentata da ambiti che presentano caratteri di struttura agricola adibita a frutteti, oliveti, vigneti e arboricoltura da legno che svolgono il ruolo di connessione tra gli ambiti a seminativo, il bosco ed i prati permanenti.

Sono colture soggette a rotazione che forniscono più raccolti e che occupano il terreno per un lungo periodo prima dello scasso e della ripiantatura.



Figura 8-16 Paesaggio delle colture legnose agrarie

Si trovano in netta prevalenza attorno all'abitato di Castenedolo, e sparsi in numero minore in direzione SE rispetto allo scalo.

Paesaggio delle colture foraggere permanenti

Questa tipologia di paesaggio è costituita da coltivazioni foraggere erbacee polifite fuori avvicendamento il cui prodotto viene di norma raccolto più volte nel corso dell'annata agraria previa falciatura; ne fanno parte anche eventuali superfici coltivate o pascolate piccole e strettamente intercalate ai prati.



Figura 8-17 Paesaggio delle colture foraggere permanenti

E' la tipologia più diffusa relativamente ai tessuti agricoli, dopo i terreni a colture intensive ed estensive, con lotti di medio-grandi dimensioni, in particolare in prossimità della fascia di urbanizzato tra lo scalo e Montichiari, che va da Vighizzolo a S. Antonio e ancora più a sud. Altre aree da segnalare sono ad est dello scalo (a nord di Montichiari), lungo il Chiese e tra l'aeroporto e Castenedolo.

Ambiti di paesaggio naturale e semi-naturale

In generale, l'ambito del territorio indagato, seppur fortemente soggetto a fenomeni di erosione rurale in relazione alla espansione delle aree urbanizzate, conserva i valori del paesaggio agricolo a cui si affiancano elementi naturalistici di maggior pregio.

Tali ambiti sono costituiti dalle aree urbane prive di volumetrie della città e possono articolarsi in:

- aree di interesse naturalistico, che possono essere ricondotte a:
 1. Paesaggio naturale a portamento arboreo: si rileva in tutto l'ambito di studio, con le fasce più rilevanti attorno al Fiume Chiese (direzione NO rispetto a Montichiari) ed a nord-ovest di Castenedolo;
 2. Paesaggio naturale a portamento arbustivo: di estensione più ridotta rispetto al paesaggio a portamento arboreo, con aree sparse di piccole dimensioni nell'ambito di studio, con quella più estesa anch'essa lungo il Chiese (direzione SO rispetto a Montichiari);
 3. Paesaggio delle aree umide e dei corsi d'acqua: è composto dal Fiume Chiese, dal Torrente Garza e da alcuni specchi d'acqua ad ovest dello scalo relativi a cave in falda.
- aree di verde urbano ed impianti sportivi come i parchi urbani, i giardini attrezzati, le ville storiche, gli orti botanici, ecc., che accolgono funzioni, principalmente di tipo ricreativo, sportivo e didattico-culturale, finalizzate allo svago e alla socializzazione e verde pertinenziale che comprendono gli spazi di verde di diverso tipo, dal verde di pertinenza di residenze e

servizi pubblici e privati, al verde pertinenziale delle infrastrutture (strade carrabili, percorsi ciclo-pedonali, ferrovie). Sono ovviamente capillarmente presenti in tutte le aree urbanizzate indagate nell'ambito.

Un importante elemento nell'ambito dell'area di studio in oggetto è rappresentato da siepi e filari, riconducibili alle superfici naturali e seminaturali. Sono costantemente presenti nella trama del paesaggio connotando in maniera evidente l'orditura dei campi coltivati, dei quali ne delineano i confini fisici, tracciando un segno del territorio diffuso e caratteristico.

8.3.4 Il patrimonio storico-culturale e testimoniale

Nell'analisi dello scenario storico-culturale degli ambiti più prossimi allo scalo aeroportuale, partendo dalla zona di *Montichiari*, sono rilevanti le tracce lasciate nel paesaggio dal sistema della centuriazione romana, di cui alcuni residui sono ben visibili soprattutto nel territorio di Calvisano e Mezzane. Il sistema delle centurie, pur pesantemente modificato dall'opera successiva dell'uomo (e della natura), va a marcare in maniera decisiva il Paesaggio stabile ribassato (chiamato così per differenziazione rispetto ai plateau del pianalto e al terrazzamento della bonifica intermedia), dando al telaio dei tracciati agricoli tuttora esistenti un orientamento generale ancora ben allineato in direzione NNE. Nei restanti paesaggi riconosciuti nell'ambito monteclarese non è possibile trovare traccia sicura del sistema data la pesante opera di manomissione dei tracciati a causa del cambio di regime irriguo (nel paesaggio radiocentrico e in quello della bonifica) o a causa dell'abbandono dei terreni (nel paesaggio del Pianalto).

Altro tematismo importante è quello della maglia stradale storica, rete infrastrutturale che, confrontata con il sistema degli insediamenti più antichi, permette di ricostruire la logica del loro sviluppo e le relazioni che si sono instaurate nei secoli tra il centro, oggi definito antico, i nuclei rurali ed il territorio circostante; la verifica del grado di permanenza di questi segni e la valutazione della loro rilevanza nelle trasformazioni territoriali diventano criteri-guida per l'identificazione dei passaggi.

Un ultimo livello di classificazione riguarda la presenza ed il significato degli elementi storici puntuali e diffusi nel paesaggio che, nel tempo, sono stati riferimenti territoriali importanti, come le santelle (edicole votive), o sono stati centri generatori di gerarchie spaziali come le ville ed i palazzi suburbani. Si riporta quindi l'elenco dei beni individuati sul territorio, con l'articolazione in sistemi del patrimonio storico-architettonico, artistico e culturale, quali le architetture civili, religiose, militari, della produzione e quanto non ricompreso nelle precedenti:

- Casa via Martiri della Libertà 34-24, Chiesa S. Pancrazio Pieve e terreno adiacente, Palazzo Monti Corte, via XXV Aprile, Complesso Cascina Negrina con rustici e annessi e pertinenze, Castello Bonoris con giardino e parco e immobili di Foresteria 11/2/12, Chiesa S.Maria Assunta (e zona di rispetto) (DUOMO), Antica Casa abbaziale via mura via pasinetti via xxv aprile, Area di rispetto circostante ed adiacenze antica casa abbaziale, Corte, via Arrighini 29, Pal.zzo Pretura, pal.zzo Uffici Finanziari, Chiesa S. Maria del Suffragio, Chiesa S. Pietro,

Cimitero, Ex Ospedale civile, Scuole Elementari, Teatro sociale, La Loggia (P.zza Garibaldi), Oratorio femminile del Sacro Cuore via Martiri della Libertà 24, Edificio via Roma, Ponte sul Fiume Chiese, Ex Cinema Moderno ora fabbricato corso Martiri, Edificio via Trieste, Acquedotto, Edificio, via xxv Aprile 40, Ex Villa Mazzucchelli via xxv Aprile (affreschi), Parco Pubblico Area Ex Mercato, Biblioteca Comunale via xxv Aprile, Edif. Via Mazzoldi 31-33, Casa Chiarini (già Colombera) via Mazzoldi 38, Casa Montanari già Foresti, Casa Ghirardini, Casa Prignacca già Monti con Cappella, Ex Carceri;

- Relativamente alle frazioni di Montichiari, invece: Chiesa S. Anna (Bergema), Chiesa Beata Vergine M. di Loreto e adiacenze, Chiesetta S. Cristina, Vecchio Mulino (Borgosotto), Chiesa S. Pancrazio (Boschetti), Ex Scuola elementare, Chiesa S. Rocco (Bredazzone), Chiesa Beata Vergine Ausiliatrice (Campagna), Chiesa SS. Trinità (Chiarini), Affresco XVI secolo posto su una facciata di un vecchio cascinale (Dugali), Chiesa dell'Addolorata (Fascia d'Oro), Chiesa S. Giustina (Giustina), Santuario della Madonna (Madonna), Chiesa Parrocchiale S. Lorenzo (Novagli), Chiesa S. Bernardino (Ro), Chiesa S. Antonio da Padova (S. Antonio), Villa Vaschini con giardino e rustici (S. Bernardino), Chiesa S. Cristina (S. Cristina), Chiesa S. Giorgio (S. Giorgio), Chiesa S. Margherita (Teotti), Parr. Giovanni Battista (Vighizzolo).

Nel territorio di *Ghedi* invece si rileva la presenza di ritrovamenti archeologici localizzati tutti nella parte centrale del territorio attorno o nel tessuto edificato, individuati a partire dal PTP e prendendo come riferimento la Carta Archeologica della Lombardia. Si tratta di rinvenimenti di epigrafi (Piazza antistante la chiesa parrocchiale, presso l'Osteria del Sole), di necropoli (presso il centro sportivo, via Trento, piazza Castello, palazzo comunale e loc. Scovola) e di materiale vario (presso le cascate Vigneto, S. Lorenzo, Pasottella, Santi ed in via Caravaggio); reperti generalmente di età romana e alto medievale che permettono di confermare l'antichità dell'insediamento.

Le santelle invece, sono poche in quest'area rispetto ad altri ambiti del bresciano e si concentrano essenzialmente nelle aree periurbane (gran parte del territorio ghedese era da sempre caratterizzato da luoghi inadatti all'attività agricola, quali le marcite a sud e la brughiera a nord, per cui scarsamente soggetta a passaggio di viandanti o di contadini) mentre quelle che si trovano ora in territorio agricolo (ad esempio Santella Guaina) sono state oggetto di interventi recenti.

Nell'analisi dello scenario storico-culturale di Ghedi è necessario valutare anche l'incidenza che ha avuto dal punto di vista delle trasformazioni territoriali la presenza dell'aeroporto militare ed il ruolo svolto durante il secondo conflitto mondiale. Oltre all'aeroporto e a ciò che è in esso contenuto, si notano una serie di opere a contorno realizzate durante il secondo conflitto mondiale dall'Organizzazione Todt come collegamento tra le due piste di Ghedi e di Montichiari: si tratta di piste di rullaggio per aeromobili e mezzi di servizio con pavimentazione in lastre di calcestruzzo, di aree di sosta intermedie recintate da muri per l'occultamento dei mezzi e di bunker per la protezione del personale di servizio. Un'area intermedia con rifugi antiaerei è connotata anche da uno scavo con affioramento di acqua di falda e ciò ha permesso che tale ambito diventasse un interessante areale con elevate potenzialità ecologiche.

Per quanto riguarda le componenti del paesaggio storico-culturale di *Castenedolo*, l'individuazione della "Rete stradale storica principale" e della "Rete stradale storica secondaria" rilevano rispettivamente la SP236 Goitese (Brescia – Mantova) che è indicata come rete storica principale, mentre il percorso che collega la frazione Alpino con Montirone (Via Patrioti, via Monte Pasubio, via Risorgimento e un tratto della strada dei Quarti) e la SP66 (Via Olivari) che collega Castenedolo a Ghedi ed il percorso che collega il centro storico del capoluogo fino a Ciliverghe (via Cristoforo Colombo e via Macina), sono indicate come rete storica secondaria.

Vengono individuati tra le componenti del paesaggio storico culturale gli edifici vincolati dall' art. 10 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 o da decreti ministeriali appositi, quali beni immobili, di proprietà comunale o ecclesiastica, che sono:

- Chiesa parrocchiale S. Bartolomeo (vincolata anche con D.M. 07/03/1915), Casa parrocchiale e canonica e annessi brolo e giardino (vincolate anche con D.M. 14/05/1997), Chiesa Parrocchiale S.Giovanni Bosco fraz. Capodimonte, Chiesetta S.Maria Maddalena fraz.Macina, Scuola primaria Capoluogo, Cascina Rodenga, Scuola primaria Capodimonte fraz. Capodimonte, Complesso suore Canossiane e chiesa dell'Addolorata, Scuola primaria "G.Moreni", Macina, Casa Pluda con giardino (vincolata anche con D.M. 04/05/1968), Palazzo Frera via Matteotti 9, Edificio via Matteotti 49, Appartamenti via Mazzini 32/36, ex Macello, Appartamenti via Mazzini 67, ex ECA, Cascina Quartirù, via Garibaldi 54-56, Municipio, Sala civica ex chiesa della Disciplina vincolata con D.M. 16/12/1955, Sede ufficio tecnico, ex Chiesetta Suffragio, Archivio ufficio tecnico, Sede servizi sociali e archivio generale, Consiglio frazione loc. Bettole, Sede CAG Centro di aggregazione giovanile via Rimembranza, Acquedotto comunale, Serbatoio comunale, Cimitero, Piazze Cavour e Martiri della Libertà e adiacenze, Cappella S.Antonio Abate.

Risultano inoltre assoggettati a vincolo apposto con Decreto Ministeriale altri edifici di proprietà privata:

- Palazzo ex conti Coradella e annesso rustico, via Dante 22, vincolato con D.M. 21/07/1978, Villa Fanti e annessi, vincolata con D.M. 20/12/1957 e D.M. 11/10/1980 (individuata come "Bellezza individua" ai sensi dell'art.136 D.Lgs.22/01/2004 n.42), Casa Lombardi, in via XV giugno, vincolata con D.M. 04/01/1997, Palazzo Geroldi, in via XV giugno, vincolato con D.M. 11/10/1958, Palazzo Belpietro, via Matteotti 33, vincolato con D.M. 15/06/1959, Palazzo Belpietro, via Matteotti 37, vincolato con D.M. 18/05/1988, Villa Prestini, via Garibaldi, vincolata con D.M. 31/05/1972, Casa Prandelli Boschi ex palazzo Ruspini, via Manzoni 2,4,6,8, vincolata con D.M. 25/07/1988, Villa Ranzanici, via Zanardelli 5, vincolata con D.M. 14/04/2000, Complesso S.Giustina già Archetti, via Volta 13, vincolato con D.M. 30/06/1993, Complesso cascina Palazzina e annessi, fraz.Macina, vincolato con D.M. 18/08/1997.

Inoltre sono stati individuati sul territorio agricolo numerosi "Complessi edilizi di valore storico", aventi valore storico e/o architettonico mentre sono stati inoltre considerati con elevato valore paesaggistico, i seguenti edifici:

- Casa Cassa Ludovico, Casa Cavagnini, Casa Butturini, Cascina Fenarola, Cascina Borgognina, Cascina Pezzora, Cascina Sant'Eufemino, Cascina Bocchere, Cascina Borra, Palazzo Provaglio già Longhena, Palazzo Togni ora Peri, Edificio via Trieste n. 71-73, Casa Cavallini, Casa Bolzoli già Archetti.

Tra le componenti del paesaggio urbano di rilevante valore paesaggistico si sono identificati anche i centri storici. Nel Comune di Castenedolo si rileva la presenza di 4 nuclei storici legati agli agglomerati residenziali più antichi esistenti sul territorio comunale; questi nuclei storici sono il capoluogo, che è il nucleo maggiore situato al centro del territorio, e le frazioni Capodimonte, Macina-Bodea e Bettole-Taetto, che sono i nuclei di più modeste dimensioni situate rispettivamente nella zona ovest, nella parte sud-est e nella zona nord sul confine comunale con Brescia.

Inoltre, come rappresentato nella "Carta della struttura del paesaggio e del patrimonio storico-culturale" – Cod. P2_T18, si rilevano gli elementi più prossimi, ma comunque non interferenti con il sedime di progetto previsto dal PSA (a circa 500-700 metri in direzione nord), riferibili a due beni puntuali di interesse storico-architettonico vincolati (art. 10 e 116 D.Lgs. 42/04 e s.m.i.) nel territorio del comune di Castenedolo (Imm. denominato "Fabbricati Fenil Nuovo Mattina e Fenil Nuovo Sera" e Cascina Rodenga (parte)).

In direzione nord-ovest e sud-est rispetto all'aeroporto, vi sono due aree di notevole interesse pubblico, c.d. bellezze d'insieme ai sensi dell'art. 136, comma 1 lettera c), d) e art. 157; ex 1497/39, in corrispondenza dei centri abitati rispettivamente di Castenedolo e Montichiari. La prima zona definita come "Aree a valenze naturalistiche, panoramiche, geologiche, artistiche e storiche nei comuni di Castenedolo e Rezza" si trova circa a poco meno di 2,5 km dal previsto ampliamento del sedime di progetto più vicino alle suddette aree, mentre la seconda, "Zona panoramica sul fiume Chiese, Montichiari", dista circa poco più di 2,5 km dal confine di progetto più prossimo. Si rileva inoltre all'interno di queste aree, la presenza di ulteriori beni puntuali di interesse storico-architettonico vincolati, alcuni siti archeologici ed un immobile di notevole interesse pubblico, c.d. bellezze individue ai sensi dell'art. 136, comma 1 lettera a), b) e art. 157; ex 1497/39.

Infine, nell'intorno dello scalo vi sono anche diverse aree, anch'esse prossime allo scalo ed al sedime di progetto ma non direttamente interferenti, ma di interesse paesaggistico, tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 lett. c) del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., e precisamente un tratto del Torrente Garza, ad una distanza di circa 170 metri dalla rotatoria in progetto sulla viabilità esterna, lato nord-ovest dello scalo.

8.4 Aspetti percettivi

8.4.1 I caratteri percettivi del paesaggio

L'area di intervento fa parte del paesaggio della pianura asciutta (Bassa bresciana), la quale corrisponde alla parte pianeggiante della provincia di Brescia, definita territorialmente da elementi quali la valle dell'Oglio a sud e ad ovest, verso il mantovano dal corso del fiume Chiese, mentre ad est dall'arco morenico gardesano.

L'unitarietà degli aspetti percettivi del paesaggio nella secolare conduzione agricola, originata dalla matrice centuriata romana, è il carattere predominante di questo territorio. Come in altri ambiti di pianura, si legge un progressivo passaggio dalla pianura asciutta e destinata a colture seccagne a quella irrigua, più adatta a produzioni foraggere: distinzione tra l'altro poco leggibile dopo l'avvento dell'irrigazione meccanica che ha generalizzato la distribuzione delle colture. Canali, rogge, seriole, navigli derivati dall'Oglio, dal Mella e dal Chiese hanno valorizzato la vocazione agricola, la cui attività è organizzata da secoli attorno a complessi aziendali a "corte chiusa" di grande rilievo paesaggistico e, spesso, monumentale. La distribuzione dei centri abitati è mediamente uniforme con grossi abitati polarizzanti i territori agricoli circostanti e con la sola eccezione di una fascia longitudinale fra Ghedi e Montichiari, proprio a ridosso dello scalo di Montichiari, già connotata da condizioni di aridità dei suoli e tarda bonifica agraria.

La morfologia di pianura è il risultato delle deposizioni alluvionali dovute agli antichi scaricatori glaciali quaternari. Scendendo da nord a sud, i materiali da pesanti e grossolani divengono fini e sabbiosi; questi materiali si sono depositati sui sedimenti marini dell'antico golfo padano. Gli scaricatori glaciali agivano formando vasti conoidi debolissimamente inclinati. Uno dei più caratteristici è quello formato dal Chiese, che con vertice a Gavardo si estende fino a Ghedi. Una parte di esso era in passato conosciuto come la "brughiera di Montichiari" di scarsa vocazione agricola e per questo a popolamento rarefatto.

Le strade che da Brescia, a raggiera, si distribuiscono nella pianura, facilitano la contaminazione industriale da un paesaggio altrimenti connotato dall'attività agricola. Sono evidenti sul territorio dell'immediata cerchia periurbana bresciana, situazioni di stridente frizione fra elementi ormai abbandonati e degradati del paesaggio urbano e nuovi, estesi, comparti industriali ed equipaggiamenti urbani.

Il paesaggio della bassa pianura, più prossimo alla città di Brescia, è stato largamente stravolto dall'attività estrattiva di cava degli anni '60 e '70 per le grosse richieste del boom economico. Mentre il paesaggio dell'alta pianura è più prossimo all'ambito metropolitano, che coinvolge tutti i comuni della prima fascia intorno a Brescia, da Travagliato a Castenedolo, si constata invece nella bassa pianura una forte conservazione dell'ambiente agricolo, seppur innestate le moderne tecniche di coltivazione meccanizzate e di allevamento in batteria.

La distribuzione degli insediamenti affine a quella del vicino cremonese identifica numerosi piccoli agglomerati di dimore "a corte", spesso originati da presidi difensivi o residenze nobiliari, ma anche grossi centri di matrice medievale, la cui ubicazione è sempre in qualche modo connessa o a una via di comunicazione (Montichiari, Leno, Manerbio) o, ad una via d'acqua (Verolanuova, Quinzano, Carpenedolo, Isorella), o ancora, ad un presidio monastico (Leno).

Ciò che movimentata un paesaggio di pianura, oltre alle deboli differenze di quota dovute ai margini delle varie deposizioni glaciali, sono i corsi d'acqua la cui erosione differenziata ha scavato tortuosi solchi nell'orizzonte pianeggiante. Si tratta di sbalzi poche decine di metri dal tetto fluviale. Di particolare interesse anche per la successiva composizione della ripartizione fondiaria, gli alvei estinti. A est del Monte Netto è situato, ad esempio, un antico alveo del Mella, abbandonato in età olocenica.

Altro elemento distintivo della pianura bresciana è la presenza di due allineamenti di rilievi isolati fra loro: il Monte Netto (133 m) e la cerchia morenica di Carpenedolo. Si tratta di leggere ondulazioni collinari di poche decine di metri ma sufficienti a variare la costante di pianura. Nel caso del Monte Netto l'emergenza è da collegare ad un sollevamento del substrato durante il Pleistocene. Sono quindi depositi più antichi di quelli della circostante pianura.

Un fatto territoriale notevole, che unisce idealmente Montichiari alla megalopoli padana (Turri) della fascia pedemontana, è rappresentato dall'insieme di attività che dalla Fascia d'Oro al fiume Chiese si attestano sulla strada SP 236 Goitese; negli ultimi anni il quadro si è andato complessificando a causa del ridimensionamento dell'arteria stradale, con la specializzazione della carreggiata centrale (che ha assunto il carattere di superstrada di scorrimento veloce servita da svincoli di attacco alla viabilità ordinaria) con complanari di servizio all'insediamento; tale sviluppo pare però governato da logiche di tipo puramente trasportistico.

La "Carta dei caratteri percettivi" (Tavola P2_T19) descrive l'ambito nel quale ricade l'aeroporto tramite un'analisi che spazia dal tipo di tessuti all'armatura viaria, passando per quei condizionamenti sia naturali che artificiali di tipo percettivo che sono alla base della lettura del territorio.

Tra gli ambiti di paesaggio urbano e antropizzato, il tessuto è formato dai due centri urbani di Castenedolo e Montichiari, che assieme alla fascia di agglomerato urbano localizzata tra Montichiari stessa e lo scalo, che va da Vighizzolo a S. Antonio, compongono le aree più compatte dell'edificato a carattere residenziale, in contrapposizione a quello più frammentato che si trova sparso in tutto l'ambito agricolo, relativo ai tessuti più isolati e marginali.

Parimenti significative sono le aree destinate agli insediamenti produttivi e commerciali, rilevabili nell'intorno dello scalo con aree di dimensioni notevoli, mentre nel resto del contesto in maniera più puntuale e di estensione più limitata ma comunque capillarmente presenti. Inoltre, molte aree estrattive connotano in maniera significativa le zone più prossime all'aeroporto, nonché la grande area dell'Aeroporto militare di Ghedi. Le infrastrutture stradali più importanti sono invece l'Autostrada A4, che corre a nord-ovest dell'aeroporto, come il Raccordo Autostradale Ospitaletto-Montichiari,

oltre a diverse strade provinciali (ad ovest, la SP66 e la SP37 che lambisce lo scalo, ad est la SP236 mentre a sud la SP668).

L'ambito del paesaggio naturale e semi-naturale consta prevalentemente di un territorio aperto delle aree agricole, costituito a maggioranza da colture intensive ed estensive, ma anche da vivai e orti familiari, nonché di colture legnose agrarie e colture foraggere permanenti. Il verde urbano è dislocato all'interno dei centri più importanti, mentre i corsi d'acqua scorrono uno ad est dell'aeroporto (Fiume Chiese) ed uno ad ovest (Torrente Garza).

Dal punto di vista dei condizionamenti percettivi, con le strade quasi tutte a quota del piano campagna, significative divengono le barriere (sia di tipo naturale che artificiale) che si interpongono tra l'osservatore e gli orizzonti traguardati lungo il suo cammino. L'analisi ha restituito un quadro dove, relativamente ai percorsi principali e quindi più significativi, le visuali più aperte si trovano lontano dallo scalo, dove le maglie dei campi si aprono maggiormente e si percepiscono bene gli ampi spazi dell'ambito considerato. La presenza delle barriere di tipo vegetazionale, posizionate sul margine delle strade non è così frequente, mentre sono i numerosi filari posti verso l'interno, lontano dalle strade e che delimitano le maglie agricole, che hanno un ruolo più significativo nella percezione del paesaggio d'insieme, fungendo in molti casi come elemento di interruzione delle visuali.

Viceversa, sulle arterie più importanti come ad esempio sul Raccordo Ospitaletto-Montichiari, oppure all'interno dei centri urbani, sono gli ostacoli fisici lungo i percorsi, come l'edificato stesso o le scarpate delle trincee di alcuni tratti stradali, ad impedire una completa fruizione del paesaggio circostante.

In sostanza, anche se di fronte ad un paesaggio per larga parte composto di estesi spazi aperti, vi sono numerosi elementi di rottura (sia naturali come i filari, che antropici come l'edificato di vario genere) che spezzano e riducono le visuali, creando dei comparti paesaggistici di minore estensione dando una percezione del paesaggio nel quale si inserisce l'aeroporto, più frammentata di quanto la lettura della maglia iniziale possa far intendere.

8.4.2 L'individuazione dei punti di vista strutturanti

Secondo quanto espressamente previsto dal DPCM 12/12/2005, l'analisi degli aspetti percettivi deve essere condotta da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che a tal fine la prima operazione da condursi risulta essere quella dell'individuazione di quei punti di vista che vengono definiti "strutturanti" dal momento che, rispondendo alle anzidette caratteristiche, sono per l'appunto strutturanti i rapporti percettivi.

Secondo questa ottica i punti di vista strutturanti sono stati evidenziati sulla base di punti percettivi statici e punti dinamici: in particolare sono stati percorsi gli assi viari che attraversano il territorio di studio, rappresentati dalle direttrici principali e dalla viabilità secondaria, preferendo quelle di pubblica fruizione con qualità panoramiche. Per punti statici sono state considerate le fasce

periferiche di nuclei urbani e l'abitato sparso, i beni di rilevanza storico-culturale, i centri di pubblica fruizione e punti panoramici da cui è percepibile una vista d'insieme del paesaggio circostante che potrebbe essere influenzato dall'intervento progettuale.

Nell'analisi degli aspetti percettivi del paesaggio l'osservazione si è focalizzata quindi sulle diverse modalità di percezione dello spazio, sugli elementi lineari come le strade panoramiche o i sentieri di fruizione paesistica ed infine su fuochi e punti da cui si può vedere o che possono essere visti (belvedere, luoghi simbolici, ecc.) per quanto riguarda i territori di Montichiari, Ghedi e Castenedolo che rappresentano l'ambito nel quale ricade l'Aeroporto di Brescia Montichiari.

Nel territorio sono state quindi individuate diverse modalità per percepire lo spazio: una è rappresentata dagli ambiti in cui la percezione è di breve distanza, in quanto l'occhio prende come riferimento elementi lineari brevi e discontinui (filari alberati o siepi), o focalizza una sequenza di elementi puntuali ravvicinati tra loro (le cascine organizzate su una maglia poderale di ridotte dimensioni), o laddove le visuali sono interrotte da elementi che si interpongono tra l'occhio ed il paesaggio più lontano (manufatti alti della città contemporanea, ma anche le colline artificiali delle discariche, ecc.).

Al contrario in altri ambiti la percezione è di lunga distanza perché caratterizzati da visuali lunghe o aperte in cui l'occhio spazia verso il paesaggio più lontano e può cogliere anche le lievi variazioni della morfologia territoriale o può focalizzare i diversi luoghi simbolici o naturali (il castello, la pieve, le colline moreniche nel territorio di Montichiari, la Chiesa Parrocchiale, i rilievi delle Prealpi in quello di Ghedi, le visuali dirette verso la Collina per Castenedolo).

Ad esempio, mentre la presenza dei filari su maglie medio piccole in senso est-ovest e nord-sud, riduce le possibilità di trapiantare elementi paesaggistici lontani, nel caso in cui la dimensione delle stanze sia elevata, questo permette di trapiantare elementi fisici lontani (essenzialmente le colline di Rezzato ma anche le prime Prealpi e le colline moreniche di Montichiari e Castiglione). Nel paesaggio delle grandi stanze i filari in senso est-ovest sono limitati e questo, insieme ad una dimensione poderale leggermente maggiore, permette di trapiantare vedute degli elementi del paesaggio lontani, principalmente in senso nord-sud.

Queste diverse modalità di guardare il paesaggio sono condizionate spesso da strade e percorsi che in alcuni casi hanno una forte naturalità (la strada poderale costeggiata dal canale e dal filare alberato, il percorso che si appoggia sulle rive del Fiume Chiese o del Torrente Garza, il sentiero che sale sulla collina, ecc.), in altri casi invece coincidono con le vie di collegamento più infrastrutturate (la via Brescia, la via Aeroporto, la SP 668 per Montichiari, la SP 24, la SP 668, la Strada Gandine per Ghedi, tratti della viabilità comunale secondaria e la SP66 per Castenedolo, solo per citare i principali), oppure hanno entrambe le caratteristiche (vie locali che attraversano la frangia urbana o centri minori).

In base all'analisi dei caratteri visuali e percettivi del paesaggio circostante l'area di intervento appena affrontata, è possibile intanto affermare che a proposito dell'edificato sparso nella pianura, sono state escluse le viabilità legate ad esso anche se in alcuni casi più vicine allo scalo, in quanto non di normale accessibilità e che restano quindi di fruizione solo prettamente locale. Perciò i punti dai quali sia possibile cogliere le fisionomie fondamentali del territorio in relazione all'intervento di progetto, e che rispondono ai requisiti dettati dal DPCM 12/12/2005, sono localizzati lungo le seguenti strade (cfr. Figura 8-18)

- la SP236 (Via Brescia), strada a scorrimento veloce, che collega Castenedolo e Montichiari, a nord-est dell'aeroporto;
- la strada di accesso all'aeroporto, la SP37 (Via Aeroporto) che si dirama a nord-ovest dell'aeroporto, con accessi sia dalla SP236 che dal Raccordo Autostradale Ospitaletto-Montichiari, finendo ad incrociare a sud, la SP668;
- le strade di portata minore ma comunque significativa, che attraversano la frangia urbana circostante allo scalo e servono gli agglomerati urbani più prossimi. Si tratta della SP668 a sud-ovest dell'aeroporto, fino all'incrocio con Via S.Giustina, nonché di quest'ultima, la quale procedendo verso nord, diventando prima Via S.Bartolomeo e poi Via Industriale si ricongiunge alla SP236 (Via Brescia).

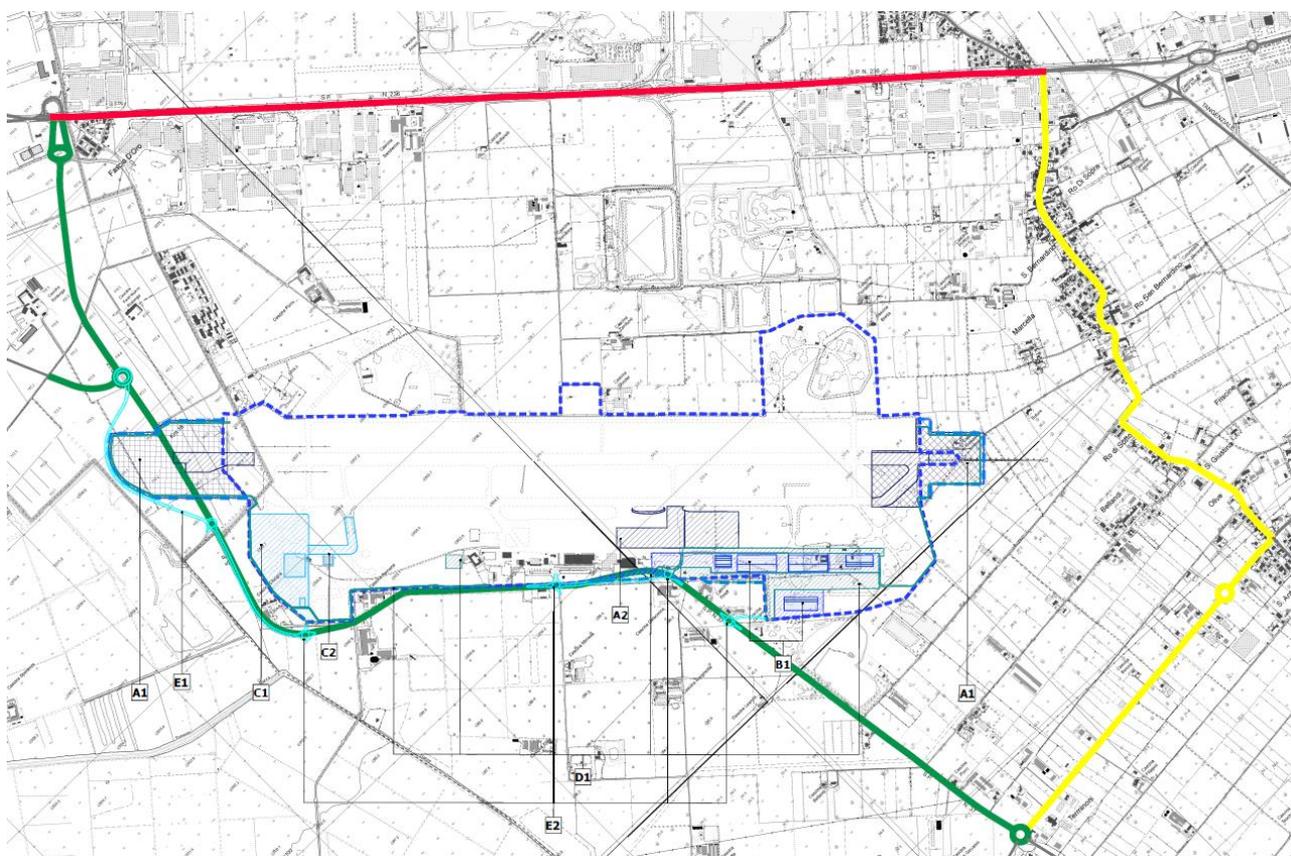


Figura 8-18 Localizzazione dei punti di vista strutturanti [a] in rosso, b) in verde, c) in giallo]

Pur nella sua sinteticità, la precedente elencazione dà subito conto delle differenze tra detti canali visivi, nello specifico in ordine ai seguenti aspetti:

- quota di tutte le strade attorno all'area di intervento a livello del piano campagna, fatta eccezione per il Raccordo Ospitaletto-Montichiari a quota inferiore ed alcuni tratti lontani dall'area dell'aeroporto a quota superiore, ma dai quali ad ogni modo la vista dell'aeroporto non è apprezzabile;
- livello di frequentazione, di sicuro maggiore nel caso della SP 236 (Via Brescia);
- tipologia di flussi, aspetto che vede la SP 236 come asse connotato dalla più elevata commistione delle diverse tipologie in quanto questa al contempo assolve alla funzione di viabilità di collegamento di livello interprovinciale (a lungo raggio tra Brescia e Mantova), nonché a livello locale tra i comuni più grandi e più vicini all'aeroporto, Castenedolo e Montichiari;
- velocità di percorrenza, ovviamente maggiore sui tratti della SP 236 rispetto ai restanti.

La successiva identificazione dei coni visivi si è quindi basata sulla scelta di punti di vista circostanti l'aeroporto, lungo le strade in precedenza descritte, che rappresentano i punti di vista strutturanti.

8.4.3 Analisi delle visuali

L'analisi delle visuali come descritto nel precedente paragrafo, parte dal primo degli ambiti individuati tra i punti di vista strutturanti, quello composto da una matrice di paesaggio più marcatamente antropica, con la SP236 (Via Brescia), strada a scorrimento veloce, che collega Castenedolo e Montichiari, a nord-est dell'aeroporto, che attraversa un ambito costituito di realtà produttive e commerciali, accanto a grandi zone estrattive ma anche discariche ed impianti di trattamento, il tutto intervallato da poche ma estese zone a vocazione agricola.

La scelta delle visuali è ricaduta su quanto indicato nella figura seguente, con 3 punti di vista scelti lungo l'asse della SP236 (in rosso, Figura 8-19) che permettono di avere un quadro completo dell'ambito attorno a questo tratto.

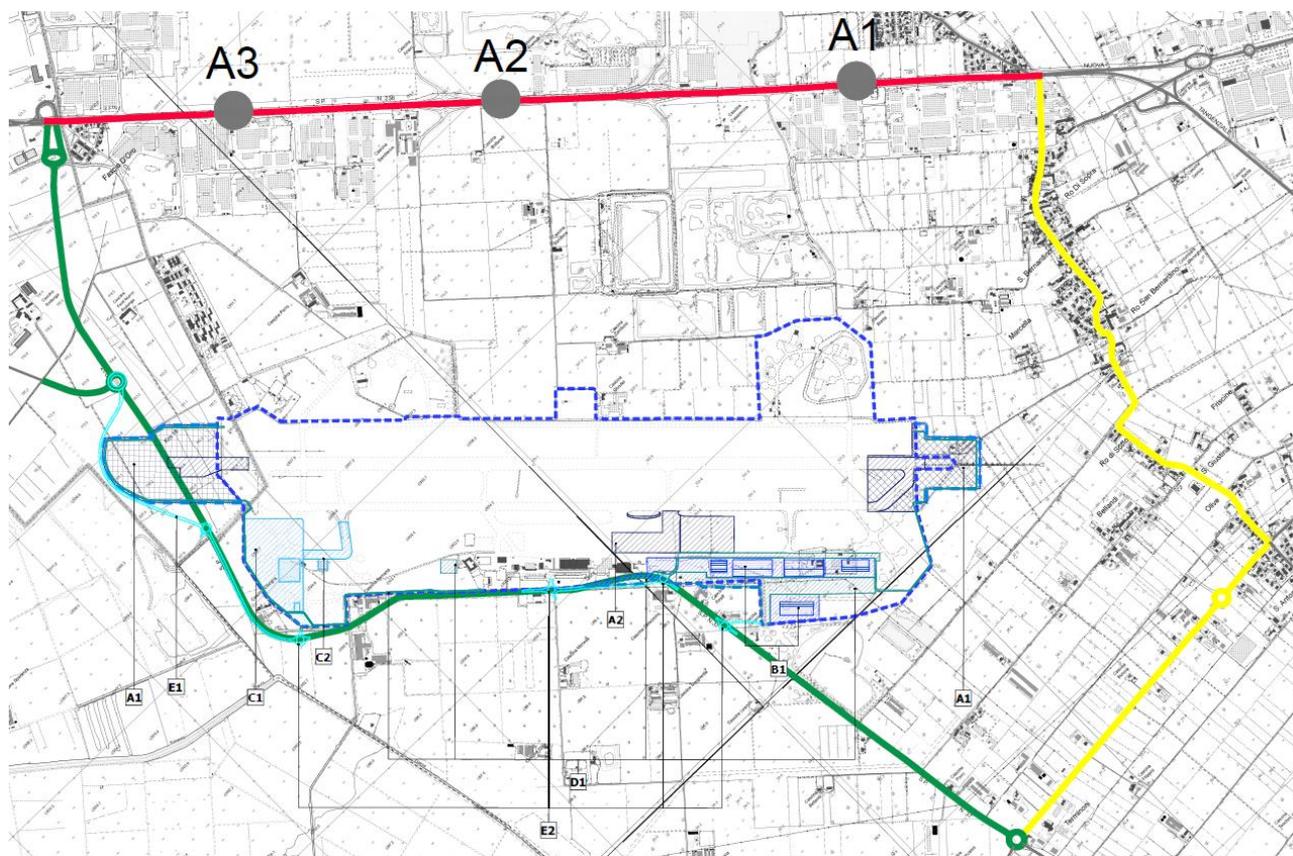


Figura 8-19 Punti di vista (A) individuati lungo il tratto di SP236 (in rosso)

Percorrendo la SP 236 da sud-est a nord-ovest, ovverosia da Montichiari a Castenedolo, il primo punto di vista (A1) si incontra a poco più di un 1 km dopo l'intersezione con Via Industriale a Vighizzolo, rivolgendo lo sguardo verso l'aeroporto, direzione sud-ovest (Figura 8-20). Il tratto in questione è in un punto di visuale aperto nel mezzo di un importante agglomerato di edifici e capannoni con attività commerciali di vario genere, ma data la distanza dalla pista (1,7 km) abbastanza consistente, non è possibile apprezzare nessun elemento dello scalo. Si coglie ad ogni modo in una visuale d'insieme del paesaggio circostante, anche una porzione del territorio agricolo della pianura, con, sullo sfondo, gli elementi vegetazionali dei filari che avrebbero impedito la fruizione visiva anche se l'aeroporto fosse stato ad una distanza minore.



Figura 8-20 Punto di vista A1

Proseguendo nella stessa direzione di altri 1,7 km circa si raggiunge il secondo punto di vista (A2), sempre rivolto verso lo scalo (Figura 8-21), nel punto di visuale più aperta del tratto in esame. In questo caso è già la prima linea di filari che si interpone tra SP236 e l'aeroporto (a circa 500 metri) a precludere una vista più in profondità, fermo restando che la distanza dalla pista è sempre dello stesso ordine del primo punto di vista.



Figura 8-21 Punto di vista A2

Il terzo punto di vista (A3) è circa 1,3 km più avanti sempre in direzione nord-ovest, dal quale volgendo lo sguardo verso lo scalo (verso sud-ovest quindi), la visuale risulta totalmente occlusa sia da una recinzione e da specie arboree in primo piano, nonché dai complessi produttivi subito dietro. Risulta quindi completamente impercettibile l'area aeroportuale.



Figura 8-22 Punto di vista A3 (lato dello scalo)

Abbastanza significativo, nel punto in esame come invece volgendo lo sguardo dal lato opposto allo scalo, ovvero sia percorrendo la SP236 e guardando in direzione est si rilevi un paesaggio completamente diverso (Figura 8-23), con elevata rilevanza percettiva, in quanto si può apprezzare nelle sue tipicità anche a lunga distanza, grazie ad un'ampia fascia agricola composta di stanze cosiddette "aperte".



Figura 8-23 Punto di vista A3 (lato opposto allo scalo)

Il secondo blocco di punti di vista (cfr. Figura 8-24), sono stati scelti lungo il tratto che rappresenta la via d'accesso diretta all'aeroporto, costeggiandolo per gran parte. Percorrendo quindi la SP 37 a partire dalla SP 236 in direzione sud, si incontra un primo tratto meno antropizzato, quasi totalmente a vocazione agricola, mentre una volta arrivati all'altezza del fronte di ingresso allo scalo, proseguendo ancora nella stessa direzione, si rileva un contesto molto più frammentato, che va dalla cava al fabbricato residenziale sparso con annessi agricoli.

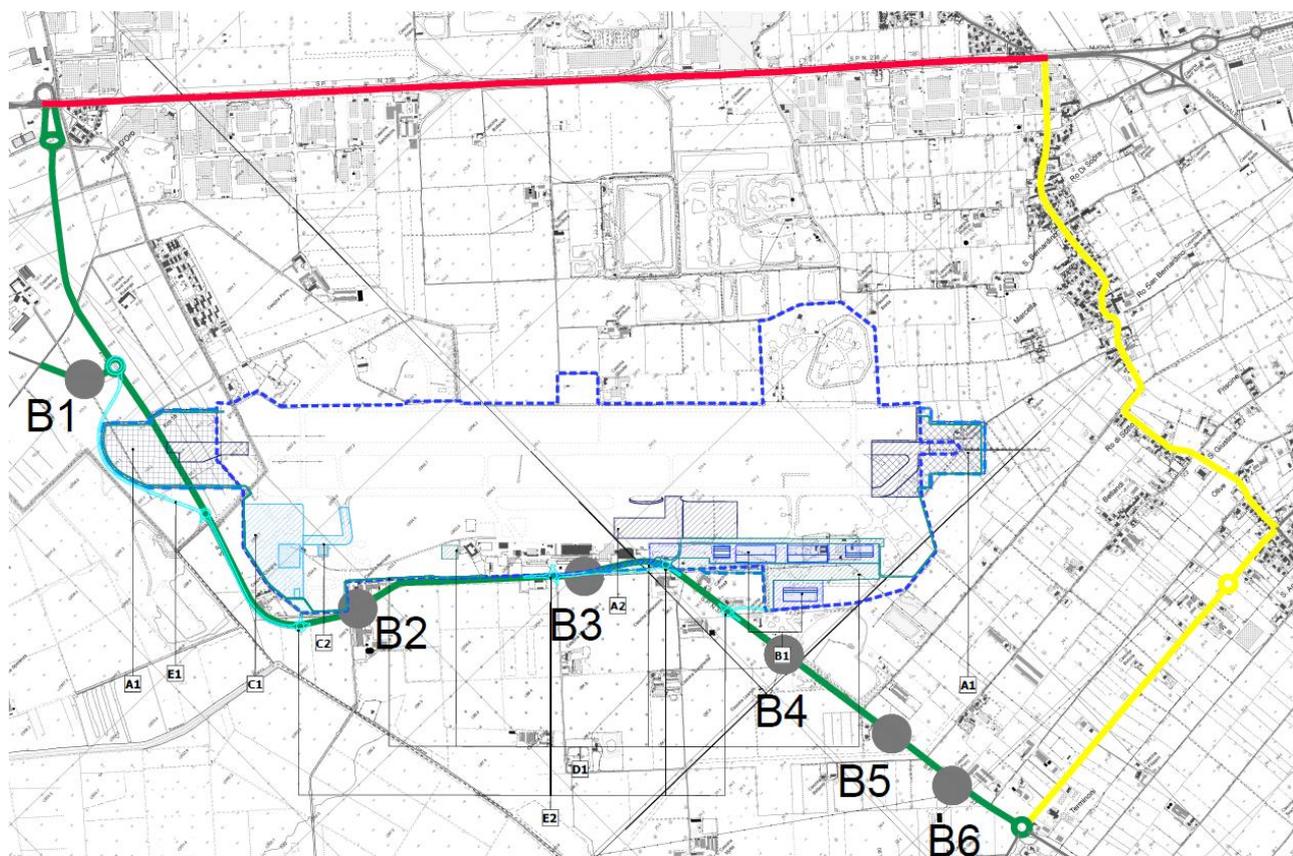


Figura 8-24 Punti di vista (B) individuati lungo il tratto di SP37 (in verde)

Il primo punto di vista (B1) è una ripresa dal ramo di svincolo tra il Raccordo Ospitaletto-Montichiari e la SP37 in direzione sud-est (Figura 8-25), che inquadra sullo sfondo, in corrispondenza di una macchia arboreo/arbustiva, il tratto della SP37 da demolire, area necessaria per la realizzazione del prolungamento della pista di volo, laddove sarà previsto il ripristino della superficie ad uso agricolo, in coerenza con i coltivi adiacenti ad essa.

E' stato scelto questo punto di osservazione, in vicinanza della rotatoria di progetto, poiché la SP37 come detto subirà delle modificazioni (cfr. Figura 8-24).



Figura 8-25 Punto di vista B1

Il secondo punto di vista (B2) è localizzato in stretta prossimità al sedime (Figura 8-26), con un punto di ripresa sull'asse stradale in direzione opposta al precedente, ovvero a nord-ovest, dal quale si apprezza una differenza di tipologia di paesaggio proprio sullo sfondo della ripresa, con un filare dal lato dello scalo, mentre dall'altro, territorio agricolo composto da stanze "aperte". La presenza di elementi verticali dal lato dell'aeroporto fa sì che le nuove strutture previste impattino meno all'interno del cono visivo dell'osservatore che si trova a percorrere la SP37.



Figura 8-26 Punto di vista B2

Nel terzo punto di ripresa (B3) la direzione d'osservazione è sud-ovest e l'inquadratura riguarda il tratto di strada provinciale in prossimità dell'aeroporto, appena superato l'ingresso allo scalo, in cui si distinguono il sistema di illuminazione degli spazi esterni e l'edificio connesso al terminal passeggeri (Figura 8-27).



Figura 8-27 Punto di vista B3

Il quarto punto di vista (B4) si incontra percorrendo la SP37 direzione sud, sempre nei pressi del sedime, ma guardando in direzione nord, la visuale risulta completamente occlusa dagli impianti di lavorazione all'interno di una cava e da una fascia di vegetazione arboreo/arbustiva che corre lungo il fianco della strada (Figura 8-28). L'aeroporto infatti si trova alle spalle del complesso descritto e si nota inoltre come al termine della strada (sulla sinistra nella ripresa fotografica), si scorga un edificio bianco (facente parte del complesso aeroportuale e visibile nella precedente ripresa in secondo piano) molto più basso degli impianti di lavorazione, elemento che fa intuire come l'intervento di realizzazione dei terminal cargo non sia apprezzabile in termini di modifica dei volumi all'interno del contesto.



Figura 8-28 Punto di vista B4

La Figura 8-29 indica il quinto punto di ripresa (B5), localizzato proseguendo sulla SP37 in direzione sud ma volgendo lo sguardo in senso opposto verso nord, in un tratto dove la visuale è aperta. Nonostante ciò un filare arboreo che delimita il campo agricolo inquadrato, copre la vista dell'aeroporto, in quanto le strutture dello scalo sono poste al di là della barriera vegetazionale.



Figura 8-29 Punto di vista B5

La sesta ripresa (B6, Figura 8-30), ormai sufficientemente lontana dallo scalo, oltre 1 km in linea d'aria dai primi elementi aeroportuali, è rappresentativa di come il territorio nell'intorno aeroportuale sia particolarmente frammentato e disomogeneo. Si è potuto rilevare nelle viste precedenti, una serie di elementi eterogenei, dal contesto naturale, alla cava, all'aeroporto stesso, per finire, come rappresentato da questa ripresa, agli edifici residenziali sparsi con annessi agricoli.

L'edificio stesso rappresenta un esempio di come gli elementi originari del contesto si siano fusi con nuovi elementi, in una mistura che disegna un ambito senza più caratteri distintivi; infatti ad esempio se la facciata è stata ristrutturata, il retro ancora conserva caratteri tipici del territorio (connotazione delle strutture agricole a servizio dei campi circostanti).



Figura 8-30 Punto di vista B6 (fronte casa)



Figura 8-31 Punto di vista B6 (retro casa)

Il terzo ambito attraversato dalle viabilità evidenziate in giallo in Figura 8-32, è una commistione dei primi due, poiché nel tratto lungo la SP668, l'ambito ha vocazione principalmente agricola, con tessuti edilizi sparsi (punto di vista C1), mentre dall'incrocio con Via Santa Giustina, nella frazione di Sant'Antonio (Montichiari) fino a Via Industriale a Vighizzolo, prima di riallacciarsi alla SP236, il contesto diviene più antropizzato (punto di vista C3) passando attraverso una fascia di agglomerato urbano, pur non perdendo dei caratteri di naturalità (punto di vista C2).

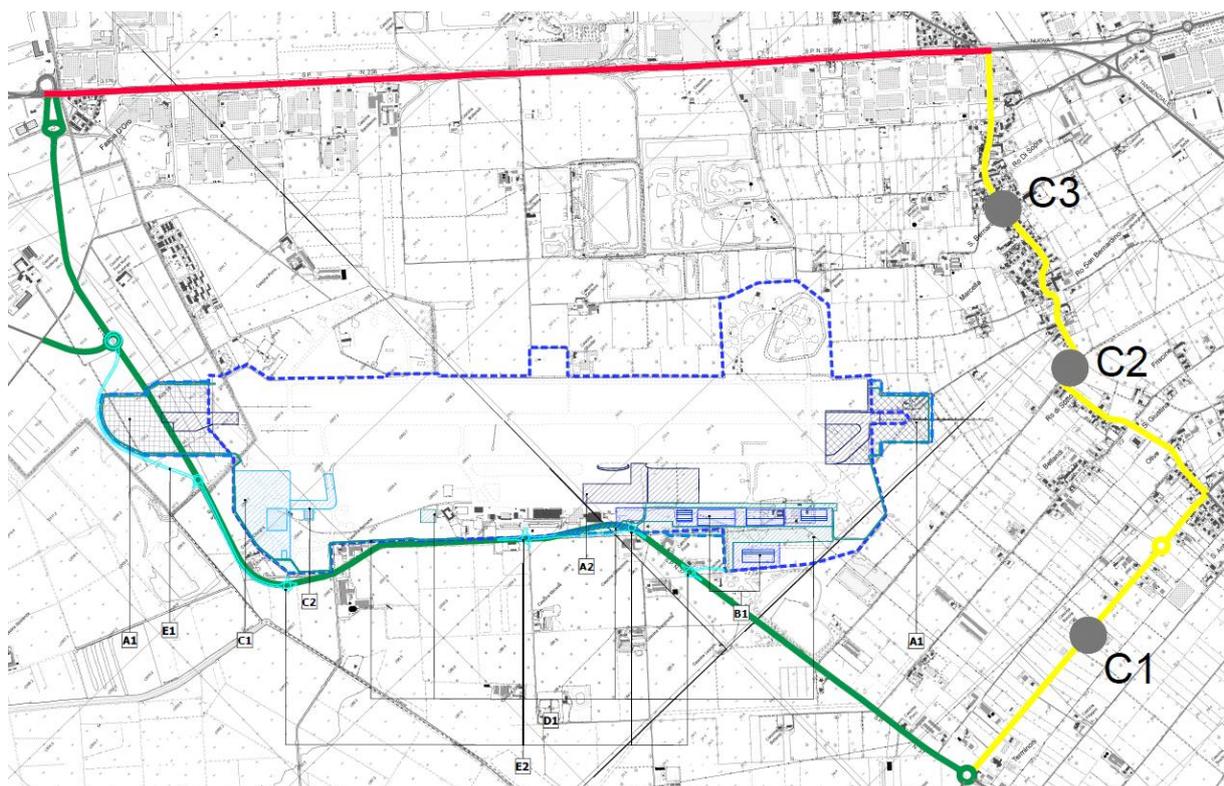


Figura 8-32 Punti di vista (C) individuati lungo il tratto di SP668 e di tessuto urbano (in giallo)

La prima ripresa (C1) è stata realizzata percorrendo la SP668 in direzione est e volgendo lo sguardo verso nord (Figura 8-33). Viene inquadrato il paesaggio tipico di quest'area, ed est dello scalo, composto dalle cosiddette "piccole stanze". Le dimensioni dei campi agricoli, delimitati dai filari, sono minori di quelle apprezzate nell'ambito precedente, e di conseguenza le barriere vegetazionali sono più frequenti impedendo la visuale anche a brevi distanze.



Figura 8-33 Punto di vista C1

La seconda ripresa è in uno dei pochi punti a visuale aperta (C2) del tratto che dalla SP668, devia verso nord lungo Via Santa Giustina, al termine della quale inizia Via S. Bernardino, nell'omonima frazione del comune di Montichiari. La vista (Figura 8-34), è rivolta in direzione dell'aeroporto (verso nord-ovest) e l'effetto è analogo al punto di vista precedente, infatti seppure in uno dei tratti più vicini in linea d'aria agli interventi, la coltre vegetativa non permette di scorgere le sagome delle strutture aeroportuali.



Figura 8-34 Punto di vista C2

Il terzo punto di vista (C3), proseguendo Via S. Bernardino, è in un tratto prettamente urbano, chiuso nel fitto abitato che forma l'agglomerato di edifici che si snoda fino a raggiungere gli insediamenti commerciali e produttivi siti all'incrocio con la SP236 in direzione nord-est. Rivolgendo lo sguardo in direzione ovest, si nota nella ripresa (Figura 8-35), un piccolo pertugio aperto che si sviluppa nella vegetazione a destra della chiesa, ma non assolutamente sufficiente per poter apprezzare lo scalo che si trova in questa direzione.



Figura 8-35 Punto di vista C3

In conclusione, il quadro sin qui descritto presenta delle situazioni eterogenee, sia in ordine all'ampiezza del bacino visivo che alla distanza intercorrente tra punto di vista ed obiettivo, nonché del tipo di contesto attraversato.

Le caratteristiche delle visuali del primo tratto (in rosso, punti di vista A) lungo la SP 236 come quelle dell'ultimo (in giallo, punti di vista C) sia lungo la SP 668 che attraverso alcune viabilità locali, non consentono di percepire l'intervento progettuale (ed in alcuni casi già lo scalo allo stato attuale) non facendo avvertire quindi una modificazione a livello percettivo della configurazione paesaggistica. Questo perché, se in un caso è a causa della distanza eccessiva dallo scalo oltre alla presenza di elementi di notevoli dimensioni a bordo strada (attività commerciali e industriali), nell'altro è dovuta alla frequente presenza di filari arborei a delimitazione dei numerosi campi coltivati ed alla presenza di una fitta maglia di edificato.

Per quanto concerne invece il secondo tratto (in verde, punti di vista B), si rileva come seppur in un contesto di larga scala prettamente agricolo, si siano instaurati una serie di elementi che hanno modificato il paesaggio frammentandolo e negandogli un'identità ben precisa. La commistione di tipi edilizi differenti, caratteri tipici del territorio che vanno sfumando ed attività estrattive molto diffuse solo per citarne alcuni, sono tutte caratteristiche del contesto le quali fanno sì che l'aggiunta o la modifica di strutture all'interno del sedime aeroportuale non sia di particolare impatto visivo all'interno dell'ambito indagato.

Ne consegue che, con riferimento ai parametri di lettura definiti dal DPCM 12/12/2005 si può quindi concludere che, in termini generali, l'area di intervento presenta una elevata capacità di assorbimento visuale, ossia una significativa attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni introdotte, senza sostanziali diminuzioni della qualità.