

## Aeroporto "Il Caravaggio" di Bergamo Orio al Serio **Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030**



### **Studio di Impatto Ambientale** *Parte 4 – Gli impatti* Relazione

In copertina:

Aeroporto di Bergamo Orio al Serio, 21 Marzo 1972: passeggeri all'imbarco del Douglas DC-9 della compagnia aerea Itavia, primo volo decollato dal nuovo scalo e diretto a Roma – Ciampino (Fonte: Bergamopost.it)

Indice

<b>Parte 4.1 Analisi ambientale dell'opera</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Dati principali rilevanti ai fini ambientali e selezione delle componenti</b> .....	<b>9</b>
1.1 <i>Quadro delle opere ed interventi previsti</i> .....	9
1.2 <i>Metodologia di analisi</i> .....	12
1.3 <i>Dimensione fisica</i> .....	13
1.3.1 Sistema funzionale A: Terminal .....	13
1.3.1.1 Intervento A1: Ampliamento aerostazione passeggeri .....	13
1.3.1.2 Intervento A2: Aerostazione Aviazione Generale.....	17
1.3.2 Sistema funzionale B: Infrastrutture di volo .....	18
1.3.2.1 Intervento B1: Ampliamento piazzali aeromobili .....	18
1.3.2.2 Intervento B2: Completamento vie di rullaggio e raccordi .....	25
1.3.2.3 Intervento B3: Adeguamento infrastrutture di volo .....	30
1.3.3 Sistema funzionale C: Strutture di servizio.....	32
1.3.3.1 Intervento C1: Edifici e servizi aeroportuali area sud .....	32
1.3.3.2 Intervento C2: Edifici e servizi aeroportuali area nord .....	35
1.3.3.3 Intervento C3: Edifici servizi ricettivi.....	42
1.3.4 Sistema funzionale D: Accessibilità .....	44
1.3.4.1 Intervento D1: Sistema di accesso e sosta area sud .....	44
1.3.4.2 Intervento D2: Sistema di accesso e sosta area nord.....	49
1.3.5 Sistema funzionale E: Impianti tecnologici.....	54
1.3.5.1 Intervento E1: Impianti di assistenza al volo.....	54
1.3.5.2 Intervento E2: Strutture tecnologiche.....	56
1.3.6 Sistema funzionale F: Interventi a verde .....	62
1.3.6.1 Intervento F1: Aree verdi di inserimento paesaggistico .....	62
1.4 <i>Dimensione costruttiva</i> .....	63
1.4.1 Le tipologie di interventi ai fini della cantierizzazione .....	63
1.4.2 Quadro complessivo delle lavorazioni e dei mezzi d'opera .....	63
1.4.3 I tempi e le fasi di realizzazione.....	65
1.4.4 Le modalità di gestione dei materiali e il loro bilancio .....	65
1.4.4.1 La gestione dei materiali prodotti .....	65
1.4.4.2 La gestione degli approvvigionamenti.....	67
1.4.4.3 Il bilancio materiali .....	67
1.4.5 Le aree per la cantierizzazione .....	68
1.4.6 Gli itinerari ed i traffici di cantierizzazione.....	70
1.5 <i>Dimensione operativa</i> .....	72
1.5.1 Traffico aereo .....	72
1.5.2 Operatività aeronautica .....	72
1.5.2.1 Modalità di uso dell'infrastruttura di volo .....	72

1.5.2.2	Tipologia di aeromobili.....	73
1.5.3	Modalità gestionale dell'aeroporto .....	75
1.5.3.1	Gestione dei fabbisogni energetici.....	75
1.5.3.2	Gestione dei fabbisogni idrici .....	76
1.5.3.3	Gestione delle acque meteoriche .....	76
1.5.3.4	Gestione delle acque reflue .....	78
1.5.3.5	Rifiuti .....	79
<b>2</b>	<b>Definizione dei potenziali effetti ambientali .....</b>	<b>80</b>
2.1	<i>Inquadramento tematico.....</i>	<i>80</i>
2.2	<i>Selezione delle Azioni di progetto.....</i>	<i>81</i>
2.2.1	Dimensione costruttiva .....	81
2.2.2	Dimensione fisica .....	82
2.2.3	Dimensione operativa.....	83
2.3	<i>Selezione dei parametri di analisi ambientale ed individuazione delle tipologie di impatti potenziali.....</i>	<i>84</i>
2.3.1	I parametri di analisi ambientale .....	84
2.3.2	Le Matrici di correlazione Azioni – Fattori – Impatti potenziali: quadro di sintesi.....	85
	<b>Parte 4.2 Gli impatti potenziali di cantiere .....</b>	<b>88</b>
<b>3</b>	<b>Aria e clima .....</b>	<b>89</b>
3.1	<i>Inquadramento tematico.....</i>	<i>89</i>
3.2	<i>Gli input territoriali.....</i>	<i>90</i>
3.2.1	I dati meteorologici .....	90
3.2.2	I dati Orografici .....	90
3.3	<i>Gli input progettuali.....</i>	<i>90</i>
3.3.1	La definizione delle sorgenti.....	90
3.3.1.1	Aspetti generali .....	90
3.3.1.2	Il Cantiere Infrastrutturale del Deicing Nord Est .....	93
3.3.1.3	Il Cantiere Infrastrutturale delle Taxiway per deicing Nord Est.....	94
3.3.1.4	Il Cantiere Infrastrutturale del completamento Via di rullaggio W e nuovo raccordo BB	95
3.3.1.5	Il Cantiere Infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 Lotto 2	95
3.3.1.6	Il Cantiere Infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 2 Lotto 2	96
3.3.1.7	Il Cantiere Infrastrutturale dell'hangar - nuovo edificio zona nord .....	96
3.3.1.8	Il Cantiere Infrastrutturale degli uffici enti di Stato e Gestore – nuovi edifici ....	97
3.3.1.9	Il Cantiere Infrastrutturale dell'urbanizzazione dell'area merci lotto 2 .....	97
3.3.1.10	L'area di stoccaggio .....	98
3.3.2	Il traffico di cantiere.....	98
3.3.3	I fattori di emissione per i cantieri infrastrutturali.....	99
3.3.4	I fattori di emissione per l'area di stoccaggio .....	101

3.3.5	La modellazione delle sorgenti in Aermod View.....	104
3.4	<i>Definizione dei punti di calcolo</i> .....	107
3.4.1	La maglia di calcolo.....	107
3.4.2	I ricettori di riferimento .....	108
3.5	<i>I dati di output</i> .....	109
3.6	<i>Best practice per il cantiere</i> .....	111
<b>4</b>	<b>Territorio e patrimonio agroalimentare .....</b>	<b>112</b>
4.1	<i>Inquadramento tematico</i> .....	112
4.2	<i>Consumo di suolo: aree agricole</i> .....	112
<b>5</b>	<b>Biodiversità .....</b>	<b>116</b>
5.1	<i>Inquadramento tematico</i> .....	116
5.2	<i>Sottrazione di habitat e biocenosi</i> .....	117
<b>6</b>	<b>Paesaggio e patrimonio culturale.....</b>	<b>122</b>
6.1	<i>Inquadramento tematico</i> .....	122
6.2	<i>Interferenza con il patrimonio culturale</i> .....	122
6.3	<i>Modificazione delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo</i> .....	125
<b>7</b>	<b>Rumore .....</b>	<b>127</b>
7.1	<i>Inquadramento tematico</i> .....	127
7.2	<i>Caratterizzazione delle sorgenti di cantiere</i> .....	127
7.2.1	Scelta dei dati di base .....	127
7.2.2	Caratterizzazione acustica delle lavorazioni elementari .....	129
7.2.3	Definizione degli scenari di cantiere.....	129
7.2.4	La modellazione acustica .....	132
7.3	<i>Le curve di isolivello acustico in Leq(A)</i> .....	133
<b>8</b>	<b>Salute umana .....</b>	<b>135</b>
8.1	<i>Inquadramento tematico</i> .....	135
8.2	<i>Qualità dell'aria</i> .....	135
8.3	<i>Clima acustico</i> .....	137
<b>9</b>	<b>Utilizzi e residui.....</b>	<b>140</b>
9.1	<i>Inquadramento tematico</i> .....	140
9.2	<i>Consumo di risorse non rinnovabili</i> .....	141
9.2.1	Perdita di suolo.....	141
9.2.2	Consumo di terre ed inerti .....	142
9.3	<i>Smaltimento di scarti</i> .....	143
9.4	<i>Smaltimento acque e reflui</i> .....	147
<b>Parte 4.3 Gli impatti potenziali dell'opera e dell'esercizio.....</b>		<b>150</b>
<b>10</b>	<b>Aria e clima .....</b>	<b>151</b>
10.1	<i>Inquadramento tematico</i> .....	151
10.2	<i>Studio modellistico: Dati di input sorgenti e ricettori allo scenario post operam (2030)</i> .....	151
10.2.1	Il quadro delle sorgenti .....	151
10.2.2	Traffico aeromobili ed APU.....	151

10.2.2.1	Composizione ed entità della flotta.....	151
10.2.2.2	Aircraft Power Unit .....	154
10.2.3	Mezzi tecnici di supporto (GSE) .....	154
10.2.4	Sorgenti stradali.....	155
10.2.4.1	Finalità e metodologia.....	155
10.2.4.2	Composizione del parco veicolare circolante.....	156
10.2.4.3	Archi e volumi di traffico considerati.....	161
10.2.4.4	Parcheggi .....	164
10.2.5	Sorgenti Puntuali .....	165
10.2.5.1	Centrali termiche ed aree de-icing.....	165
10.2.5.2	Building Downwash .....	166
10.2.6	Profili Operativi .....	169
10.2.7	I ricettori.....	170
10.2.7.1	La maglia di calcolo .....	170
10.2.7.2	I ricettori di riferimento.....	171
10.3	Risultanze dello studio modellistico: Emissioni.....	171
10.4	Risultanze dello studio modellistico: Concentrazioni.....	173
10.4.1	Analisi delle concentrazioni sulla maglia di calcolo.....	173
10.4.2	Il contributo delle sorgenti allo scenario post operam.....	174
10.4.3	Analisi dei ricettori per la salute umana.....	179
10.4.4	Analisi dei ricettori per la vegetazione.....	182
<b>11</b>	<b>Geologia ed Acque .....</b>	<b>183</b>
11.1	Inquadramento tematico.....	183
11.2	Modifica delle caratteristiche quantitative delle acque sotterranee.....	183
11.3	Modifica delle condizioni di deflusso idrico superficiale .....	185
<b>12</b>	<b>Territorio e patrimonio agroalimentare .....</b>	<b>192</b>
12.1	Inquadramento tematico.....	192
12.2	Modifica degli usi in atto .....	192
<b>13</b>	<b>Biodiversità.....</b>	<b>193</b>
13.1	Inquadramento tematico.....	193
13.2	Modifica della connettività ecologica.....	195
13.3	Sottrazione di volatili e altra fauna selvatica.....	196
13.4	Alterazioni comportamentali dell'avifauna .....	208
<b>14</b>	<b>Paesaggio e patrimonio culturale .....</b>	<b>211</b>
14.1	Inquadramento tematico.....	211
14.2	Modificazione delle condizioni percettive.....	211
14.3	Modificazione del paesaggio percettivo.....	220
<b>15</b>	<b>Rumore .....</b>	<b>230</b>
15.1	Inquadramento tematico.....	230
15.2	Studio modellistico: Dati di input.....	230
15.2.1	Scelta degli scenari di simulazione.....	230

15.2.2	Traffico aereo .....	231
15.2.3	Operatività aeronautica .....	231
15.2.4	Tipologia di aeromobili .....	233
15.3	Risultanze dello studio modellistico .....	236
15.3.1	Le curve di isolivello acustico LVA.....	236
15.3.2	Popolazione residente all'interno delle isolivello LVA .....	238
<b>16</b>	<b>Salute umana .....</b>	<b>239</b>
16.1	Inquadramento tematico.....	239
16.2	Qualità dell'aria .....	240
16.2.1	La stima e la verifica del rischio cancerogeno (RC).....	240
16.2.2	La stima e la verifica del rischio tossicologico (RT).....	241
16.2.3	Verifica livelli stabiliti dalla Normativa .....	243
16.3	Clima acustico .....	246
<b>17</b>	<b>Utilizzi e residui .....</b>	<b>249</b>
17.1	Inquadramento tematico.....	249
17.2	Consumo risorse energetiche.....	250
17.3	Consumo risorse idriche .....	251
17.4	Smaltimento acque e reflui.....	251
17.5	Smaltimento rifiuti .....	260
	<b>Parte 4.4 Il rischio di eventi accidentali aeronautici .....</b>	<b>263</b>
<b>18</b>	<b>Il Rapporto tra rischi di eventi accidentali aeronautici e le aziende "RIR" .....</b>	<b>264</b>

## **PARTE 4.1 ANALISI AMBIENTALE DELL'OPERA**



## 1 DATI PRINCIPALI RILEVANTI AI FINI AMBIENTALI E SELEZIONE DELLE COMPONENTI

### 1.1 Quadro delle opere ed interventi previsti

Le opere e gli interventi previsti nel Piano di Sviluppo Aeroportuale dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio, ai fini dello Studio di Impatto Ambientale, possono essere articolati nei seguenti sei sistemi funzionali in relazione alla tipologia di opera e alla funzionalità operativa.

<i>Sistema funzionale</i>	<i>Interventi</i>	<i>Opere</i>
A – Terminal	A1 – Ampliamento aerostazione passeggeri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliamento terminal passeggeri</li> <li>• Prolungamento molo di imbarco</li> <li>• Collegamento sotterraneo stazione ferroviaria</li> </ul>
	A2 – Aerostazione Aviazione Generale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal Aviazione Generale</li> </ul>
B – Infrastrutture di volo	B1 – Ampliamento piazzali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliamento piazzale nord</li> <li>• Piazzali mezzi handling</li> <li>• Area esercitazione VVF</li> <li>• Viabilità perimetrale</li> </ul>
	B2 – Completamento vie di rullaggio e raccordi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completamento via di rullaggio nord e nuovi raccordi</li> <li>• Uscite rapide pista 10 (AC-AD) e pista 28 (AG)</li> <li>• Area de-icing nord-est e raccordi di collegamento</li> </ul>
	B3 – Adeguamento infrastrutture di volo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adeguamento RESA pista 10</li> <li>• Adeguamento RESA pista 28</li> </ul>
C – Strutture a servizio delle attività aeroportuali	C1 – Edifici servizi aeroportuali area sud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strutture di supporto</li> <li>• Stazione VVF</li> </ul>
	C2 – Edifici servizi aeroportuali nord	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strutture traffico merci e relative urbanizzazioni</li> <li>• Hangar manutenzione aeromobili</li> <li>• Stazione VVF</li> <li>• Uffici Enti di Stato e Gestore aeroportuale</li> </ul>
	C3 – Edifici servizi ricettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hotel e centro congressi</li> </ul>
D – Accessibilità aeroportuale	D1 – Sistema di accesso e sosta area sud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema di accesso sud: nuova configurazione e potenziamento</li> <li>• Nuove aree di sosta</li> <li>• Terminal bus</li> </ul>

<i>Sistema funzionale</i>	<i>Interventi</i>	<i>Opere</i>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varco doganale accesso airside</li> </ul>
	D2 – Sistema di accesso e sosta area nord	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema di accesso nord: nuova viabilità nord-est e nord-ovest</li> <li>• Nuove aree di sosta per addetti e passeggeri</li> <li>• Varco doganale accesso airside</li> </ul>
E – Impianti tecnologici	E1 – Impianti assistenza al volo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ILS pista 10</li> <li>• Ricollocazione VOR/DME</li> <li>• Adeguamento sentiero luminoso pista 28</li> </ul>
	E2 – Strutture tecnologiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposito carburanti area nord</li> <li>• Centrale trigenerazione e centrale termica</li> <li>• Impianto fotovoltaico</li> <li>• Ampliamento centro raccolta rifiuti</li> <li>• Adeguamento reti tecnologiche</li> </ul>
F – Interventi a verde	F1 – Aree a verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aree a verde</li> </ul>

Tabella 1-1 PSA 2016-2030: quadro delle opere ed interventi previsti

Per ciascun intervento è possibile differenziare tra le due seguenti principali categorie:

- *Opere principali*, intendendo con tale termine le opere aeroportuali che sono strettamente necessarie all'iniziativa, ossia funzionali a gestire il volume di traffico atteso allo scenario di progetto del PSA (2030), ovvero le nuove infrastrutture di volo e terminali, e quelle connesse al loro funzionamento.
- *Opere complementari* categoria all'interno della quale è riportato l'insieme sia delle opere complementari che di quelle necessarie e/o finalizzate alla contestualizzazione delle singole opere aeroportuali come, a titolo di esempio, le opere impiantistiche connesse alle infrastrutture di volo o alla gestione delle acque di dilavamento.

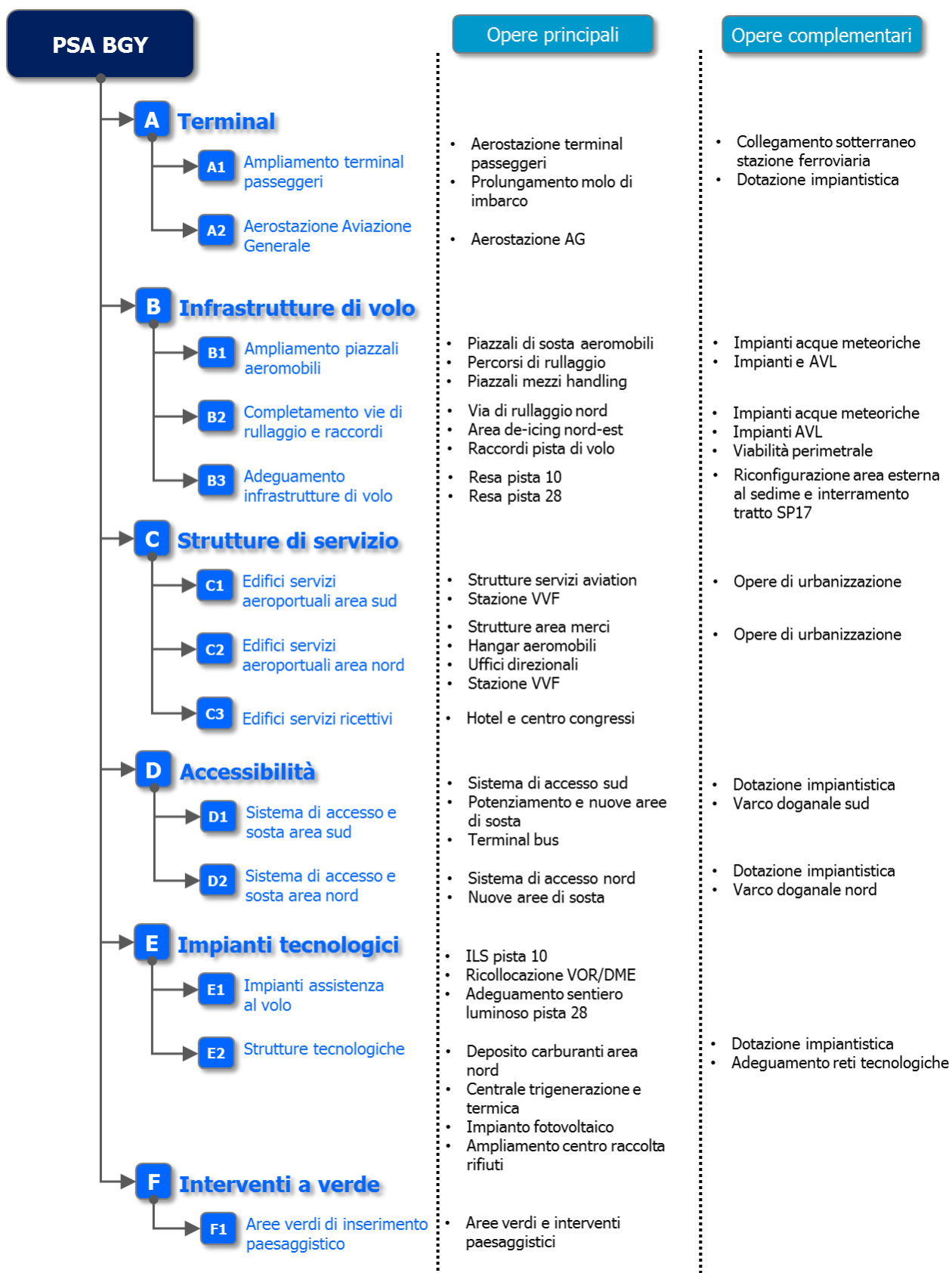


Figura 1-1 Aeroporto di Bergamo, Piano di Sviluppo Aeroportuale: Interventi in progetto

## 1.2 Metodologia di analisi

Secondo la logica propria degli Studi di impatto ambientale, le finalità che in tale ambito riveste l'analisi degli interventi differiscono da quelle proprie di una canonica trattazione, in quanto dedicate a fornire quelle informazioni e dati progettuali necessari a poter individuare e stimare i potenziali impatti indotti sull'ambiente dall'opera e, conseguentemente, a fornire al Valutatore quegli elementi utili per l'espressione del giudizio in merito alla sua compatibilità.

Stante la predetta finalità, la prima delle due scelte metodologiche sulle quali si fonda la seguente analisi ambientale, è risieduta nella lettura delle opere ed interventi previsti dal Piano di sviluppo aeroportuale secondo le tre seguenti dimensioni, ciascuna delle quali connotata da una propria modalità di lettura (cfr. Tabella 1-2).

<i>Dimensione</i>	<i>Modalità di lettura</i>
A Costruttiva "Opera come costruzione"	Opera intesa rispetto agli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di materiali, opere ed aree di servizio alla cantierizzazione, nonché di traffici di cantierizzazione indotti
B Fisica "Opera come manufatto"	Opera come elemento costruttivo, colto nelle sue caratteristiche fisiche, funzionali e costruttive
C Operativa "Opera come esercizio"	Opera intesa nella sua operatività con riferimento al suo funzionamento

Tabella 1-2 Le dimensioni di lettura dell'opera

Muovendo da tale tripartizione, il secondo momento di lavoro consiste nella scomposizione delle opere secondo specifici temi/elementi progettuali aventi rilevanza ai fini ambientali. Tale attività può ritenersi conclusa allorché si arriva all'identificazione di temi la cui ulteriore scomposizione in altri livelli subordinati da origine ad altri temi/elementi e conseguenti informazioni progettuali irrilevanti rispetto alla finalità sopra indicata.

Per quanto attiene all'identificazione dei temi di scomposizione delle opere relativi a ciascuna delle dimensioni di analisi, premesso che questa, essendo dipendente dalla tipologia di opera indagata, va definita caso per caso, in termini generali si ritiene possa essere operata a partire dalla seguente sequenza (cfr. Tabella 1-3).

<i>Dimensioni di lettura</i>	<i>Temielementi progettuali</i>
OA Opera come realizzazione	OA.1 Aree per la cantierizzazione
	OA.2 Attività costruttive
	OA.3 Quantitativi di materiali
	OA.4 Fasi e tempi di realizzazione
	OA.5 Traffici indotti
OB Opera come manufatto	OB.1 Caratteristiche fisiche
	OB.2 Caratteristiche funzionali
	OB.3 Caratteristiche costruttive
OC Opera come esercizio	OC.1 Funzionamento

Tabella 1-3 Articolazione dei temi progettuali per l'analisi ambientale

Muovendo da tale logica di lettura nei successivi paragrafi sono riepilogate le principali informazioni aventi rilevanza ai fini ambientali relative alle opere previste dal Piano di sviluppo aeroportuale all'orizzonte 2030, nel loro complesso descritte in modo completo all'interno della Parte 3 "L'intervento: alternative e soluzioni" alla quale si rimanda, mentre, per quanto attiene alla puntuale definizione dei nessi di causalità intercorrenti tra le azioni di progetto ed i potenziali impatti ambientali relativi a ciascuna delle componenti ambientali, si rimanda ai relativi capitoli della presente Parte 4.

## 1.3 Dimensione fisica

### 1.3.1 Sistema funzionale A: Terminal

#### 1.3.1.1 Intervento A1: Ampliamento aerostazione passeggeri

L'aerostazione passeggeri si localizza nel sedime sud in posizione baricentrica alle infrastrutture di volo. L'attuale configurazione garantisce una superficie complessiva lorda di 53.250 mq articolati su quattro livelli (piano terra, primo, mezzanino e livello interrato). Al fine di rispondere ai fabbisogni stimati secondo l'evoluzione della domanda di traffico, il PSA prevede un'estensione del terminal in senso longitudinale, dato il vincolo di restrizione per la presenza dell'autostrada A4 a sud, tale da assicurare un incremento di oltre 20.000 mq della superficie lorda.

<i>Tipologia</i>	<i>Interventi</i>
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliamento lato ovest (lotto 1B) e realizzazione di un nuovo molo con aree di imbarco (lotto Pier)</li> <li>• Ampliamento lato est (lotto 2 e 4)</li> <li>• Copertura area landside fronte aerostazione (lotto 3B)</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collegamento sotterraneo alla stazione ferroviaria</li> <li>• Dotazione impiantistica</li> </ul>

Tabella 1-4 Intervento A1: opere principali e complementari

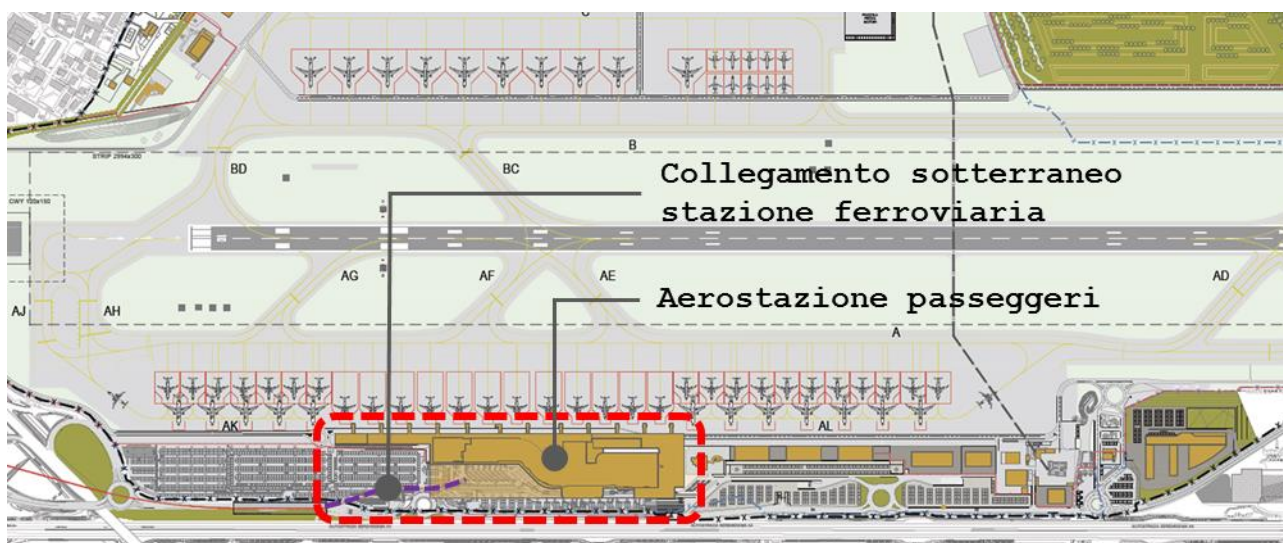


Figura 1-2 Intervento A1: localizzazione interventi

#### A. Opere principali

Gli interventi principali si riferiscono ai nuovi corpi di fabbrica necessari per soddisfare i fabbisogni di spazi per i diversi sottosistemi in relazione alla domanda di traffico passeggeri prevista. A questi si aggiunge la copertura prevista dell'area landside fronte aerostazione dedicata alla sosta degli autobus.

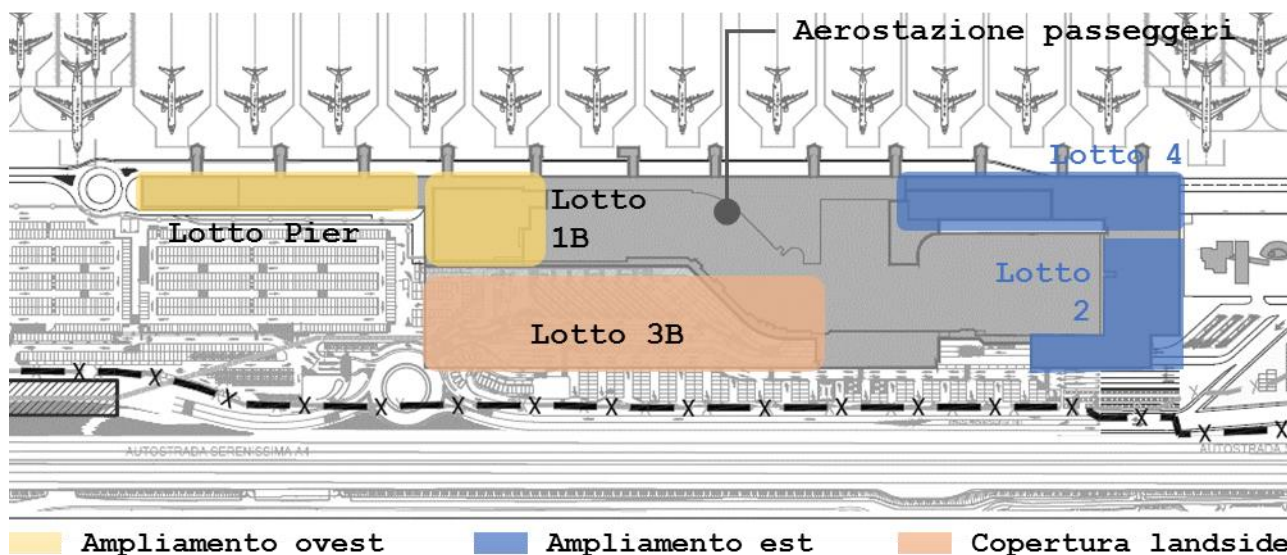


Figura 1-3 Intervento A1: Ampliamento aerostazione passeggeri, opere principali

Per quanto riguarda il lato ovest, l'ampliamento del terminal si estende su una superficie complessiva in pianta di 5.700 mq circa. In verticale lo sviluppo è di circa 14 metri in continuità con l'attuale corpo di fabbrica. Sul lato orientale i nuovi corpi di fabbrica si sviluppano su una superficie di 8.200 mq circa.

Per quanto attiene le caratteristiche funzionali, le diverse volumetrie di ampliamento sono concepite in modo da essere atte ad accogliere nei due livelli previsti i diversi flussi di passeggeri in arrivo e partenza nei diversi sottosistemi operativi nonché tutte le aree necessarie ad ospitare i servizi e le attività connesse al traffico passeggeri.

L'ampliamento ad ovest vede al piano terra l'ubicazione di tutti i sistemi di controllo e gestione dei flussi passeggeri in arrivo. Altresì il primo piano è dedicato ai flussi in partenza con l'ampliamento della sala imbarchi e delle relative aree commerciali e di servizio nonché l'incremento del numero di gates. L'aggiunta di un nuovo corpo di fabbrica ad est in ampliamento delle aree check-in e BHS, induce un incremento degli spazi disponibili per le postazioni di self check-in, baggage drop e hall partenze e al primo piano per uffici. La realizzazione del nuovo corpo di fabbrica sul lato airside permette l'incremento delle aree di imbarco e numero di gates, completando il processo di ridefinizione dell'aerostazione passeggeri.

Il quadro degli interventi principali previsti per l'aerostazione passeggeri si completa con la copertura del parcheggio bus sul lato landside fronte aerostazione attraverso una pensilina.

Sotto il profilo architettonico i nuovi corpi di fabbrica saranno realizzati in continuità, dal punto di vista costruttivo, materico e stilistico, con le volumetrie esistenti e garantire così una immagine unitaria del terminal. Il fronte landside vede l'alternanza di volumi vetrati appoggiati su pilotis e di vuoti, tenuti insieme dalla grande pensilina che copre il settore partenze del curbside e che sottolinea il suo rapporto con l'autostrada. Al contrario sul fronte airside è prevista la presenza di elementi vetrati posti in continuità.



Figura 1-4 Intervento A1: Ampliamento aerostazione passeggeri, caratteristiche architettoniche, vista terminal lato airside nella configurazione finale prevista dal PSA 2016-2030

Per quanto riguarda infine le caratteristiche costruttive, sono previste strutture in cemento armato con pilastri prefabbricati poggiati su fondazioni superficiali continue e pilastri e travi in elementi prefabbricati precompressi. Vani, scale e blocchi ascensori sono realizzati con cemento armato

gettato in opera. Per quanto riguarda la copertura questa è costituita da elementi in carpenteria metallica.

### B. Opere complementari

Per quanto riguarda le opere complementari queste si riferiscono al collegamento ipogeo con la stazione ferroviaria e la dotazione impiantistica connessa sia ai fabbisogni idrici ed energetici che alla gestione delle acque.

#### Collegamento sotterraneo con stazione ferroviaria

Il PSA recepisce le indicazioni dello Studio di Fattibilità 2011 del Nodo intermodale dell'aeroporto di Bergamo che individua il posizionamento della stazione ferroviaria ad una distanza di circa 500 metri dall'aerostazione e un collegamento pedonale di interconnessione tra le due.



Figura 1-5 Intervento A1: Collegamento sotterraneo con stazione ferroviaria, opere complementari

La soluzione individuata prevede un camminamento sotterraneo in c.a. di circa 260 m ad una profondità iniziale di 7 m (lato stazione ferroviaria) con due cambi di quota.

La sezione del camminamento centrale, posta a -3,5 metri, prevede una larghezza di 8 m e una altezza di 5 m. I tappeti mobili per entrambi i sensi di marcia sono posti al centro mentre i corridoi di rallentamento e di connessione con le aree di sosta ai lati. Il tunnel è parzialmente illuminato con luce naturale attraverso specifici lucernai ricavati al livello zero nelle aree soprastanti destinati a verde.



Figura 1-6 Intervento A1: Collegamento sotterraneo stazione ferroviaria, layout



### Dotazione impiantistica

L'ampliamento dell'aerostazione implica di conseguenza il potenziamento della rete di sottoservizi e tecnologiche.

- Acque reflue La rete delle acque reflue sarà ampliata in ragione delle diverse volumetrie e servizi previsti.
- Fabbisogni energetici Il sistema di gestione secondo il modello previsto dal PSA vede la connessione dell'aerostazione alla rete elettrica aeroportuale e alla centrale di trigenerazione (intervento E2) per i fabbisogni termici e frigoriferi.

#### 1.3.1.2 Intervento A2: Aerostazione Aviazione Generale

Si prevede la realizzazione in area nord di una nuova aerostazione per il traffico di Aviazione Generale a riprotezione di quella attuale posta ad est del terminal passeggeri all'interno della struttura denominata "palazzina uffici". Secondo la scomposizione delle opere costituenti il singolo intervento, il quadro delle opere principali e secondarie relative all'intervento A2 risulta articolato così come indicato in Tabella 1-5.

Tipologia	Interventi
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificio aerostazione aviazione generale</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotazione impiantistica</li> </ul>

Tabella 1-5 Intervento A2: opere principali e complementari

#### A. Opere principali

La nuova aerostazione dedicata all'Aviazione Generale si localizza nell'area di sviluppo a nord su una superficie di circa 2.000 mq.

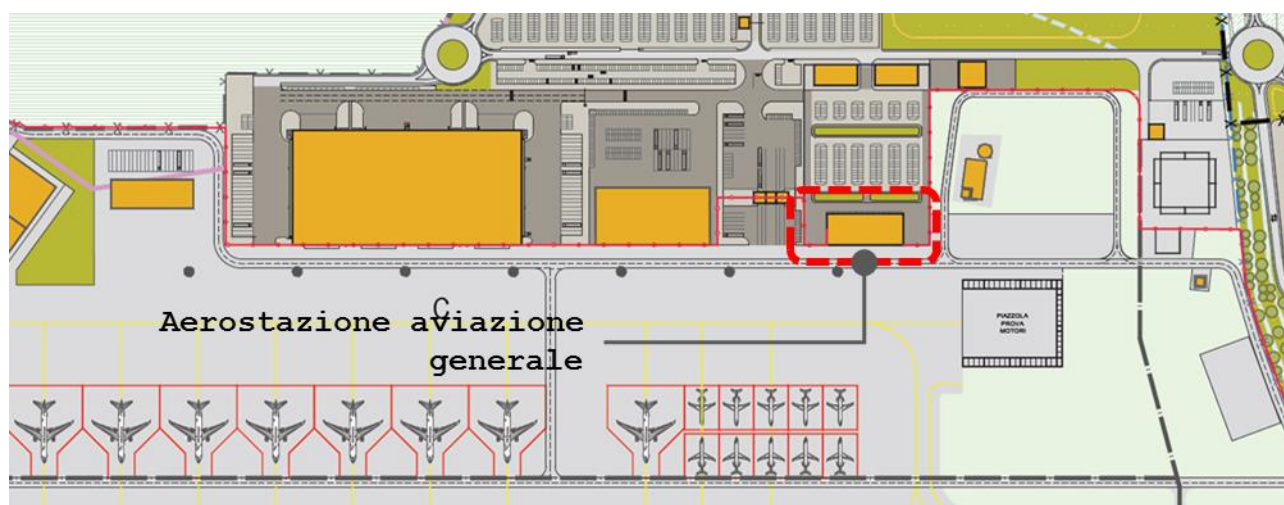


Figura 1-7 Intervento A2: localizzazione dell'intervento

L'edificio si sviluppa in altezza per 12 metri al cui interno sono distribuite le diverse aree operative e di servizio su due livelli. Sul lato airside l'aerostazione è direttamente collegata al piazzale aeromobili, altresì sul lato opposto landside si prevede la realizzazione di un'area pavimentata di circa 4.500 mq per il sistema di accessibilità e sosta (intervento D2). Nello specifico il piano terra è destinato agli ambienti operativi e ai servizi connessi ai passeggeri e personale di volo. Altresì il piano rialzato sono collocati gli uffici direzionali e altre attività di supporto.

La struttura è di tipo prefabbricato in c.a. poggiata su fondazioni superficiali in calcestruzzo armato. La copertura è invece in elementi di acciaio così da garantire luci più ampie dove previsto.

### *B. Opere complementari*

Per quanto riguarda le opere complementari queste sono costituite dalle dotazioni impiantistiche necessarie sia per la gestione dei fabbisogni che delle acque reflue e meteoriche.

Per quanto concerne i fabbisogni l'aerostazione si collega alla rete elettrica aeroportuale così come configurata al 2030 secondo le indicazioni del PSA (cfr. intervento E1). Tutti gli impianti tecnologici a servizio del terminal sono ubicati sia al piano terra che, limitatamente agli apparati di riscaldamento e climatizzazione, in un vano tecnico ricavato in una porzione della copertura.

Per quanto concerne il tema delle acque, i reflui sono conferiti alla rete fognaria aeroportuale direttamente collegata a quella esterna e modificata secondo l'assetto finale dell'aeroporto.

## **1.3.2 Sistema funzionale B: Infrastrutture di volo**

### *1.3.2.1 Intervento B1: Ampliamento piazzali aeromobili*

Il PSA prevede l'ampliamento delle due aree terminali poste a nord e sud della pista di volo al fine di incrementare la capacità dell'aeroporto in ragione sia dei fabbisogni secondo l'evoluzione della domanda di traffico sia della riconfigurazione dell'assetto aeroportuale.

L'intervento consiste quindi nelle nuove aree pavimentate per la sosta degli aeromobili e per le attività aeroportuali connesse previste dal PSA2030 sia nell'area sud che in quella nord di nuovo sviluppo secondo lo schema di Figura 1-8. In relazione alle tipologie di opere, principali e complementari, il quadro degli interventi previsti risulta articolato così come riportato in tabella seguente.

<i>Tipologia</i>	<i>Interventi</i>
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"><li>• Piazzali aeromobili (piazzole di sosta e vie di rullaggio)</li><li>• Piazzali mezzi handling</li></ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"><li>• Impianti acque meteoriche</li><li>• Impianti assistenza aeromobili</li></ul>

Tabella 1-6 Intervento B1: opere principali e complementari

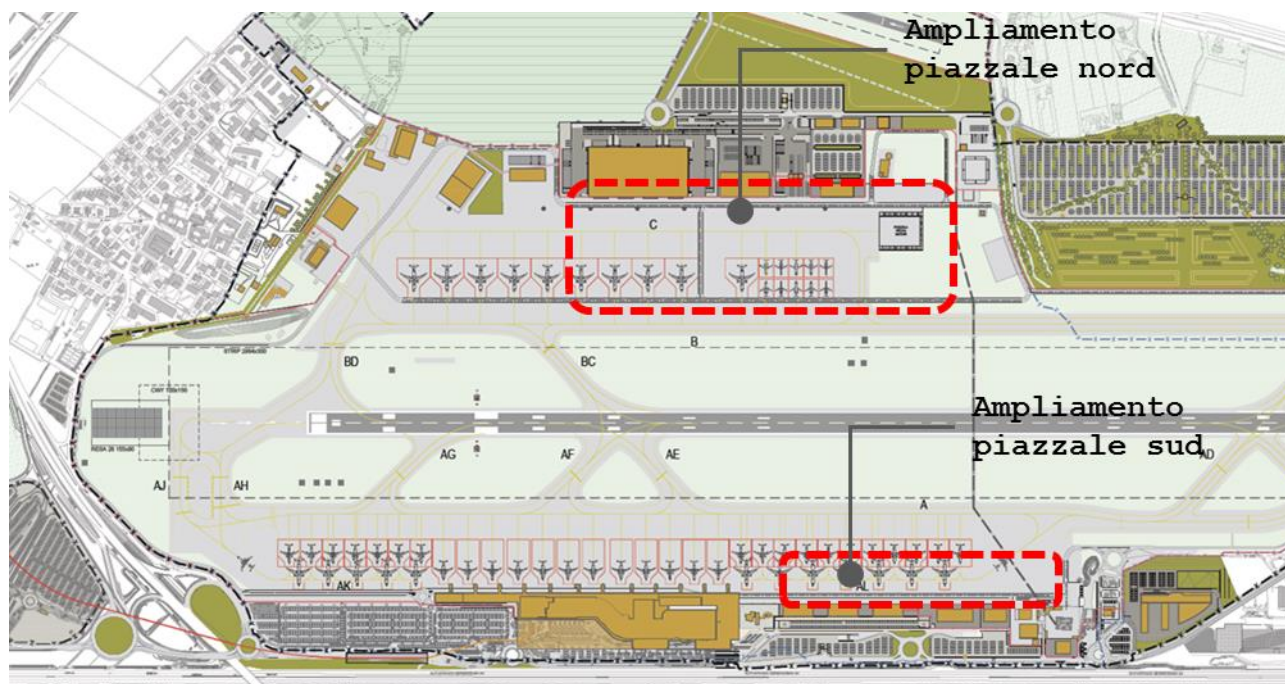


Figura 1-8 Intervento B1: localizzazione degli interventi

#### A. Opere principali

Le nuove aree pavimentate si estendono complessivamente su una superficie di circa 238.930 mq, di cui ca. 186.000 mq a nord e 52.300 mq a sud.

#### Piazzali aeromobili

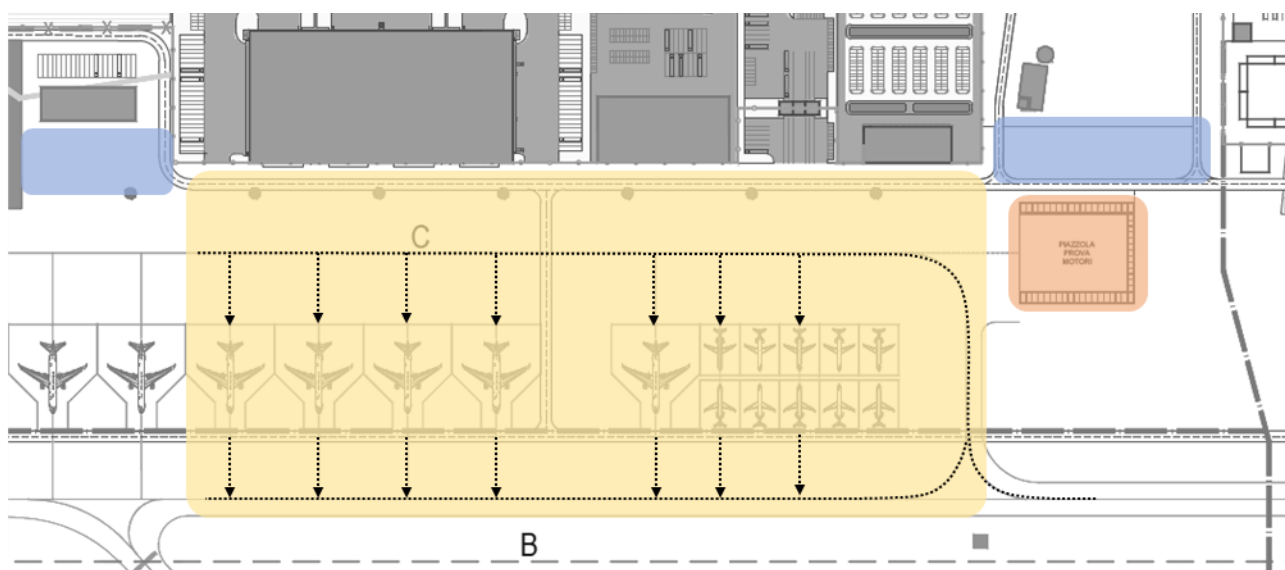
##### *Piazzale nord*

Per quanto riguarda l'area terminale nord il PSA ne prevede l'ampliamento in direzione est. L'ampliamento prevede la realizzazione di ulteriori piazzole di sosta per aeromobili sia commerciali che di aviazione generale, vie di rullaggio dedicate alla movimentazione a terra dei velivoli, due piazzali per i mezzi rampa e un'area per la prova motori.

Complessivamente l'incremento di superficie pavimentata si quantifica in ca. 176.130 mq. A questa si aggiungono due aree pavimentate di pertinenza destinate alla sosta dei mezzi handling: uno sul lato ovest in prossimità dell'area manutentiva di estensione pari a 4.500 mq, uno altresì sul lato orientale di 6.000 mq circa di superficie.

La configurazione individuata prevede l'uniformità a quella esistente, ovvero piazzole di sosta di tipo self-manouvering dimensionate per aeromobili di classe "D" e due vie di circolazione, una lato terminal e una lato pista di volo, per il rullaggio degli aeromobili. Tale layout permette l'uso delle piazzole in configurazione mista anche per aeromobili di dimensioni maggiori (code "E" o code "F") altresì in push-back.

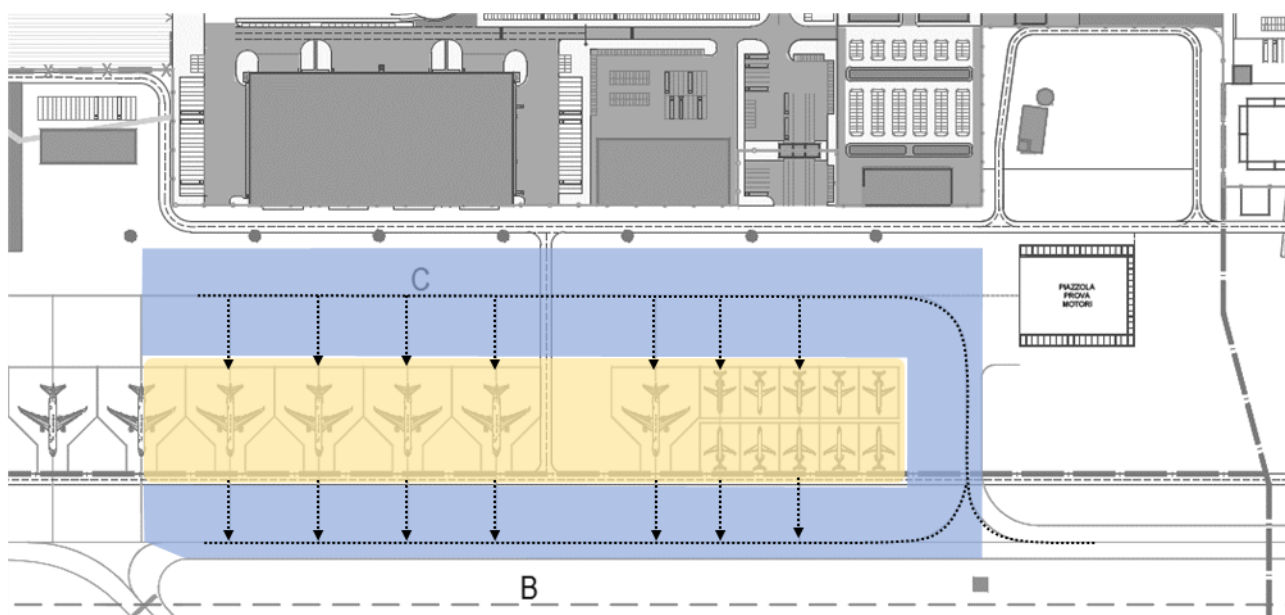
In termini di stand per la sosta dei velivoli tale intervento consente un incremento di 6 piazzole di sosta per gli aeromobili commerciali e 10 stand destinati al traffico di aviazione generale nel settore più orientale in prossimità dell'aerostazione dedicata a tale componente di traffico.



**Ampliamento piazzale nord**

- Piazzale sosta aeromobili
- Piazzali mezzi handling
- Area prova motori

Figura 1-9 Intervento B1: Ampliamento piazzali nord, opere principali



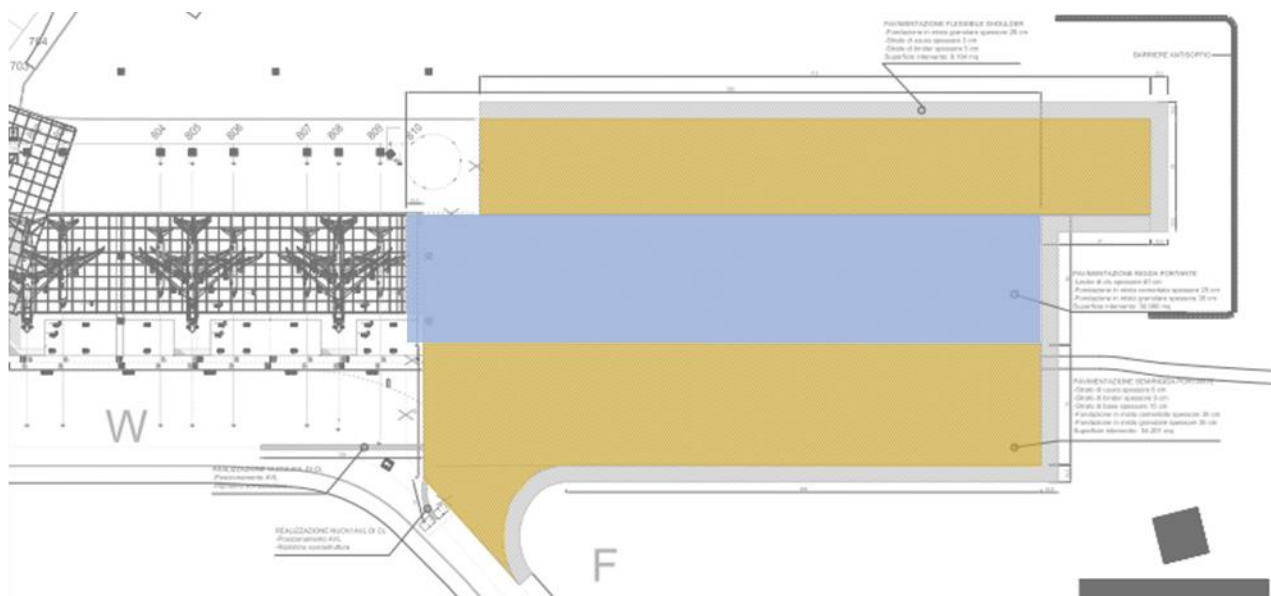
**Ampliamento piazzale nord**

- Sosta aeromobili
- Vie di rullaggio

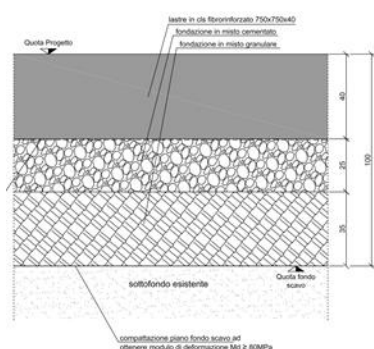
Figura 1-10 Intervento B1: Ampliamento piazzali nord, configurazione operativa piazzale aeromobili

Il piazzale si completa con un'area dedicata alla prova motori con orientamento verso est dei motori per le attività di manutenzione degli aeromobili.

Da un punto di vista costruttivo, in analogia alle attuali infrastrutture di volo, la pavimentazione è di tipo rigido per le aree di sosta dei velivoli e semirigido portante per le aree di manovra. A queste si aggiunge una pavimentazione di tipo flessibile per le shoulder laterali. Ne consegue pertanto un differente pacchetto strutturale in ragione della tipologia di pavimentazione secondo lo schema riportato di seguito (cfr. Figura 1-11).



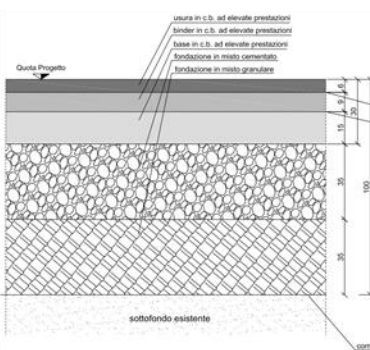
**Pavimentazione di tipo rigido**



**Pavimentazione di tipo rigido**

- lastre in cls fibrorinforzato: 40 cm;
- fondazione in misto cementato: 25 cm;
- fondazione in misto granulare: 35 cm.

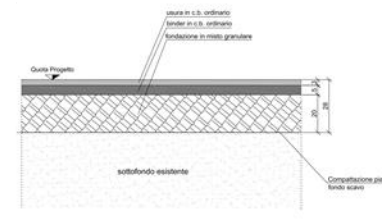
**Pavimentazione di tipo semirigido**



**Pavimentazione di tipo semirigido**

- usura in c.b.: 6 cm;
- binder in c.b.: 9 cm;
- base in c.b.: 15 cm;
- fondazione in misto cementato: 35 cm;
- fondazione in misto granulare: 35 cm.

**Pavimentazione di tipo flessibile**



**Pavimentazione di tipo flessibile**

- usura in c.b.: 3 cm;
- binder in c.b.: 5 cm;
- fondazione in misto granulare: 20 cm.

Figura 1-11 Intervento B1: Ampliamento piazzale nord (fase 1), caratteristiche strutturali

Dalle sezioni tipologiche riportate si evince come gli strati di fondazione e sottofondazione delle aree pavimentate principali raggiungano una profondità di circa 1 m.

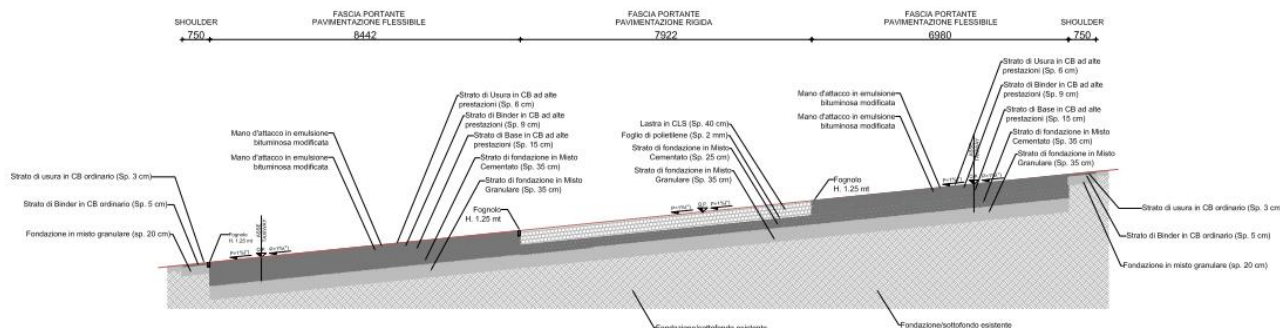


Figura 1-12 Intervento B1: Ampliamento piazzale nord, caratteristiche strutturali: sezione tipo

### Piazzale sud

Per quanto riguarda l'area terminale sud gli interventi di completamento del piazzale si localizzano alle estremità orientale (completamento piazzale sud-est, 25.200 mq ca.) dell'attuale area dedicata alla sosta degli aeromobili.

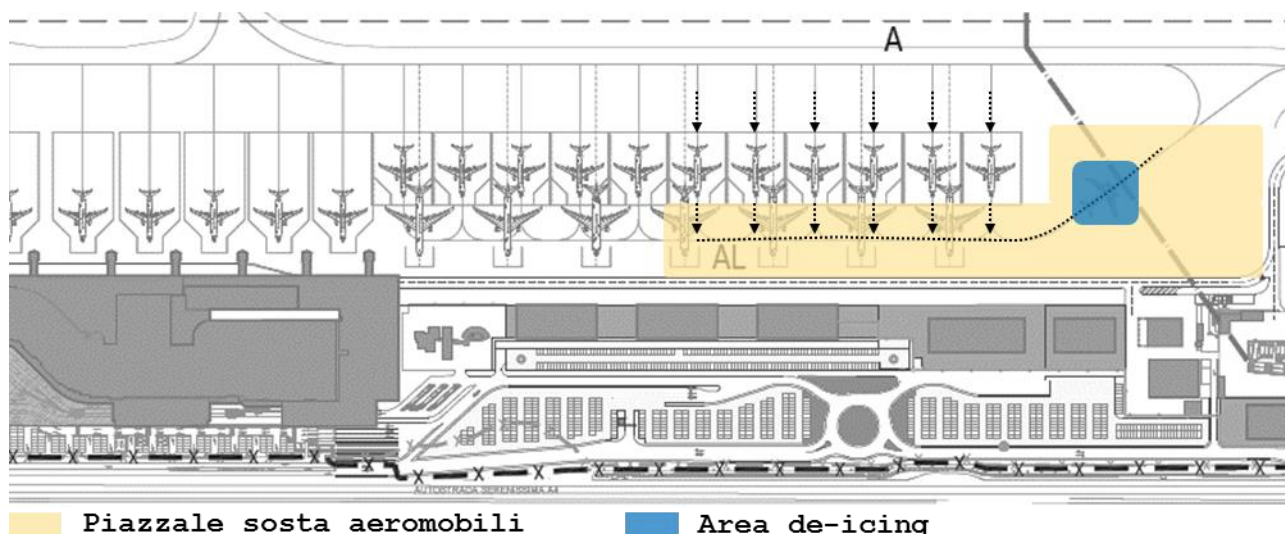


Figura 1-13 Intervento B2: Ampliamento piazzali sud, opere principali

Il layout individuato prevede l'uniformità all'esistente, ovvero piazzole dimensionate per aeromobili di cat. ICAO "C" di tipo self-manouvering (o in alternativa di tipo pushback per velivoli di classe "D"). A queste si aggiunge una area operativa dedicata alle operazioni di de-icing nei periodi invernali lungo il percorso di rullaggio di collegamento con le testate pista.

Complessivamente l'incremento del piazzale aeromobili sud si quantifica in 6 piazzole aggiuntive per velivoli cat. ICAO "C" in self-manouvering (in alternativa 4 stand con manovre in push-back per aerei di cat. ICAO "D").

Per quanto concerne la tipologia costruttiva, questa risulta coerente con quella delle infrastrutture esistenti: sovrastruttura di tipo rigido per gli stand di sosta dei velivoli e di tipo flessibile o semi-flessibile per le vie di circolazione (apron taxiway).

### Piazzali mezzi handling

L'intervento B1 comprende la realizzazione di due aree dedicate alla sosta dei mezzi handling, una prima di 4.500 mq circa in posizione baricentrica il piazzale aeromobili nord nella configurazione finale di Piano, una seconda invece adiacente l'aerostazione di Aviazione Generale di estensione circa 6.000 mq (cfr. Figura 1-9).

Tali piazzali sono finalizzati alla sosta dei mezzi rampa, ovvero tutti quei mezzi aeroportuali necessari allo svolgimento delle attività aeroportuali a servizio degli aeromobili.

Da un punto di vista costruttivo la pavimentazione è tipo rigido a meno delle aree di raccordo con le aree pavimentate attuali per le quali si prevede una tipologia flessibile in conglomerato bituminoso.



#### *Pavimentazione di tipo rigido*

- lastre in cls fibrorinforzato: 40 cm;
- fondazione in misto cementato: 25 cm;
- fondazione in misto granulare: 30 cm.

#### *Pavimentazione di tipo semirigido*

- usura in c.b.: 3 cm;
- binder in c.b.: 5 cm;
- base in c.b.: 12 cm;
- fondazione in misto cementato: 20 cm;
- fondazione in misto granulare: 20 cm.

Figura 1-14 Intervento B1: Piazzali mezzi handling, caratteristiche strutturali

### *B. Opere complementari*

Il gruppo delle opere complementari risulta costituito dalle seguenti tipologie di impianto:

- di gestione delle acque meteoriche;
- Impianti e AVL (Aiuti Visivi Luminosi);
- di illuminazione.

### Impianti di gestione delle acque meteoriche

Le nuove aree di piazzale sono dotate di opportuni impianti per la raccolta delle acque di dilavamento attraverso fognoli posti in funzione delle pendenze dei rilevati di progetto e allontanate attraverso la rete verso gli impianti di trattamento prima della loro scarico nel ricettore finale.

Specificatamente alla piazzola de-icing, questa è dotata di fognoli posti lungo tutti i lati, coerentemente con le pendenze della superficie pavimentata, in modo da raccogliere tutte le acque di dilavamento ed evitare possibili sversamenti di glicole al di fuori della piazzola stessa. Queste vengono raccolte in vasche di raccolta costituite da 8 elementi prefabbricati con una capacità totale di 400 mc il cui svuotamento avviene tramite rimozione meccanica e trasporto con autocisterne.

- Piazzale nord      Separazione prima e seconda pioggia  
Disoleazione prima pioggia  
Scarico in sottosuolo prima e seconda pioggia tramite pozzi perdenti
- Piazzale sud-est      Separazione prima e seconda pioggia  
Disoleazione prima pioggia  
Scarico prima pioggia in fognatura  
Scarico seconda pioggia in sottosuolo tramite pozzi perdenti
- Area de-icing      Durante le operazioni di de-icing:
  - Raccolta delle acque in vasche
  - Svuotamento meccanico e trasporto a rifiuto/trattamento con autocisternaIn assenza di operazioni di de-icing:
  - Separazione 1 e 2 pioggia
  - Trattamento disoleazione 1 pioggia
  - Recapito in fognatura 1 pioggia
  - Dispersione in sottosuolo 2 pioggia con pozzi perdenti

### Impianti e AVL

Gli impianti AVL, ovvero Aiuti Visivi Luminosi, consistono nelle luci e cartelli luminosi finalizzati a fornire agli aeromobili le indicazioni necessarie per le fasi di movimentazione a terra in condizioni notturne o di bassa visibilità.

Limitatamente alle aree di sosta a nord, si prevede l'installazione di pozzetti PIT per la fornitura del carburante attraverso una pipeline interrata dedicata.

### Impianti di illuminazione

Le nuove aree piazzale saranno dotate di sistemi di illuminazione a LED su torrifaro. Queste sono opportunamente dimensionate al fine di garantire una corretta illuminazione sia le grandi aree a piazzale che i percorsi stradali interni. La configurazione del sistema di illuminazione è coerente con l'attuale area di sosta nord.



### 1.3.2.2 Intervento B2: Completamento vie di rullaggio e raccordi

Per quanto attiene il sistema delle vie di rullaggio di connessione tra le aree terminali e la pista di volo, il PSA prevede il potenziamento e l'ottimizzazione del sistema taxiway al fine di ottimizzare la capacità complessiva delle infrastrutture di volo, in particolar modo nell'ottica di un modello operativo che prevede un uso bidirezionale della pista di volo (cfr. par. 1.5.2), attraverso la riduzione dei tempi di occupazione della pista e l'eliminazione di possibili punti di conflitto nel sistema di gestione a terra degli aeromobili.

Specificatamente all'intervento B2, il PSA prevede sia il completamento della via di rullaggio nord per il collegamento della testata 28 (estremità est della pista di volo) con il piazzale aeromobili nord, sia il potenziamento del sistema di raccordi con la pista di volo sia nella direzione 28 (movimenti da est verso ovest) sia in quella opposta 10 (movimenti da ovest verso est).

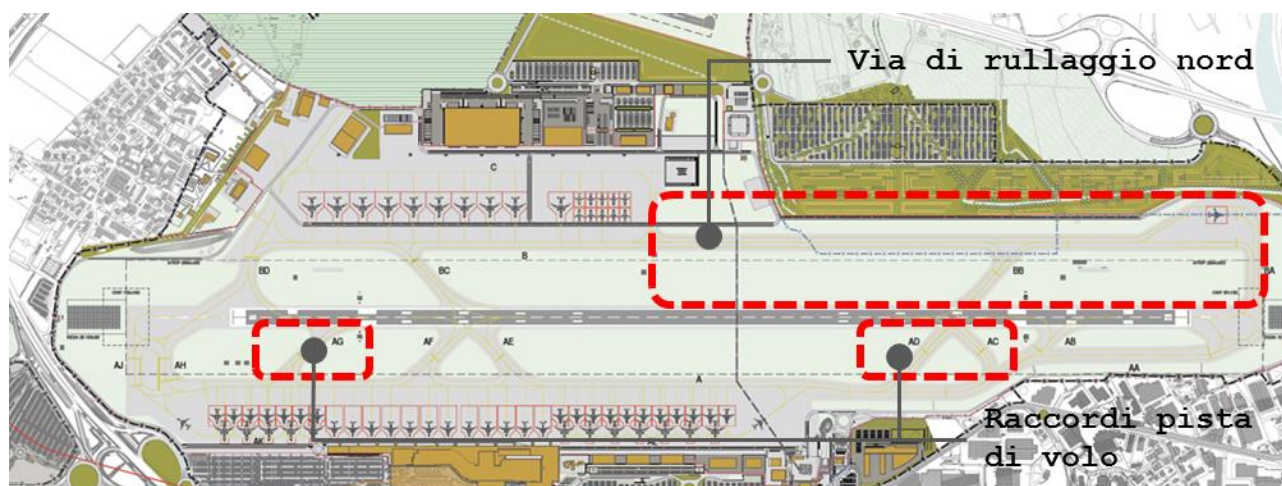


Figura 1-15 Intervento B2: localizzazione degli interventi

Tipologia	Interventi
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Via di rullaggio nord</li> <li>• Area de-icing nord-est</li> <li>• Raccordi pista di volo</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianti acque meteoriche</li> <li>• Impianti assistenza aeromobili</li> <li>• Viabilità perimetrale</li> </ul>

Tabella 1-7 Intervento B2: opere principali e complementari

#### A. Opere principali

Complessivamente il quadro complessivo delle opere principali interessa una superficie totale di circa 134.000 mc.

### Via di rullaggio nord

La via di rullaggio nord (nominata "B" nella configurazione 2030), unitamente ai raccordi "BA" e "BB" permette il collegamento dell'area terminale nord con la pista di volo lato testata 28 (lato est del sedime). Questa si estende su una lunghezza di circa 2.000 m su una superficie totale di 86.100 mq. La sezione ha una larghezza di 23 m a cui si aggiungono due shoulders laterali di larghezza ciascuna pari a 9,5 m.

Sotto il profilo strutturale, la pavimentazione portante è di tipo semirigido con una sezione tipo che presenta un pacchetto strutturale analogo a quanto previsto per le aree di manovra del piazzale aeromobili nord (cfr. Figura 1-11) e quindi con una profondità di circa 1 m al di sotto del piano campagna. Le shoulders altresì avranno una pavimentazione di tipo flessibile in conglomerato bituminoso don una profondità del pacchetto strutturale di circa 28 cm (3 cm strato di usura, 5 cm strato di binder, 20 cm fondazione in misto granulare).

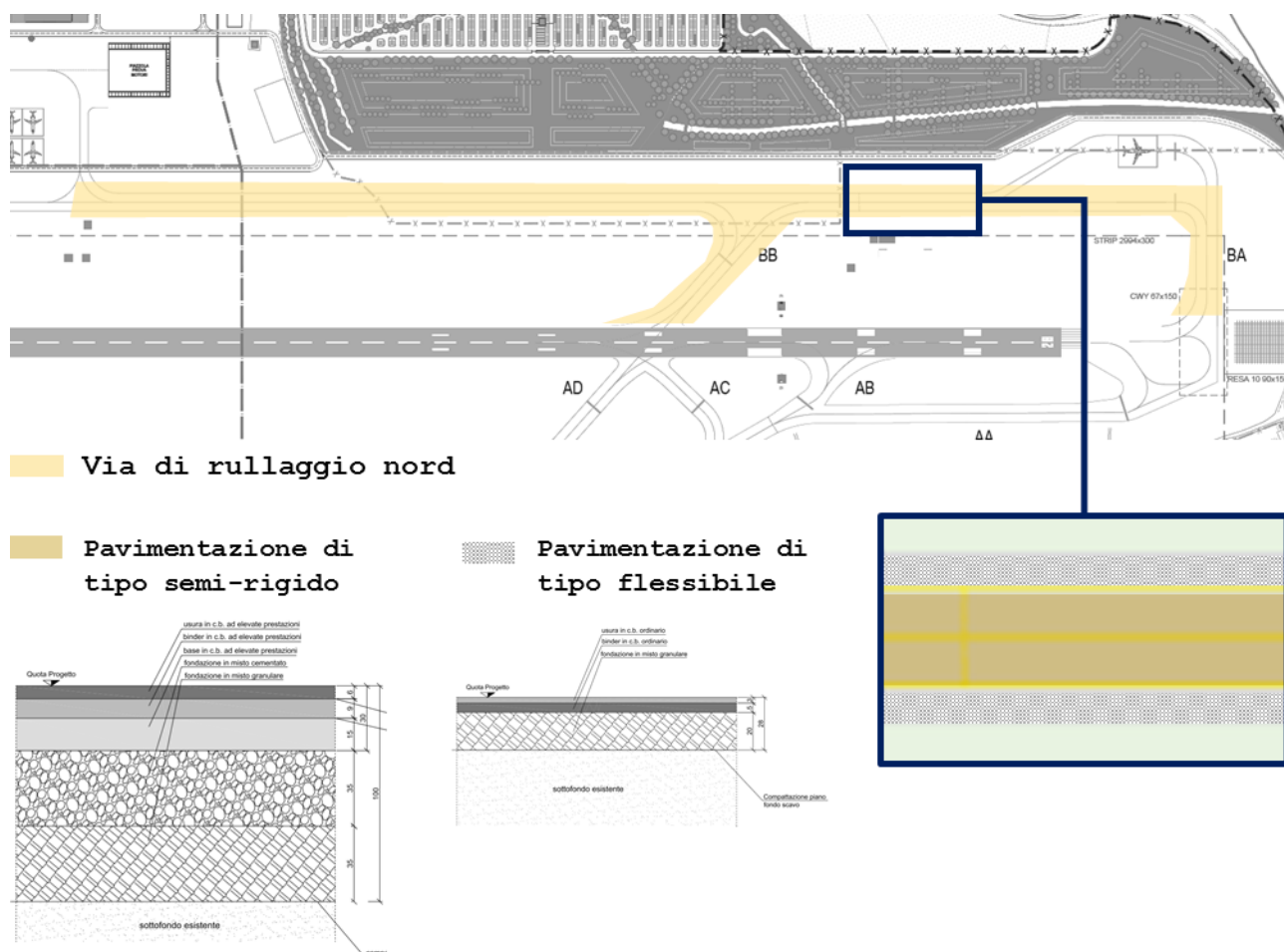


Figura 1-16 Intervento B2: Via di rullaggio nord, opere principali e caratteristiche strutturali

### Area de-icing nord-est

In prossimità della testata 28 della pista di volo, lungo la nuova via di rullaggio nord, si prevede la realizzazione di una piazzola dedicata alle operazioni di de-icing in condizioni di basse temperature

connessa al sistema delle infrastrutture di volo attraverso una taxiway dedicata. La superficie totale è di circa 23.200 mq, di cui 7.100 mq per lo stand de-icing e 16.100 mq per la via di rullaggio. Per quanto concerne le caratteristiche strutturali, dipendendo queste dalle sollecitazioni cui la pavimentazione è sottoposta, nel caso specifico è di tipo rigido in lastre cls, altresì la quota parte destinata alla movimentazione degli aeromobili di tipo semirigido in conglomerato bituminoso.

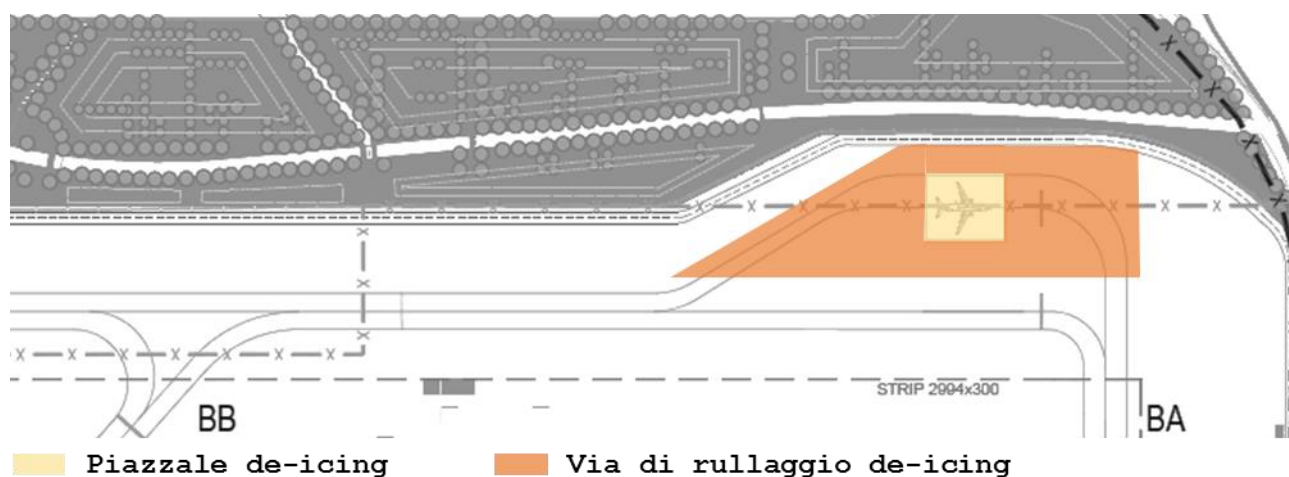


Figura 1-17 Intervento B2: Area de-icing nord-est, opere principali

### Raccordi pista di volo

Nel layout del sistema delle infrastrutture di volo secondo il layout di PSA sono presenti tre nuovi raccordi pista a servizio dell'area sud denominati AG, AD e AC finalizzati sia a ridurre i punti di conflitto nel sistema di circolazione a terra degli aeromobili, e quindi eventuali condizioni di congestione, sia a poter utilizzare maggiormente la pista di volo nella direzione 10 e, conseguentemente, poter applicare il modello operativo aeronautico individuato da SACBO.

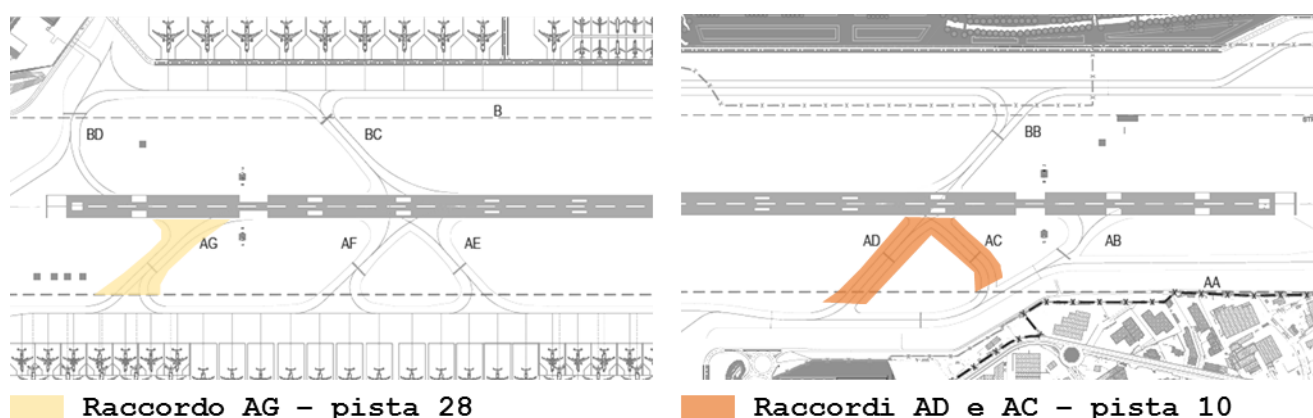


Figura 1-18 Intervento B2: Raccordi pista di volo, opere principali

I raccordi hanno una larghezza di 23 metri a cui si aggiungono due shoulders laterali di 9,5 m ciascuna. Complessivamente si estendono su una superficie di circa 8.700 mq nel caso del raccordo AG, 15.200 mq per quello AD e AC. Le caratteristiche strutturali sono coerenti e congruenti con

quelle delle restanti infrastrutture di volo, più nello specifico in questo caso con la via di rullaggio nord (cfr. Figura 1-16).

### *B. Opere complementari*

Il gruppo delle opere complementari risulta costituito dalle seguenti tipologie di impianto:

- di gestione delle acque meteoriche;
- AVL (Aiuti Visivi Luminosi);
- viabilità perimetrale.

#### Impianti di gestione delle acque meteoriche

Rimandando al paragrafo 1.5 la descrizione del modello di gestione delle acque meteoriche nelle condizioni di esercizio dell'aeroporto al 2030, per quanto riguarda lo specifico dell'intervento oggetto di trattazione in tale paragrafo, non si prevedono per le infrastrutture di volo impianti di trattamento delle acque meteoriche.

Per quanto concerne invece la nuova piazzole de-icing si prevede la realizzazione di una rete di raccolta delle acque di dilavamento lungo il perimetro dello stand. Durante le operazioni di de-icing queste vengono convogliate verso specifiche vasche di raccolta successivamente svuotate meccanicamente. Al contrario durante l'assenza di operazioni, la rete di raccolta si differenzia per le acque di prima e seconda pioggia. Le prime vengono convogliate in un sistema di trattamento e successivamente immesse nel Canale della Morla; le seconde invece vengono disperse nel sottosuolo attraverso opportuni pozzi perdenti.

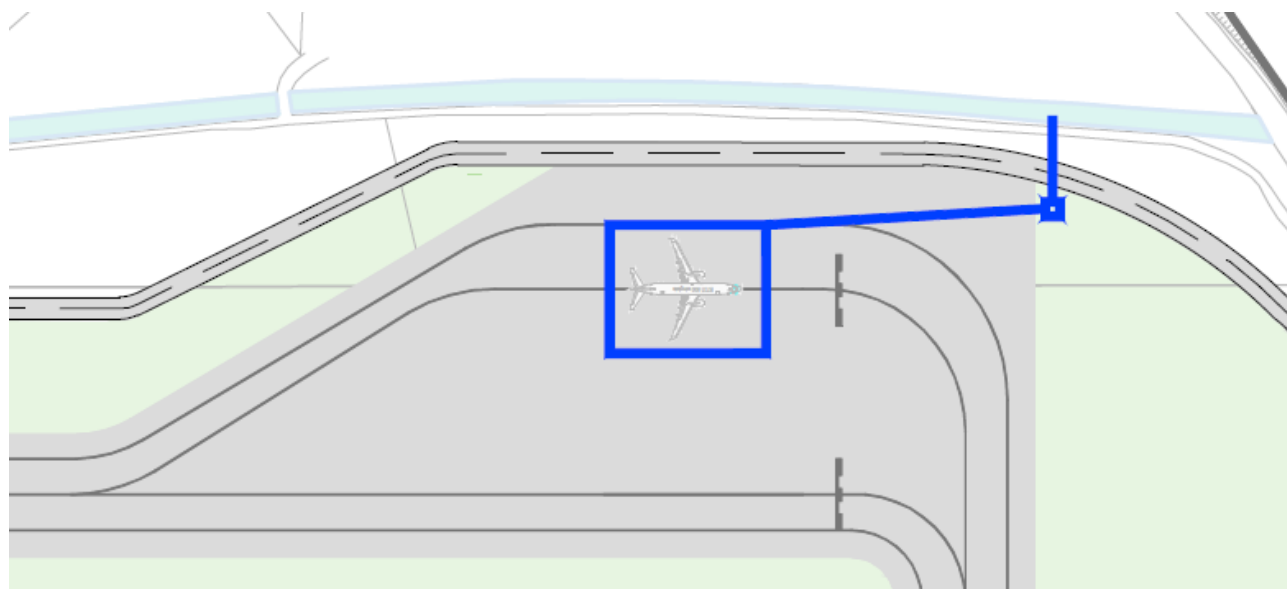


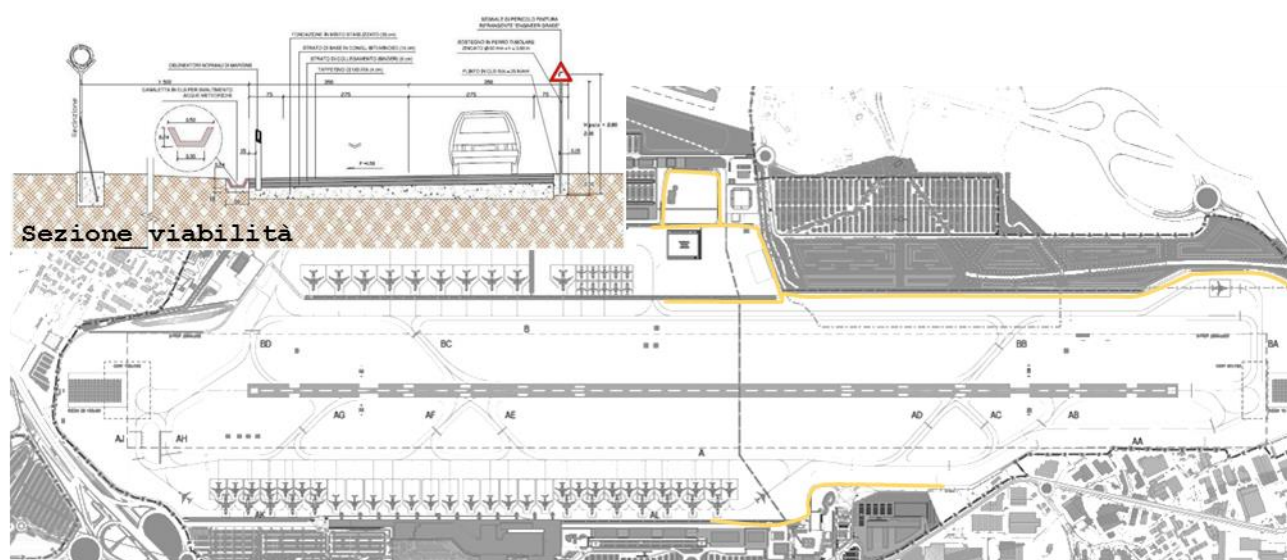
Figura 1-19 Intervento B2: gestione e raccolta acque meteoriche piazzola de-icing nord-est, opere complementari

## Impianti AVL

Gli impianti AVL, ovvero Aiuti Visivi Luminosi, consistono nelle luci e cartelli luminosi finalizzati a fornire agli aeromobili le indicazioni necessarie per le fasi di movimentazione a terra in condizioni notturne o di bassa visibilità.

## Viabilità perimetrale

Contestualmente alla nuova configurazione airside del sistema delle vie di rullaggio e, di conseguenza del nuovo limite doganale airside-landside, si prevede la realizzazione della nuova viabilità perimetrale. L'intero intervento interessa una superficie di oltre 37.000 mq a cui si aggiunge un piazzale dedicato alle operazioni di addestramento per i VVF di circa 4.500 mq ad est del piazzale aeromobili.



Viabilità perimetrale

Pavimentazione di tipo flessibile

- usura in c.b. 3 cm
- binder 4 cm
- strato di base 10 cm
- preparazione di bosa con stabilizzato di cava 10 cm
- sottofondazione in misto granulare 20 cm
- rilevato con misto riciclato spessore variabile

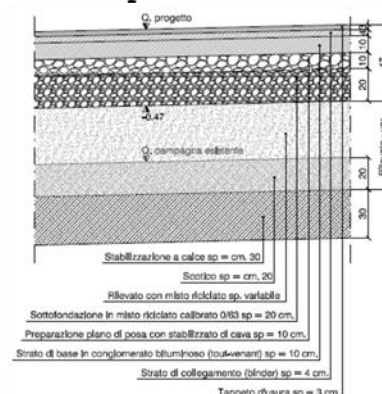


Figura 1-20 Intervento B2: viabilità perimetrale, opere complementari

La viabilità perimetrale presenta una sezione a due corsie della larghezza pari a 2,75 m ciascuna a cui si aggiungono 2 banchine di 0,75 m ciascuna e 2 cordoli laterali a protezione dell'arginello. Complessivamente la larghezza è pari a circa 7,5 metri. La pavimentazione è di tipo flessibile in

conglomerato bituminoso con un pacchetto strutturale adeguato al transito dei mezzi che operano normalmente in area aeroportuale e dimensionato per un carico massimo prodotto da un assale da 12 ton su ruote gemellate.

### 1.3.2.3 Intervento B3: Adeguamento infrastrutture di volo

Tra gli obiettivi che il PSA si pone, vi è la necessità di adeguare il sistema aeroportuale alla normativa europea EASA alla quale tutti gli scali aeroportuali sono soggetti. Si prevede pertanto l'adeguamento delle superfici denominate RESA<sup>1</sup> ovvero le aree adiacenti alla testata pista destinate primariamente a ridurre il rischio degli aeromobili che dovessero atterrare troppo corti o uscire oltre la fine pista in decollo o in atterraggio.

Secondo l'attuale configurazione, le attuali RESA della pista di volo 10/28 non risultano pienamente conformi a detta ultima normativa europea.

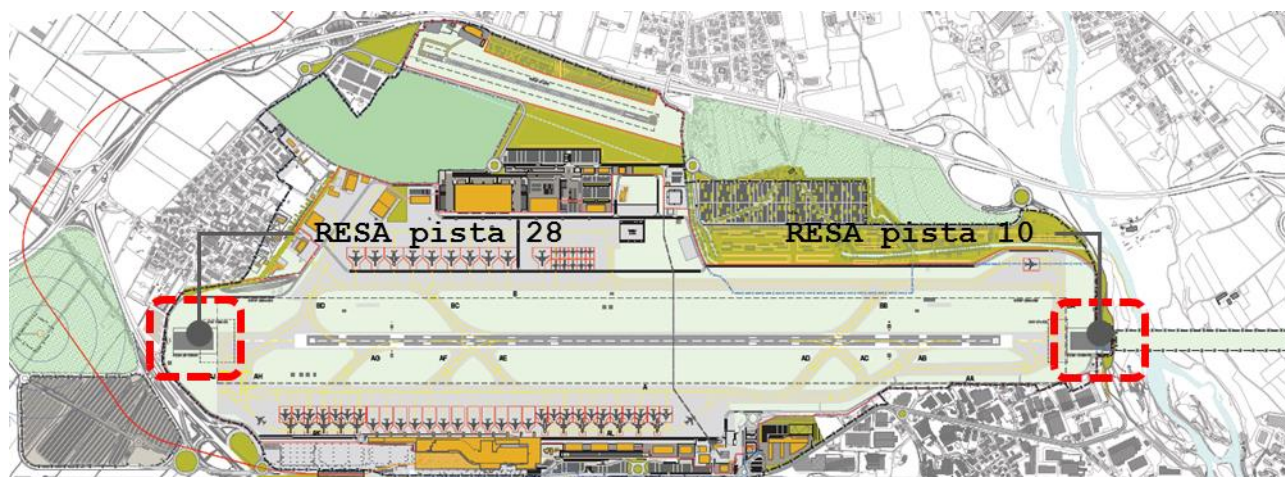


Figura 1-21 Intervento B2: localizzazione interventi

Nell'articolazione delle opere per tipologie, il quadro degli interventi previsti risulta articolato così come riportato in Tabella 1-8.

Tipologia	Interventi
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resa testata pista (10 e 28)</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riconfigurazione area esterna al sedime e interrimento tratto SP17</li> </ul>

Tabella 1-8 Intervento B1: opere principali e complementari

#### A. Opere principali

L'assetto fisico definito nel PSA deriva da uno studio di prefattibilità per l'individuazione della soluzione progettuale più idonea sia rispetto ai criteri normativi sia rispetto alla specificità del caso e al contesto territoriale in cui si collocano. Entrambe le aree necessarie per l'adeguamento risultano

essere limitate: da barriere infrastrutturali ad ovest (viabilità principale e locale), da barriere infrastrutturali ed ambientali ad est (Viabilità locale, Fiume Serio e relativo parco).

Stante le suddette problematiche, l'obiettivo principale di tale studio infatti è quello di individuare una soluzione ottimale alternativa a quella standard in grado di minimizzare l'impatto ambientale, progettuale ed economico. La configurazione progettuale individuata vede una RESA di dimensioni 155x90 m e un sistema di arresto EMAS, ovvero blocchi di calcestruzzo alleggerito in grado di collassare sotto il peso dell'aeromobile e garantire così una progressiva decelerazione del velivolo fino al completo arresto in sicurezza durante un overrun. Tale soluzione progettuale permette il contenimento dell'impronta superficiale rispetto ad una RESA di tipo erboso, per la quale è prevista un'area di dimensioni 240x90m, e pertanto di risolvere l'interferenza con i vincoli esterni al sedime aeroportuale rappresentati dalla viabilità locale (svincolo accesso aeroporto, strada per Orio al Serio) e provinciale (SP591bis Cremasca) ad ovest e la SP17 e il Fiume Serio con il relativo parco ad est.

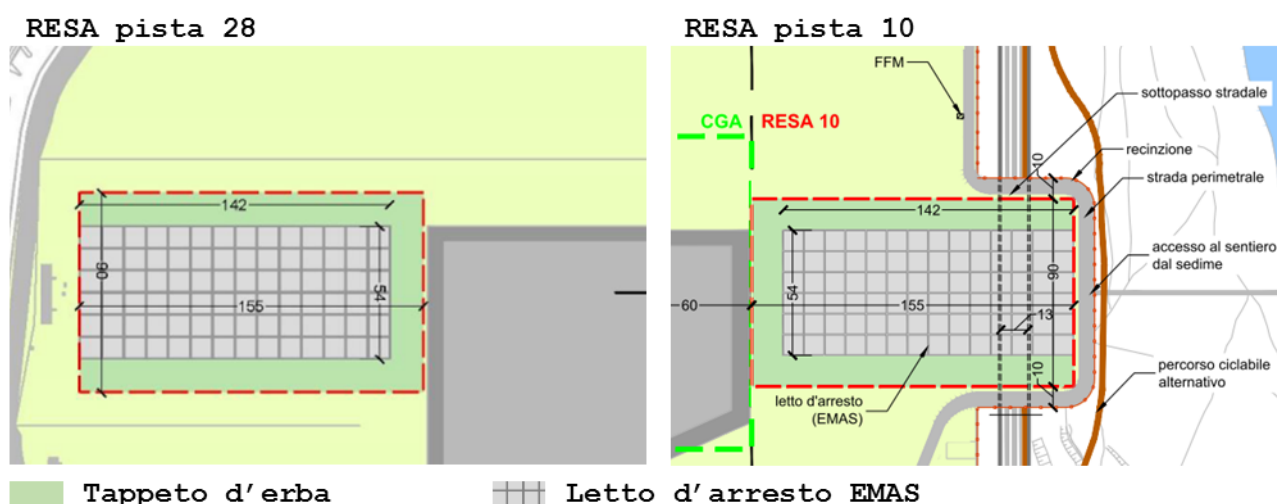


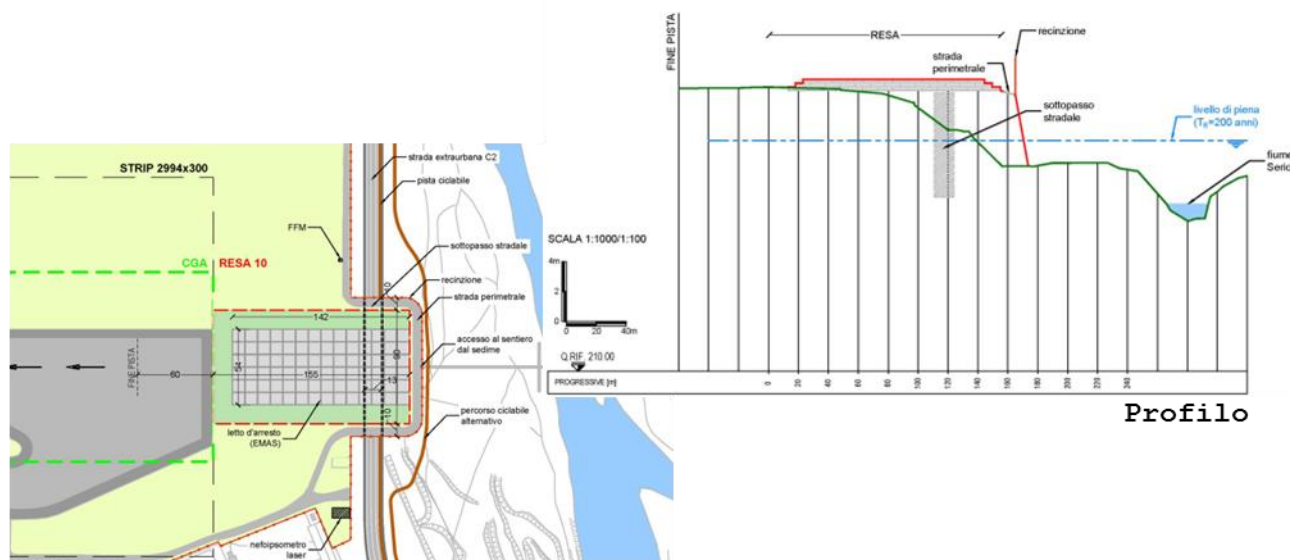
Figura 1-22 Intervento B2: Adeguamento infrastrutture di volo, configurazione progettuale RESA

Ciascuna RESA è costituita da un tappeto d'erba di lunghezza di 10,7 m circa e un letto di arresto di 142 m circa. La larghezza del sistema EMAS è di 54 m centrati sul prolungamento dell'asse pista. Per quanto riguarda il lato orientale della pista di volo, la RESA di pista 10, si rende necessario l'esproprio del territorio contermina la testata attualmente interessato dall'asse viario SP17 e dell'area a verde lungo il Fiume Serio. Essendo il piano campagna posto ad una differente quota rispetto alla pista di volo, la RESA sarà di tipo in rilevato. Tale soluzione comporta quindi la riconfigurazione dell'area verde esterna nonché l'interramento del tratto della SP17 in prossimità della testata pista (opera complementare).

### B. Opere complementari

Per quanto concerne la RESA 10 ad est del sedime aeroportuale, gli interventi di adeguamento richiedono l'incremento della superficie fuori dal sedime aeroportuale su un'area che va ad interessare la SP17 e parzialmente il parco del Serio. Tale area è quantificata in circa 3.410 mq. Come detto precedentemente, data la differente quota del piano campagna dove transita la SP17 e

la pista di volo, la RESA sarà poggiata su un corpo rilevato che interessa parzialmente l'area esterna al sedime. Ne consegue come una parte del tratto della SP17 debba essere oggetto di interrimento al fine di non interessare l'alveo del Fiume Serio ed occupare parte del territorio del relativo Parco regionale. Unitamente a tale intervento si prevede inoltre la riconfigurazione del percorso ciclopedonale e la risistemazione a verde del parco del Serio.



RESA pista 10

Figura 1-23 Intervento B2: RESA Pista 10, interrimento strada SP17 e riconfigurazione del parco del Serio e dei percorsi ciclopedonali, opere complementari

### 1.3.3 Sistema funzionale C: Strutture di servizio

#### 1.3.3.1 Intervento C1: Edifici e servizi aeroportuali area sud

Il dislocamento delle attività aeroportuali e logistiche attualmente presenti a sud dell'aeroporto sul lato orientale rispetto all'aerostazione passeggeri nei nuovi edifici costituenti l'area terminale nord, consente la riconfigurazione di tale area secondo le esigenze individuate dal Piano di sviluppo. Se una quota parte dell'area viene destinata come ampliamento del piazzale aeromobili sud-est (intervento B1), per la restante area il PSA prevede la realizzazione di tre strutture destinate ai servizi aeroportuali e di supporto, un edificio per i VVF e la riconfigurazione del sistema di accesso airside mediante un nuovo varco doganale.

Nella figura seguente si riporta la localizzazione delle opere costituenti l'intervento C1.



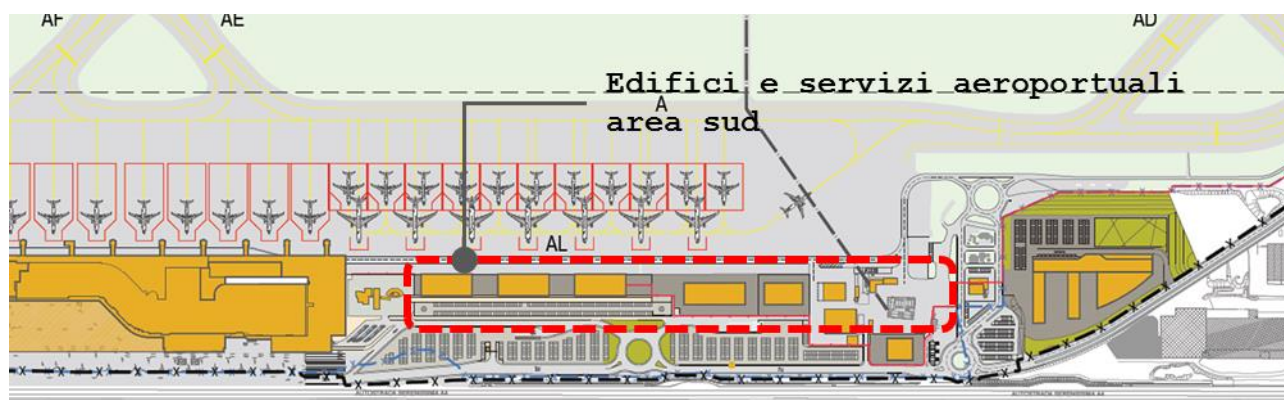


Figura 1-24 Intervento C1: localizzazione degli interventi

Il quadro degli interventi pertanto è articolato così come riportato in Tabella 1-9:

Tipologia	Interventi
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strutture servizi aviation</li> <li>• Stazione VVF</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opere di urbanizzazione</li> </ul>

Tabella 1-9 Intervento C1: opere principali e complementari

#### A. Opere principali

Le opere principali consistono in quattro edifici di cui tre destinati ad ospitare servizi aviation di supporto alle attività aeroportuali (mensa e catering, manutenzione, ricovero mezzi rampa) e uno invece per la stazione dei Vigili del Fuoco.

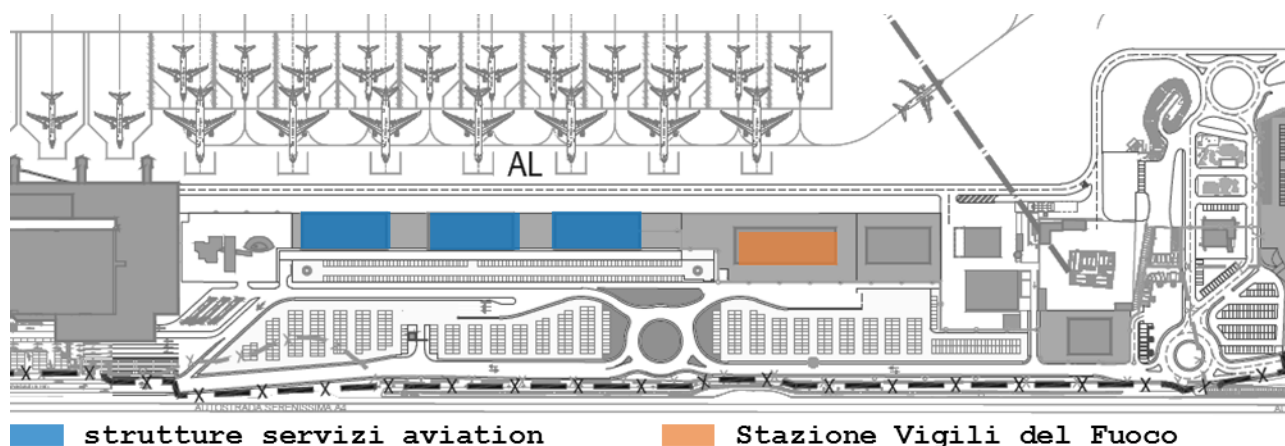


Figura 1-25 Intervento C1: Strutture servizi aviation e stazione VVF, opere principali

Gli edifici per le attività di supporto si sviluppano su pianta rettangolare di dimensioni 25x60 m, per una superficie coperta totale pari a 1.500 mq, e altezza pari a 14 m. A questi si aggiunge una superficie pavimentata di pertinenza pari a circa 2.400 mq (opere di urbanizzazione complementari).

Questi come detto sono destinati alle attività di ricovero mezzi rampa, manutenzione veicoli e mensa e catering.

Il primo, posto in adiacenza alla torre di controllo, si articola su tre piani, di cui uno interrato, all'interno dei quali saranno ospitate tutte le attività connesse al ricovero dei veicoli aeroportuali, le aree destinate agli uffici e a servizio del personale, nonché i locali tecnici per gli impianti.

L'edificio destinato alla manutenzione si articola su un unico livello a meno di una quota parte destinata a spazi tecnici ed aree uffici e rialzata ad una quota superiore secondo i limiti e vincoli di altezza.

Nell'ultimo edificio si prevede infine il ricollocamento delle attività mensa e catering attualmente distribuite in due edifici distinti. L'articolazione su più livelli permette la differenziazione degli spazi in ragione delle attività: da una parte la ristorazione per gli addetti (mensa, servizi complementari, etc.), dall'altra le attività di catering per gli aeromobili e le aerostazioni.

Sotto il profilo strutturale gli edifici sono caratterizzati da elementi prefabbricati con fondazioni dirette a plinto continuo in calcestruzzo armato e una struttura in elevazione fuori terra composta da pilastri, travi e solai in elementi prefabbricati in c.a. e in c.a.p.

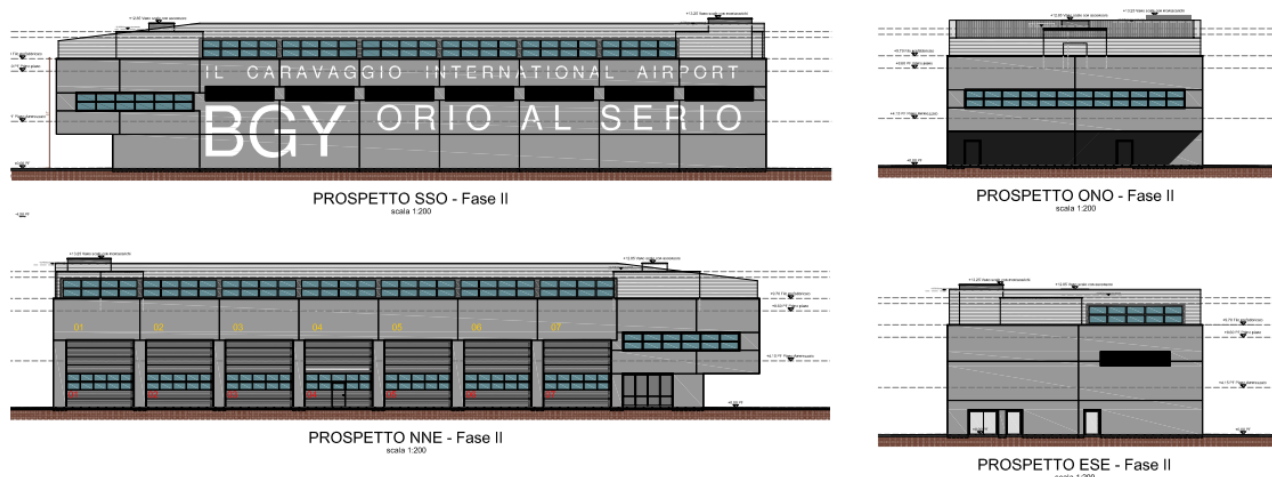


Figura 1-26 Intervento C1: Strutture servizi aviation, prospetti

In adiacenza ai suddetti edifici si ubica la quarta struttura destinata alla caserma dei Vigili del Fuoco su una pianta di 1.800 mq e una altezza di 14 m analoga alle altre strutture. La relativa area pavimentata di pertinenza si estende su una superficie di circa 3.600 mq.

Sotto il profilo strutturale gli edifici sono caratterizzati da elementi prefabbricati con fondazioni dirette a plinto continuo in calcestruzzo armato e una struttura in elevazione fuori terra composta da pilastri, travi e solai in elementi prefabbricati in c.a. e in c.a.p. Vani scale e ascensori sono in c.a. gettato in opera.

### B. Opere complementari

Le opere complementari consistono nelle dotazioni impiantistiche e negli interventi di urbanizzazione delle aree pertinenti le nuove strutture per la movimentazione e sosta dei diversi mezzi.

### Dotazione impiantistica

Le strutture sono dotate di impianti termici di climatizzazione connessi alla rete di teleriscaldamento/teleraffrescamento proveniente dalla centrale di trigenerazione (intervento E2, cfr. par. 1.3.5.2).

Per quanto riguarda i fabbisogni elettrici ed idrici, gli edifici saranno connessi alla rete aeroportuale. Al fine di contenere i consumi energetici per gli impianti di illuminazione si prevedono sistemi di tipo LED.

### Opere di urbanizzazione

Le opere di urbanizzazione riguardano le aree pavimentate pertinenti le diverse strutture costituenti il quadro delle opere principali. Queste interessano una superficie di circa 6.000 mq. La tipologia di pavimentazione è di tipo flessibile in analogia agli altri interventi.

#### *1.3.3.2 Intervento C2: Edifici e servizi aeroportuali area nord*

L'intervento consiste nello sviluppo infrastrutturale dell'area a nord del sedime aeroportuale contermine il piazzale aeromobili nord attraverso la realizzazione di una serie di edifici destinati alla logistica, alla manutenzione dei velivoli e a servizi aeroportuali unitamente alla relative opere di urbanizzazione delle aree pertinenti.

Queste pertanto si localizzano nel quadrante nord-ovest del sedime aeroportuale attuale.

In analogia agli altri interventi, il quadro delle opere principali e complementari risulta così articolato.

<i>Tipologia</i>	<i>Interventi</i>
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"><li>• Strutture polifunzionali per la logistica</li><li>• Hangar aeromobili</li><li>• Uffici direzionali</li><li>• Stazione VVF</li></ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dotazione impiantistica</li><li>• Opere di urbanizzazione</li></ul>

Tabella 1-10 Intervento C2: opere principali e complementari

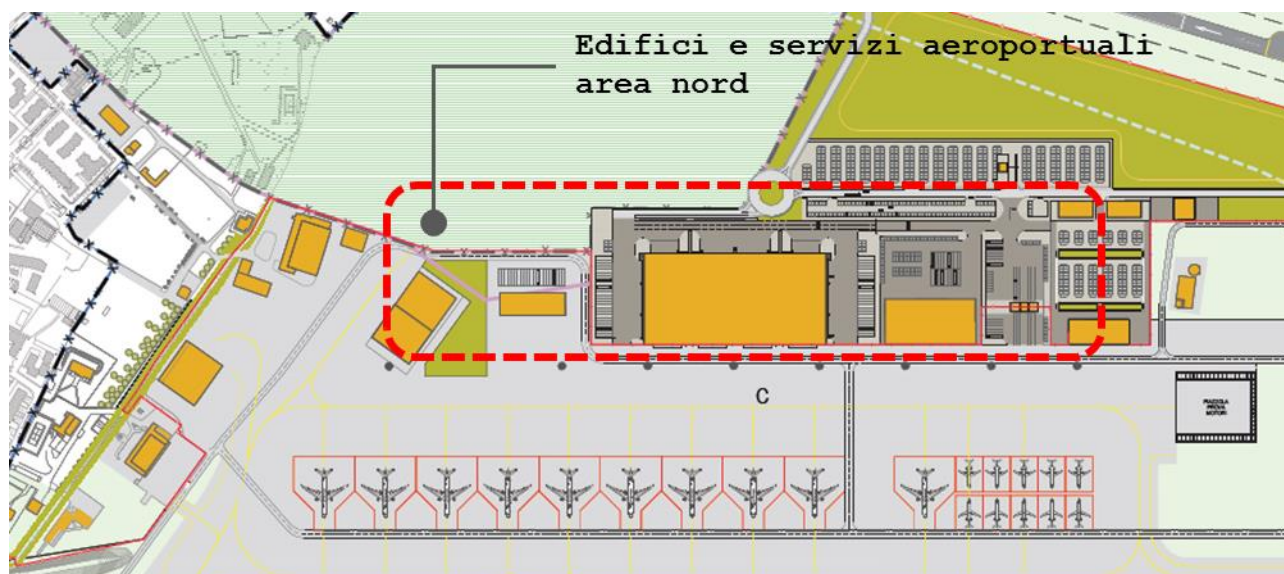


Figura 1-27 Intervento C2: localizzazione degli interventi

#### A. Opere principali

Il quadro complessivo degli interventi prevede la realizzazione di tre strutture polifunzionali dedicate alla logistica e costituenti la nuova area terminale cargo, un ulteriore hangar adiacente l'attuale in corso di realizzazione, due strutture a destinazione direzionale poste di fronte all'aerostazione di aviazione generale nonché una struttura adiacente l'area terminale cargo per la stazione dei Vigili del Fuoco in area nord.

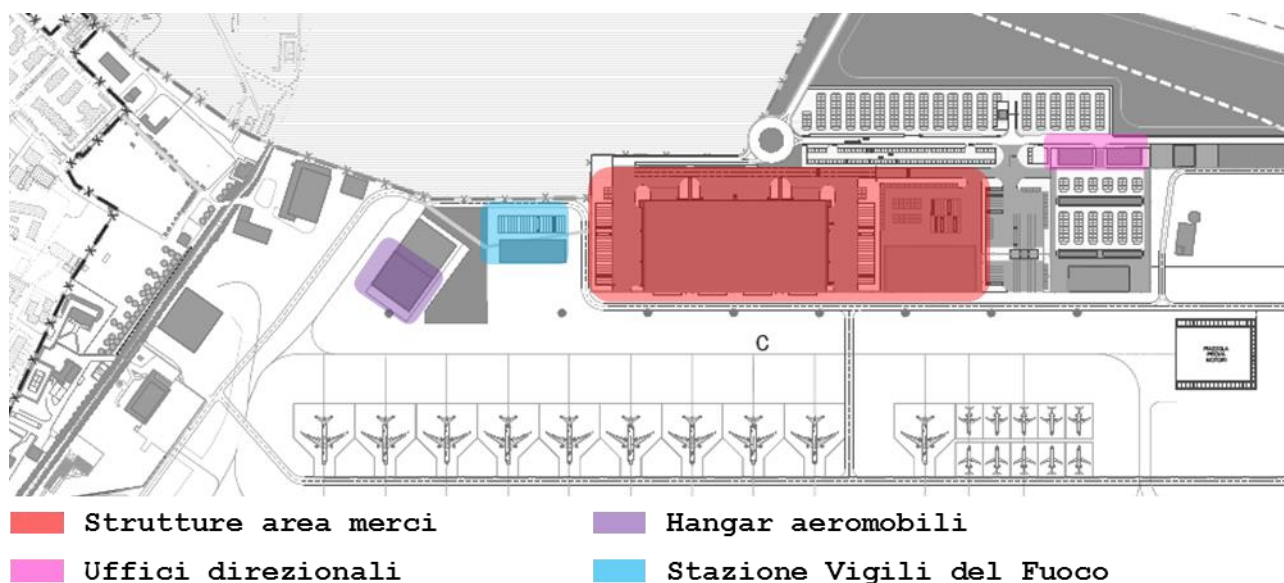
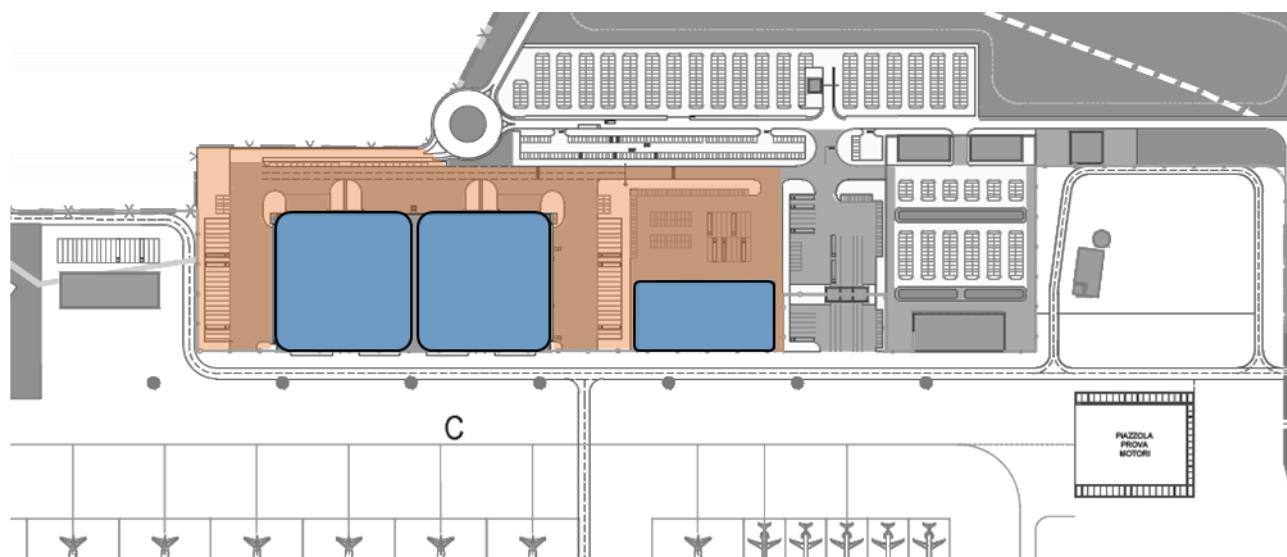


Figura 1-28 Intervento C2: Edifici e servizi aeroportuali area nord, opere principali

### Strutture area merci

Il nuovo terminal merci è costituito da tre edifici di altezza pari a 22,5 m che interessano una superficie complessiva di 25.000 mq. A questi si aggiunge un'area pertinente pavimentata di circa 37.270 mq (opere complementari di urbanizzazione).

Gli edifici sono pertinenti al piazzale aeromobili in quanto destinati alla movimentazione e stoccaggio delle merci trasportate dagli aeromobili.



Strutture area merci

■ Edifici

■ Aree pavimentate

Figura 1-29 Intervento C2: Strutture area merci, edifici (opere principali) e opere di urbanizzazione (opere complementari)

Gli elementi strutturali previsti sono di tipo prefabbricato e si sviluppano per una altezza complessiva di 22,5 m dal piano campagna. La distribuzione degli spazi interni è tale da prevedere la presenza di aree destinate ad ufficio per le attività aeroportuali.

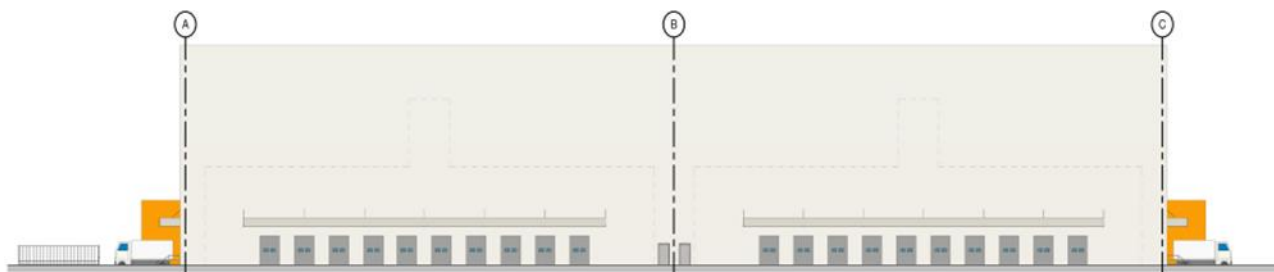
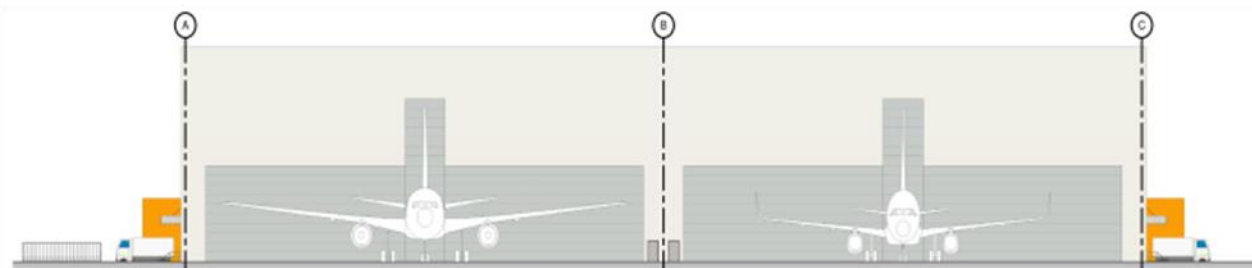


Figura 1-30 Intervento C2: Strutture area merci, prospetto edificio

Al fine di garantire la funzionalità delle strutture nel lungo termine, il dimensionamento di tali strutture tiene conto del possibile riutilizzo di tali edifici per altre attività aeroportuali e più in

particolare per hangar e/o servizi tecnici di supporto. Gli stessi infatti sono stati dimensionati per accogliere internamente aeromobili durante le attività di manutenzione.

### Prospetto



### Pianta

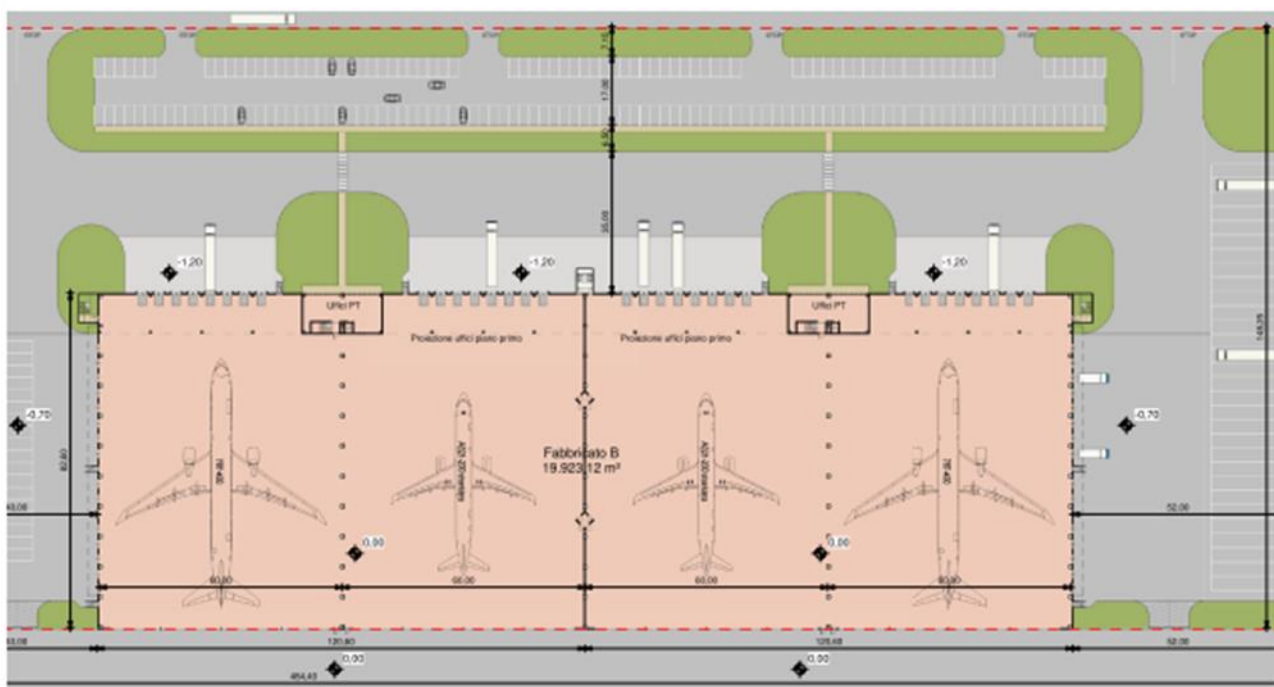


Figura 1-31 Intervento C2: Strutture area merci, esemplificazione di riconversione delle strutture in hangar dedicati alla manutenzione dei velivoli

### Hangar aeromobili

In affiancamento all'attuale hangar aeromobili in fase di corso d'opera, si prevede la realizzazione di una seconda struttura dedicata alla manutenzione velivoli di dimensioni e caratteristiche analoghe. L'edificio ha dimensioni in pianta pari a 55x45 m e altezza di circa 17,5 m. All'interno trovano spazio tutte le attività connesse alla manutenzione dei velivoli di classe "C" tipo Boeing 737-800 o Airbus A320/321.

All'esterno l'hangar sarà direttamente connesso all'attuale piazzale aeromobili nord.

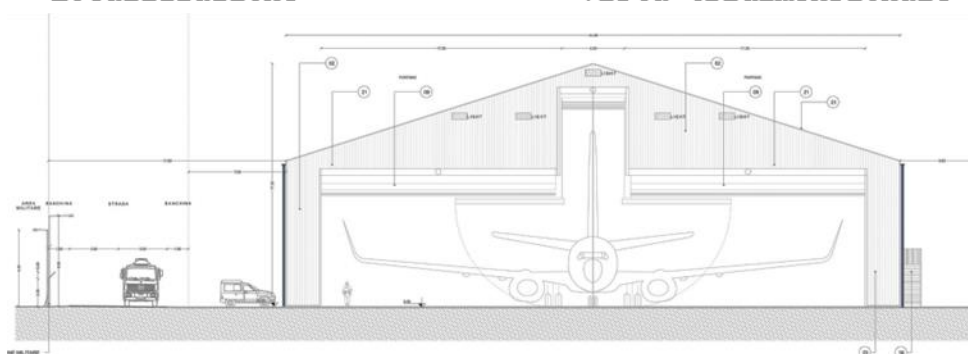
Hangar aeromobili



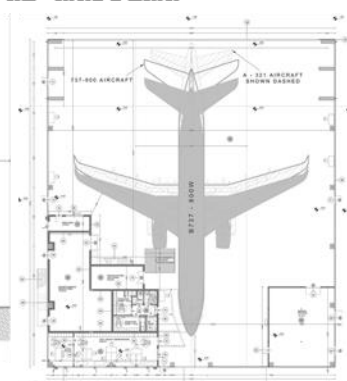
Localizzazione



Vista tridimensionale di massima



Prospetto



Pianta

Figura 1-32 Intervento C2: Hangar aeromobili, localizzazione e caratteristiche architettoniche

La struttura è costituita da elementi in acciaio realizzati con travi a doppio T poggiati su fondazioni con plinti quadrati o rettangolari aventi quota di imposta pari a -1 m. Gli elementi di copertura (facciate e tetto) sono costituiti da pannelli in doppia lamiera e coibente in poliuretano.

### Uffici direzionali

Di fronte l'aerostazione dedicata all'Aviazione Generale si prevedono due strutture a destinazione direzionale nelle quali trovano posto gli uffici e i servizi vari per la Società di Gestione, gli Enti di Stato e per le aziende private a servizio delle attività aeroportuali a nord.

Ciascun edificio si estende su una superficie coperta di circa 2.000 mq per una altezza di circa 12 m (4 piani). Ciascun edificio è dotato di una area pavimentata pertinente di connessione con il sistema di accessibilità a nord e per la sosta delle autovetture (intervento D2, cfr. par. 1.3.4.2).

La struttura è composta da pilastri, travi e solai in elementi prefabbricati in c.a. e c.a.p. poggiata su fondazioni dirette a plinto continuo in cemento armato. Vani scale e ascensori sono previsti in c.a. gettato in opera.

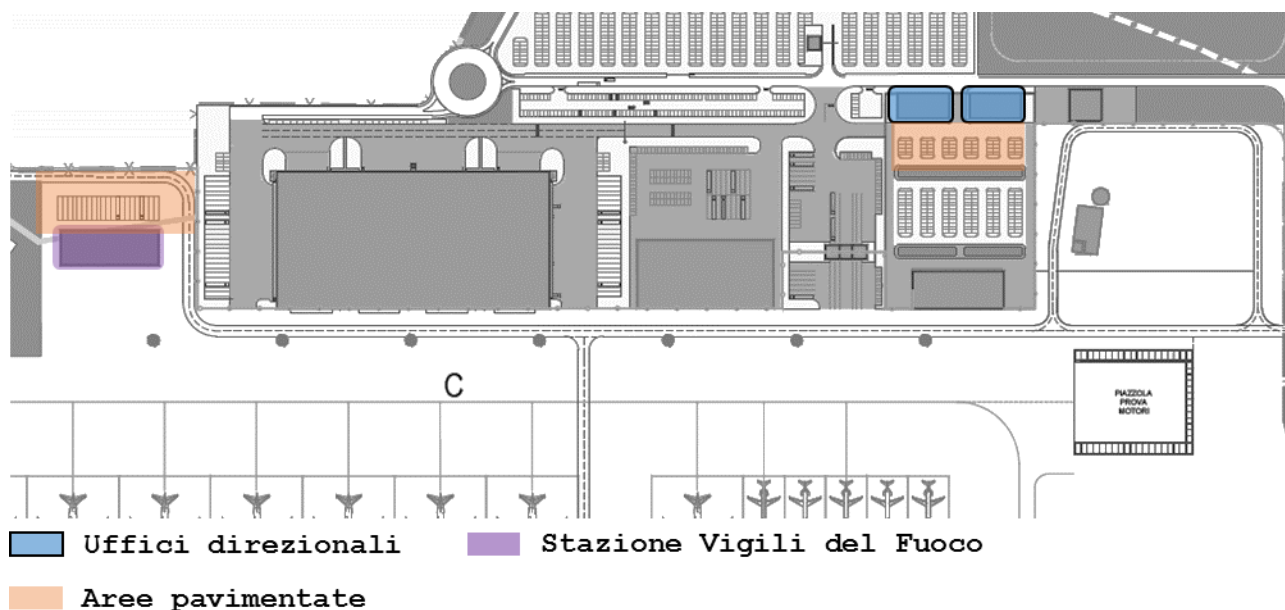


Figura 1-33 Intervento C2: Uffici direzionali e stazione Vigili del Fuoco, opere principali

### Stazione Vigili del Fuoco

Il quadro degli interventi costituenti l'intervento C2 si completa con l'edificio destinato ad ospitare la nuova stazione dei Vigili del Fuoco a nord. La struttura posta in adiacenza agli hangar aeromobili occupa una superficie in pianta di circa 1.800 mq; verticalmente si sviluppa per una altezza di circa 14 m. Le caratteristiche strutturali dell'edificio sono analoghe a quelle individuate per le precedenti opere. In particolare quindi la struttura è composta da pilastri, travi e solai in elementi prefabbricati in c.a. e c.a.p. poggiata su fondazioni dirette a plinto continuo in cemento armato. Vani scale e ascensori sono previsti in c.a. gettato in opera.

### *B. Opere complementari*

Il quadro complessivo delle opere complementari risulta così costituito:

- dotazione impiantistica;
- opere di urbanizzazione.

### Dotazione impiantistica

Rimandando al paragrafo 1.5.3 la descrizione del modello gestionale dell'aeroporto in termini di fabbisogni idrici, energetici e di gestione delle acque di meteoriche, nel seguito si evidenziano le principali caratteristiche della dotazione impiantistica a servizio delle nuove aree a nord.

- Acque reflue      La rete delle acque reflue aeroportuali è oggetto di ampliamento secondo la configurazione infrastrutturale individuata dal PSA (intervento E2). Nello specifico si prevede il convogliamento di queste nella rete aeroportuale in direzione sud attraverso il cunicolo che attraversa la pista di volo e il successivo recapito nella rete fognaria territoriale.



- Acque meteoriche Per quanto riguarda invece le aree pavimentate si prevede il seguente modello di gestione:
  - Separazione prima e seconda pioggia
  - Disoleazione prima pioggia
  - Scarico in sottosuolo prima e seconda pioggia tramite pozzi perdenti
- Fabbisogni energetici Per quanto riguarda il fabbisogno energetico, la rete elettrica aeroportuale viene potenziata secondo il layout di Piano (intervento E2). I fabbisogni energetici (riscaldamento e climatizzazione) sono assicurati attraverso impianti e macchine localizzate in prossimità di ciascun edificio e opportunamente dimensionate in ragione delle volumetrie.
- Sistemi di illuminazione Per quanto riguarda il sistema di illuminazione si prevede l'utilizzo di lampade a LED.

#### Opere di urbanizzazione

Le opere di urbanizzazione consistono nelle aree pavimentate pertinenti le diverse strutture costituenti l'intervento C2.

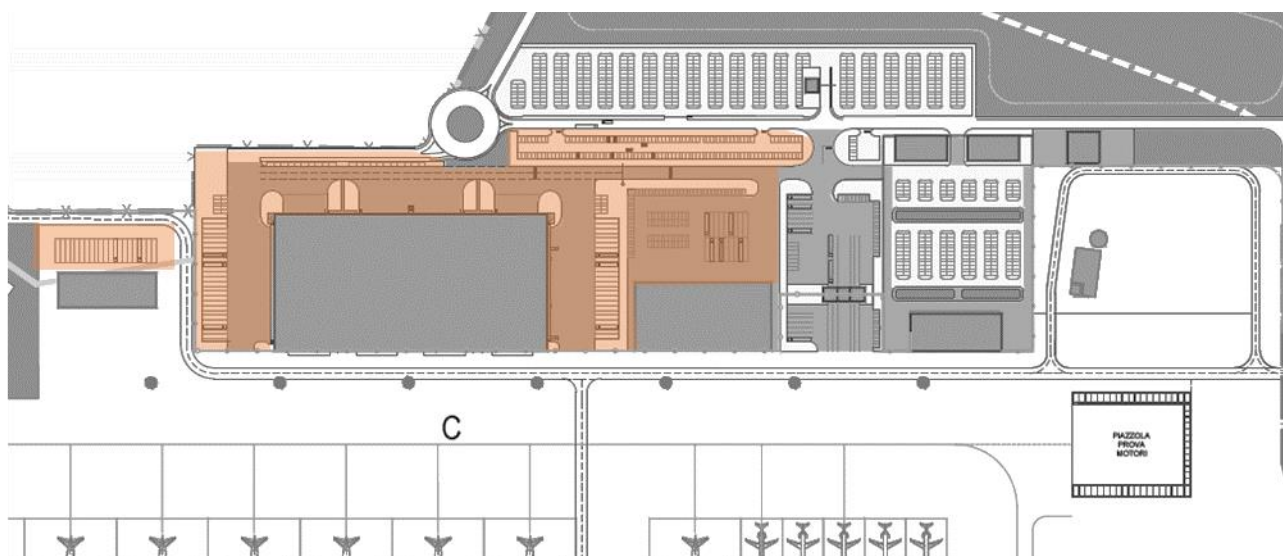
Nello specifico queste consistono nelle aree contermini alle strutture polifunzionali per la logistica destinate alla movimentazione dei mezzi pesanti e alla sosta degli addetti. Tale area complessivamente si estende su una superficie di circa 37.270 mq.

A questa, come detto, si aggiunge l'area pertinente la stazione dei Vigili del Fuoco che interessa una superficie di circa 6.300 mq e che risulta contermini al piazzale mezzi handling.

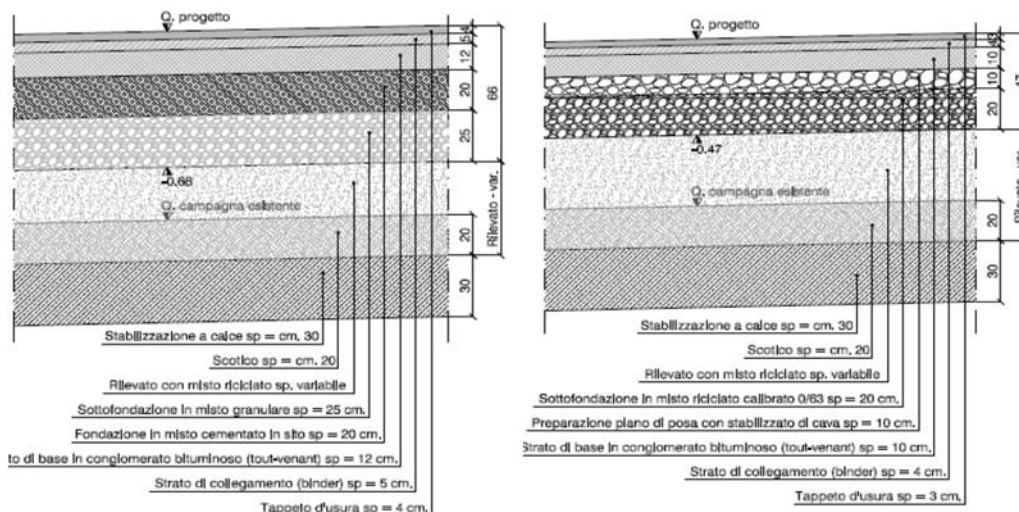
Le aree pertinenti invece gli uffici direzionali rientrano invece tra le opere costituenti l'intervento D2 in quanto facenti parte del sistema di accessibilità e sosta dell'area nord.

Per quanto riguarda le caratteristiche strutturali queste dipendono dalla funzione dell'area pavimentata secondo lo schema indicato in tabella seguente.

In entrambi i casi il pacchetto strutturale poggia su uno strato di terreno stabilizzato a calce dello spessore di circa 30 cm.



**Opere di urbanizzazione**



**Strade esterne**

- Usura: 4 cm
- Binder: 5 cm
- Base in c.b.: 12 cm
- Fondazione in misto cementato: 20 cm
- Sottofondazione in misto granulare: 25 cm
- Rilevato con misto riciclato: variabile

**Strade interne e stalli**

- Usura: 3 cm
- Binder: 4 cm
- Base in c.b.: 10 cm
- Piano di posa con stabilizzato di cava: 10 cm
- Sottofondazione in misto riciclato calibrato: 20 cm
- Rilevato con misto riciclato: variabile

Figura 1-34 Intervento C2: Opere di urbanizzazione, opere complementari

**1.3.3.3 Intervento C3: Edifici servizi ricettivi**

Il PSA prevede nella configurazione 2030 la presenza di una struttura ricettiva congressuale in area sud-est su una porzione di territorio attualmente antropizzata ed esterna al sedime aeroportuale. L'intervento si localizza quindi in prossimità del nuovo varco di accesso sud lungo Via Matteotti.

Tipologia	Interventi
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hotel e centro congressi</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opere di urbanizzazione e interventi a verde</li> </ul>

Tabella 1-11 Intervento C3: opere principali e complementari

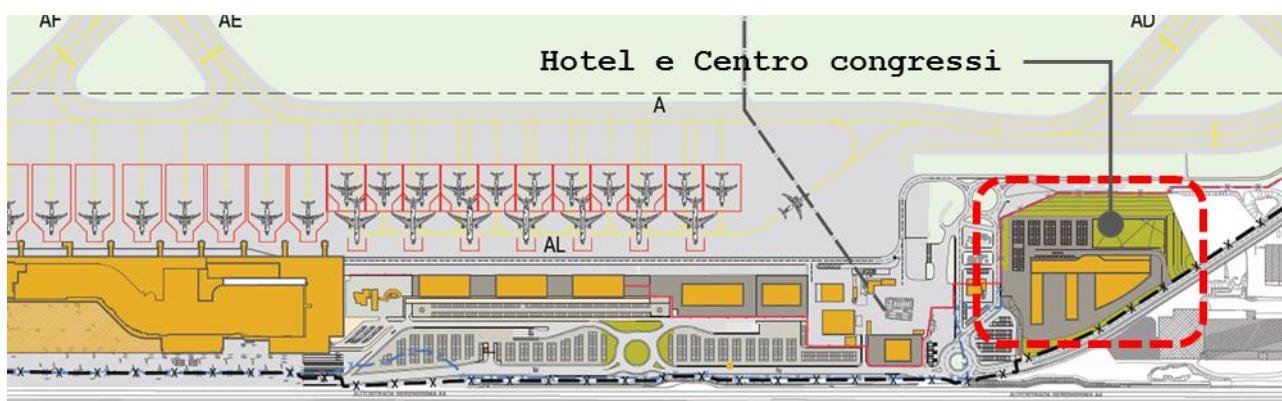


Figura 1-35 Intervento C3: localizzazione dell'intervento

L'area di intervento nella sua totalità interessa un'area di circa 18.800 mq, di cui 5.800 mq relativi alla struttura ricettiva congressuale (hotel e centro congressi) e 13.000 mq relativi alla superficie scoperta pertinente.

#### A. Opere principali

La struttura dell'hotel e del centro congressi interessa una superficie complessiva di circa 5.800 mq. L'edificio si articola su cinque piani per una altezza massima di 17 m.

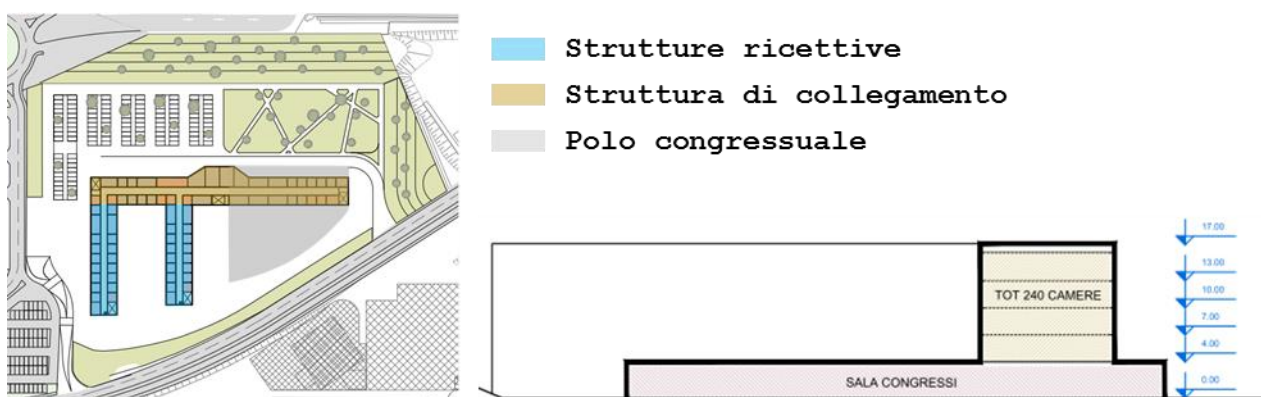


Figura 1-36 Intervento C3: Hotel e Centro congressi, opere principali

Il complesso ricettivo e congressuale è composto da quattro edifici, due di forma rettangolare di 5 piani di altezza destinati ad albergo, uno ad est di altezza variabile per il centro congressuale e un quarto infine di collegamento di 2 piani.

La struttura alberghiera prevede fondazioni profonde in pali e pilastri in acciaio riempiti di calcestruzzo, travi di tipo REP, solai tipo PREDAL e corpi scala e vani ascensori in c.a. gettato in opera. Il centro congressi presenta altresì una struttura completamente in acciaio.

#### *B. Opere complementari*

Per quanto riguarda le opere complementari queste sono costituite dalle opere di urbanizzazione delle aree pertinenti destinate a parcheggio e da interventi a verde. Queste interessano un'area di 13.000 mq circa.

Le aree pavimentate per la sosta delle vetture presentano caratteristiche analoghe a quelle dei precedenti interventi (pavimentazione in clb) con sistemi di gestione delle acque meteoriche che prevedono superfici filtranti e raccolta, trattamento e riutilizzo delle acque. Gli interventi a verde consistono invece in livellamenti, terrazzamenti e opere di landscape. Queste rientrano tra le opere costituenti l'intervento F1.

### **1.3.4 Sistema funzionale D: Accessibilità**

#### *1.3.4.1 Intervento D1: Sistema di accesso e sosta area sud*

L'intervento consiste nella riqualifica e potenziamento dell'accessibilità aeroportuale a sud. L'assetto infrastrutturale del sistema di accesso e sosta a sud dell'aeroporto individuato dal Piano di sviluppo vede la possibilità di raggiungere lo scalo sia da ovest attraverso l'attuale sistema viario, a meno del potenziamento dello svincolo lungo la SS591 Cremasca mediante la realizzazione di due rotonde, sia da est attraverso Via Matteotti e l'apertura dell'attuale varco merci di Via Orio al Serio e la realizzazione di una viabilità passante sul lato landside.

L'area di intervento pertanto comprende tutto il sistema viario landside tra l'infrastruttura di volo e l'autostrada A4 in quanto oggetto sia di potenziamento (interventi di nuova realizzazione) sia di riqualifica (attuali infrastrutture viarie).



Figura 1-37 Intervento D1: localizzazione degli interventi

Il sistema di accesso da sud si completa con le aree di sosta dedicate ai passeggeri e agli addetti aeroportuali e con un nuovo terminal bus in prossimità del lato est dell'aerostazione dedicato alle partenze.

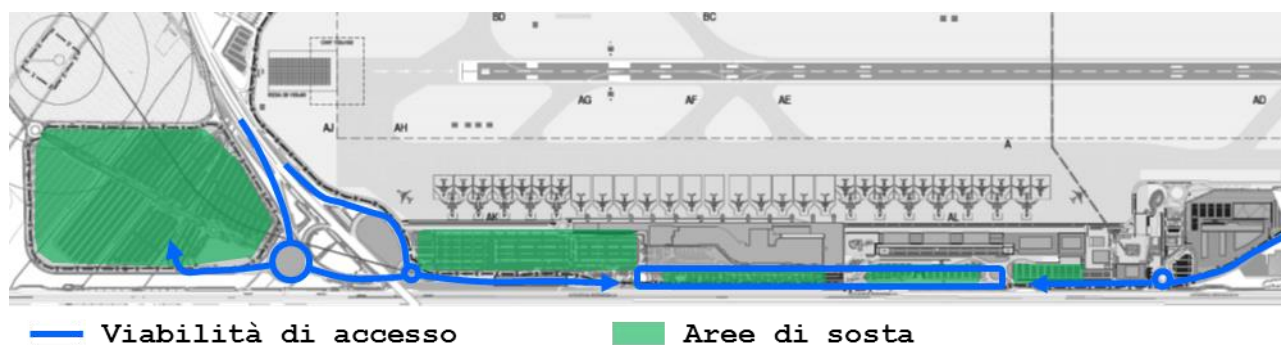


Figura 1-38 Intervento D1: modello di gestione sistema di accesso area sud

In relazione alle tipologie di opere, principali e complementari, il quadro degli interventi previsti risulta articolato così come riportato in Tabella 1-12.

<i>Tipologia</i>	<i>Interventi</i>
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilità di accesso</li> <li>• Aree di sosta</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotazione impiantistica</li> <li>• Varco doganale sud</li> </ul>

Tabella 1-12 Intervento D1: opere principali e complementari

#### A. Opere principali

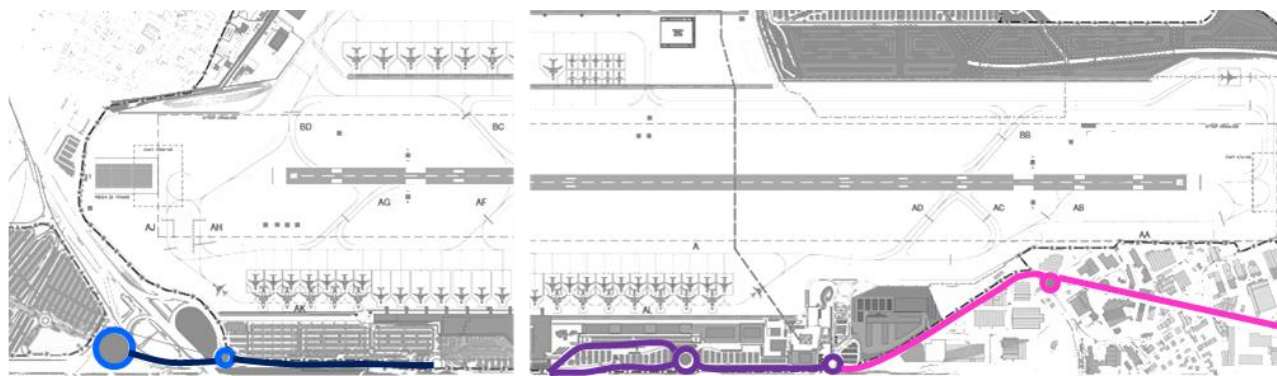
L'insieme delle opere principali consiste nel potenziamento e riqualifica delle infrastrutture viarie costituenti il sistema della viabilità di accesso e le aree dedicate alla sosta delle vetture sia a raso che in elevazione. A queste si aggiunge l'area dedicata alla sosta degli autobus in prossimità dell'aerostazione lato partenze.

#### Viabilità

Per quanto riguarda la viabilità, l'insieme degli interventi previsti dal Piano di Sviluppo è indicato in Tabella 1-13 e rappresentato in Figura 1-39.

<i>Cod.</i>	<i>Interventi</i>	<i>Superficie</i>
a.	Realizzazione rotatorie su svincolo SP591bis Cremasca	15.000 mq
b.	Riqualifica tracciato esistente accesso aerostazione	22.600 mq
c.	Riqualifica Via Matteotti e realizzazione rotatoria in prossimità dell'intersezione con Via Tonale	2.500 mq
d.	Riconfigurazione viabilità esistente e realizzazione nuove rotatorie	22.000 mq

Tabella 1-13 Intervento D1: quadro degli interventi viabilità, opere principali



- a. Rotatorie svincolo SP591bis
- c. Riqualifica via Matteotti
- b. Riqualifica viabilità ovest
- d. Riconfigurazione viabilità est

Figura 1-39 Intervento D1: quadro degli interventi viabilità, opere principali

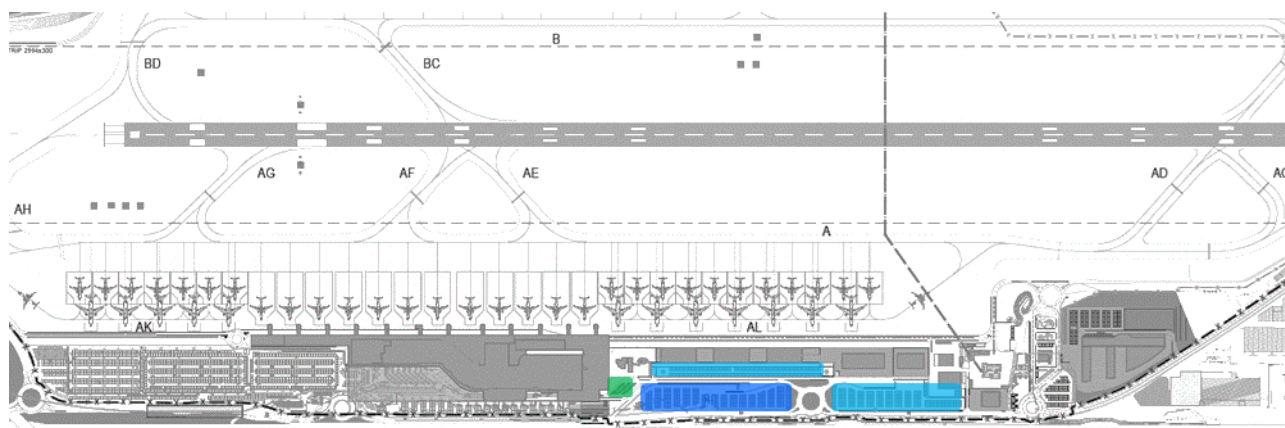
Sul lato ovest le rotatorie presentano un diametro esterno di 93 e 48 m. Da un punto di vista dimensionale, la nuova viabilità è a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia della larghezza di 3,75 m a cui si aggiunge una banchina di 1,5 m per lato.

#### Aree di sosta

Per quanto riguarda le aree di sosta il quadro degli interventi è così articolato:

<i>Cod.</i>	<i>Interventi</i>	<i>Superficie</i>
e.	Ampliamento parcheggio P1 – a raso	11.050 mq
f.	Parcheggio P4 addetti – a raso	13.900 mq
g.	Sosta autobus – a raso	2.800 mq

Tabella 1-14 Intervento D1: quadro degli interventi aree di sosta, opere principali



- e. Ampliamento parcheggio P1 – a raso
- f. Parcheggio P4 addetti – a raso
- g. Sosta autobus – a raso

Figura 1-40 Intervento D1: quadro degli interventi aree di sosta, opere principali

Nell'ambito della riconfigurazione della zona sud adiacente l'aerostazione passeggeri si prevede l'ampliamento del parcheggio P1 per l'utenza passeggeri tale da fornire 717 stalli per la sosta di veicoli e la realizzazione del parcheggio P4, 554 stalli su due aree di 5.000 e 8.850 mq, destinato altresì agli operatori aeroportuali.

Contermine all'aerostazione, lato partenze è previsto un terminal bus con 4 nuove banchine per lo scarico dei passeggeri in modo da differenziare le aree di sosta dedicate al carico e scarico dei passeggeri e ottimizzare quindi la gestione dei flussi rendendo più fruibili gli spazi esterni del curbside.

Da un punto di vista strutturale le nuove aree pavimentate presentano un pacchetto strutturale differenziato per la viabilità esterna ed interna secondo lo schema tipologico già individuato per le opere di urbanizzazione degli interventi precedenti e riportato in Figura 1-42. In entrambi i casi è prevista una pavimentazione in conglomerato bituminoso non drenante poggiata su un sottofondo stabilizzato a calce dello spessore di 30 cm.

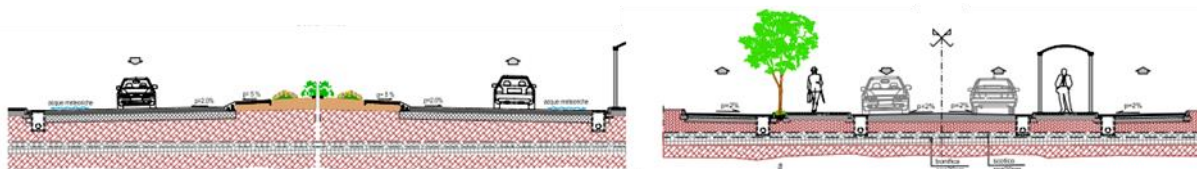
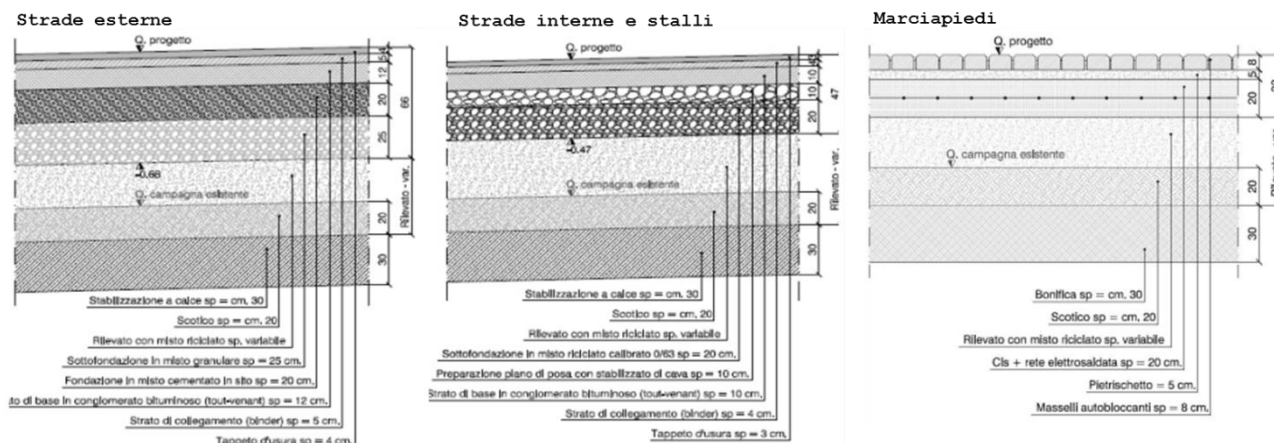


Figura 1-41 Intervento D1: sezioni tipo aree di sosta e viabilità



- Usura: 4 cm
- Binder: 5 cm
- Base in c.b.: 12 cm
- Fondazione in misto cementato: 20 cm
- Sottofondazione in misto granulare: 25 cm
- Rilevato con misto riciclato: variabile

- Usura: 3 cm
- Binder: 4 cm
- Base in c.b.: 10 cm
- Piano di posa con stabilizzato di cava: 10 cm
- Sottofondazione in misto riciclato calibrato: 20 cm
- Rilevato con misto riciclato: variabile

- Masselli autobloccanti: 8 cm
- Pietrischetto: 5 cm
- Cls + rete elettrosaldata: 20 cm
- Rilevato con misto riciclato: variabile

Figura 1-42 Intervento D1: caratteristiche strutturali aree pavimentate

### B. Opere secondarie

Per quanto riguarda le opere secondarie queste consistono nel nuovo varco doganale sud, riconfigurato secondo il nuovo assetto infrastrutturale ad est dell'aerostazione, e nella dotazione impiantistica con particolare riferimento al sistema di gestione delle acque meteoriche.

#### Varco doganale sud

L'intervento interessa un'area di circa 15.800 mq ed è conseguente alla riconfigurazione dell'intero assetto infrastrutturale airside e landside a valle dello spostamento di tutte le attività cargo/courier in area nord.



Figura 1-43 Intervento D1: varco doganale sud, opere complementari

L'opera è finalizzata a garantire l'accesso dei mezzi in ambito airside senza interferire con la viabilità di accesso all'aerostazione secondo l'assetto finale. La configurazione prevede un'area dedicata alle attività di controllo con locali dedicati ai controlli con una pensilina di copertura, un varco con doppia sbarra e lettore targhe e uno spazio di sosta dei mezzi (pesanti e leggeri) prima e dopo il controllo. A questa si aggiunge un'area per la sosta delle vetture in prossimità della rotatoria di accesso.



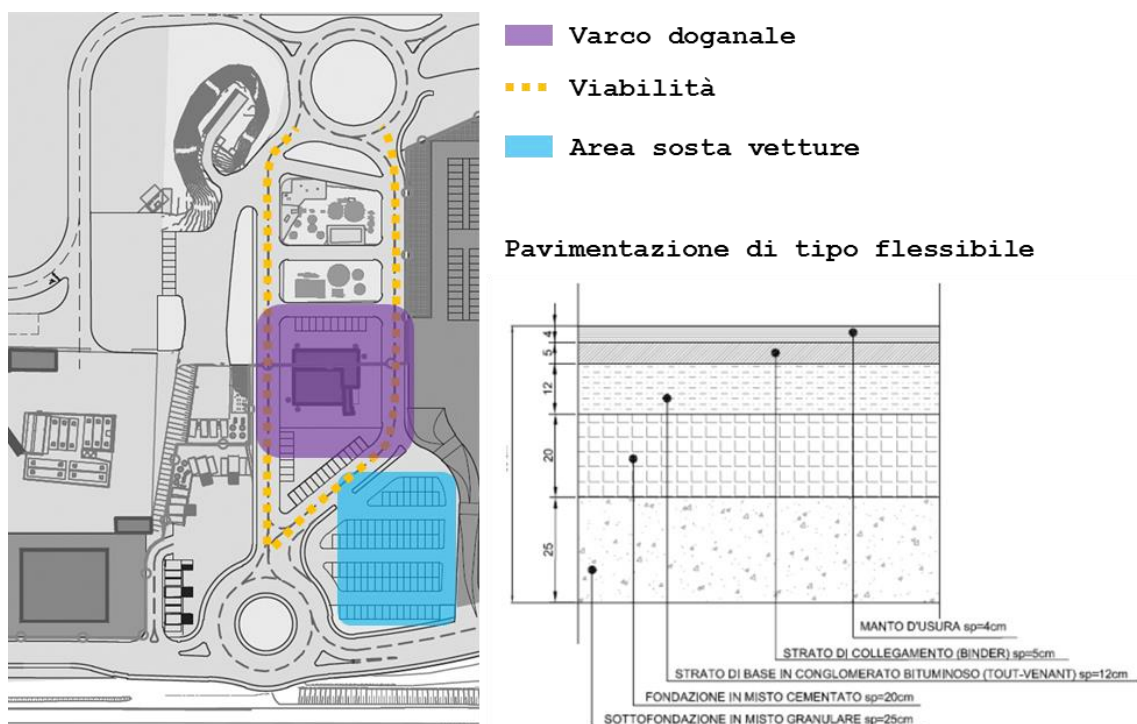


Figura 1-44 Intervento D1: varco doganale sud, opere complementari

La pavimentazione è di tipo flessibile con un pacchetto strutturale di profondità di circa 66 cm secondo la sezione tipologica di Figura 1-44.

#### Dotazione impiantistica

Per quanto riguarda la dotazione impiantistica relativa alla gestione delle acque meteoriche si prevedono sistemi differenziati per viabilità e parcheggi secondo lo seguente.

- Viabilità esterna      Recapito delle acque direttamente ai fossi di guardia mediante canalette ad embrice o mediante pozzetti con caditoia e collettore di attraversamento nei casi in cui la pendenza trasversale della viabilità sia verso il lato interno.
- Viabilità interna e parcheggi      e Recapito verso sistemi di trattamento e laminazione/dispersione costituito da dissabbiatore e disoleatore per il trattamento delle acque di prima pioggia e successiva dispersione nel suolo.

#### *1.3.4.2 Intervento D2: Sistema di accesso e sosta area nord*

L'intervento consiste nella realizzazione del sistema di accesso e sosta a servizio dell'area terminale nord. Secondo la configurazione prevista dal PSA per l'area nord, il sistema di accessibilità si sviluppa lungo l'asse est-ovest direttamente collegandosi all'asse interurbano SS671 attraverso gli svincoli di Grassobbio ed Orio al Serio.



Figura 1-45 Intervento D2: localizzazione degli interventi

Da est l'accesso è assicurato attraverso la rotatoria sullo svincolo della SS671 di Grassobbio, opportunamente riconfigurato secondo le indicazioni del PSA, e una nuova viabilità parallela al sedime aeroportuale attraverso la quale si accede sia al nuovo parcheggio P5 che all'area nord. Da ovest invece l'accesso avviene attraverso una viabilità di servizio di nuova realizzazione che si sviluppa lungo l'area dell'aviazione generale fino alle nuove strutture e aree di sosta previste. Quest'ultima costituisce un accesso secondario di servizio.



Figura 1-46 Intervento D2: modello di gestione sistema di accesso area nord

Stante la configurazione individuata, la viabilità da est rappresenta il sistema principale di accesso all'area nord sia per i veicoli leggeri associati all'utenza passeggeri (parcheggio P5) che agli addetti (parcheggi P4 nord) che per quelli pesanti connessi al trasporto delle merci e del carburante. L'accessibilità da ovest dallo svincolo della SS671 di Orio al Serio costituisce infatti un accesso di secondario e limitato alle sole operazioni di servizio.

In relazione alle tipologie di opere, principali e complementari, il quadro degli interventi previsti risulta articolato così come riportato in Tabella 1-15.

Tipologia	Interventi
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilità di accesso</li> <li>• Aree di sosta</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotazione impiantistica</li> <li>• Varco doganale nord</li> </ul>

Tabella 1-15 Intervento D2: opere principali e complementari

#### A. Opere principali

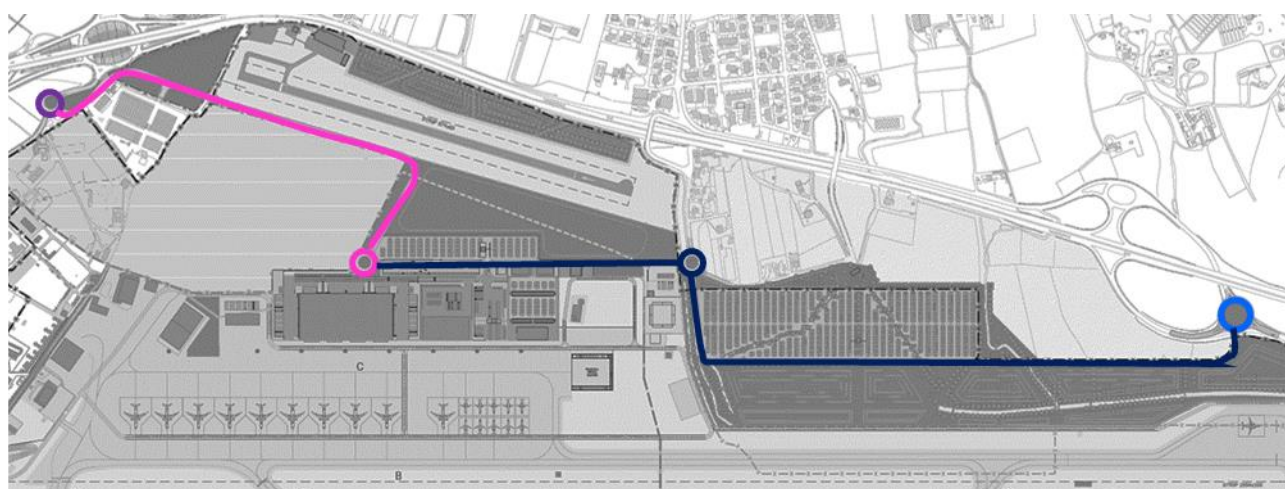
L'insieme delle opere principali consiste nelle infrastrutture viarie costituenti il sistema della viabilità di accesso e le aree dedicate alla sosta delle vetture in questo caso unicamente a raso.

#### Viabilità

Per quanto riguarda la viabilità, l'insieme degli interventi previsti dal Piano di Sviluppo è indicato in Tabella 1-16 Intervento D2: quadro degli interventi viabilità, opere principali rappresentato in Figura 1-39.

Cod.	Interventi	Superficie
a.	Viabilità principale est	17.650 mq
b.	Rotatoria svincolo Grassobbio SS671	7.430 mq
c.	Viabilità secondaria ovest	19.500 mq
d.	Rotatoria svincolo Orio al Serio SS671	6.000 mq

Tabella 1-16 Intervento D2: quadro degli interventi viabilità, opere principali



- a. Viabilità principale est
- b. Rotatoria svincolo Grassobbio SS671
- c. Viabilità secondaria ovest
- d. Rotatoria svincolo Orio al Serio SS671

Figura 1-47 Intervento D2: quadro degli interventi viabilità, opere principali

La nuova viabilità presenta caratteristiche dimensionali previste per strade di tipo extraurbane secondarie di tipo C1, ovvero carreggiata unica a doppia corsia, una per senso di marcia di larghezza

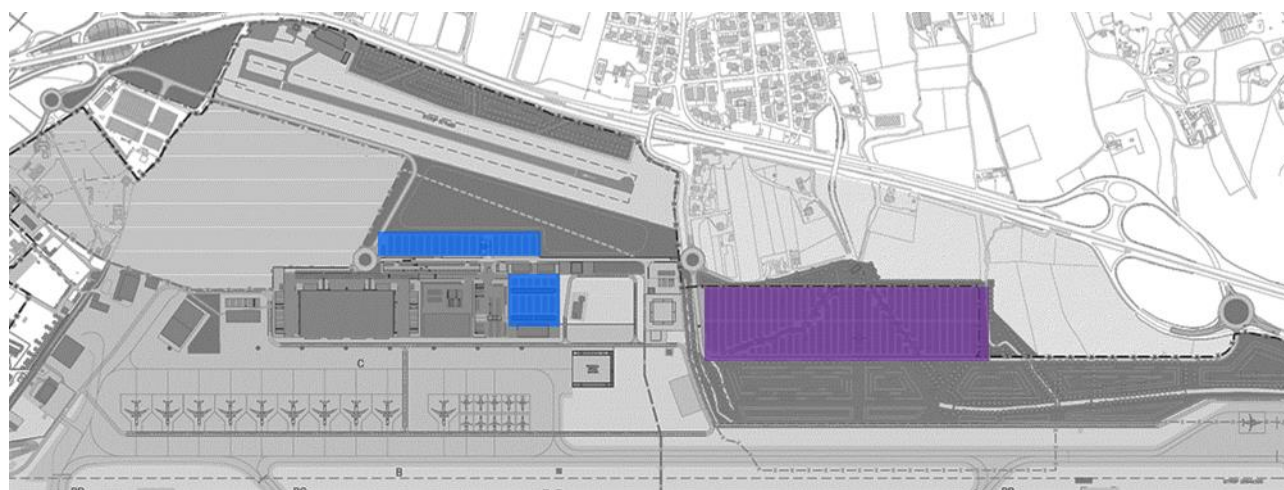
pari a 3,75 m, con una banchina di 1,5 m per lato. Per quanto riguarda le rotatorie queste presentano un diametro esterno di 75 m per quella dello svincolo di Grassobbio, 45 m per quella di Orio al Serio e 50 m per entrambe quelle interne.

#### Aree di sosta

Per quanto riguarda le aree di sosta il quadro degli interventi è così articolato:

<i>Cod.</i>	<i>Interventi</i>	<i>Superficie</i>
e.	Parcheggio P5	89.000 mq
f.	Parcheggi addetti area nord	41.500 mq

Tabella 1-17 Intervento D2: quadro degli interventi aree di sosta, opere principali



- e. Parcheggio P5
- f. Parcheggi addetti area nord

Figura 1-48 Intervento D2: quadro degli interventi aree di sosta, opere principali

Per quanto riguarda il parcheggio P5, questo è destinato all'utenza passeggeri per un totale di circa 3.560 stalli. L'accessibilità all'area sud e all'aerostazione passeggeri è garantita attraverso un collegamento su navetta. L'area dedicata agli operatori ed addetti aeroportuali si sviluppa nell'area contermina l'area polifunzionale per la logistica, gli edifici direzionali e l'aerostazione di aviazione generale. La configurazione è tale da prevedere circa 780 posti auto.

Le caratteristiche costruttive delle nuove superfici pavimentate sono analoghe a quelle previste per l'area a sud ed esplicitate nel paragrafo precedente al quale si rimanda per il dettaglio delle sezioni tipo e dei pacchetti strutturali (cfr. Figura 1-41 e Figura 1-42).

#### *B. Opere secondarie*

Per quanto riguarda le opere secondarie queste consistono nel nuovo varco doganale nord, riconfigurato secondo il nuovo assetto infrastrutturale ad est dell'aerostazione, e nella dotazione impiantistica con particolare riferimento al sistema di gestione delle acque meteoriche.

### Varco doganale nord

L'intervento interessa un'area di circa 10.090 mq e consiste nella realizzazione del varco di accesso doganale necessario a valle dello sviluppo infrastrutturale e la nuova area terminale a nord. La configurazione infrastrutturale è analoga a quella prevista per il varco sud, ovvero una struttura con pensilina di copertura dell'area pertinente per le attività di controllo con doppia sbarra e lettore targhe e spazi di sosta dei mezzi (pesanti e leggeri) prima e dopo il controllo.

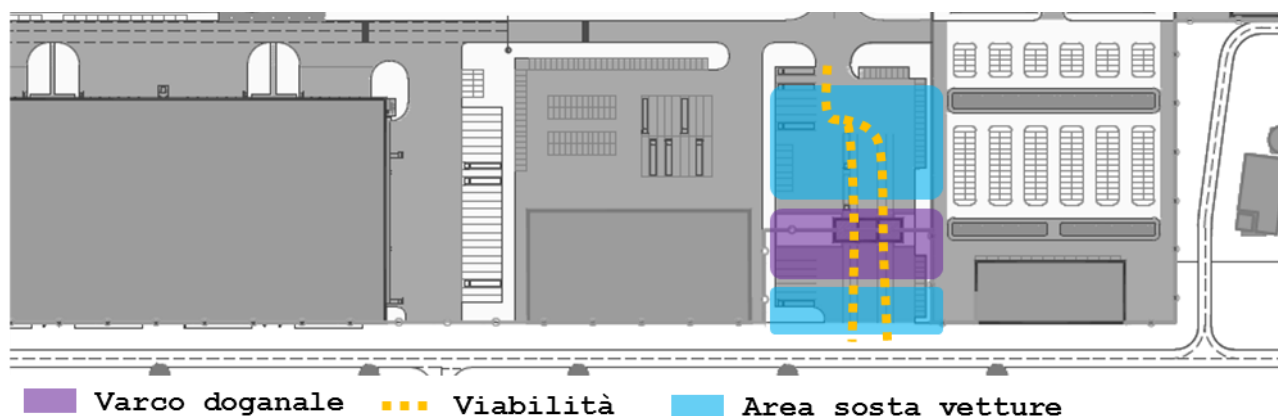


Figura 1-49 Intervento D2: varco doganale nord, opere complementari

Le caratteristiche della pavimentazione risultano congruenti a quelle delle aree pavimentate adiacenti.

### Dotazione impiantistica

Per quanto riguarda la dotazione impiantistica relativa alla gestione delle acque meteoriche si prevedono sistemi differenziati per viabilità e parcheggi secondo lo seguente. Si rimanda al capitolo 1.5.3.3 per una descrizione dettagliata del modello di gestione delle acque secondo l'assetto infrastrutturale individuato dal PSA.

- **Viabilità esterna**      Recapito delle acque direttamente ai fossi di guardia mediante canalette ad embrice o mediante pozzetti con caditoia e collettore di attraversamento nei casi in cui la pendenza trasversale della viabilità sia verso il lato interno.
- **Viabilità interna**      Recapito verso sistemi di trattamento e laminazione/dispersione costituito da dissabbiatore e disoleatore per il trattamento delle acque di prima pioggia e successiva dispersione nel suolo.
- **Parcheggio**              Recapito verso sistemi di trattamento e laminazione/dispersione costituito da dissabbiatore e disoleatore per il trattamento delle acque di prima pioggia e successiva dispersione nella rete idrica superficiale o nel sottosuolo mediante pozzi perdenti.

### 1.3.5 Sistema funzionale E: Impianti tecnologici

#### 1.3.5.1 Intervento E1: Impianti di assistenza al volo

L'intervento comprende l'installazione dell'impianto ILS per la pista 10, il riposizionamento dell'antenna VOR/DME e l'adeguamento del sentiero luminoso per pista 28.

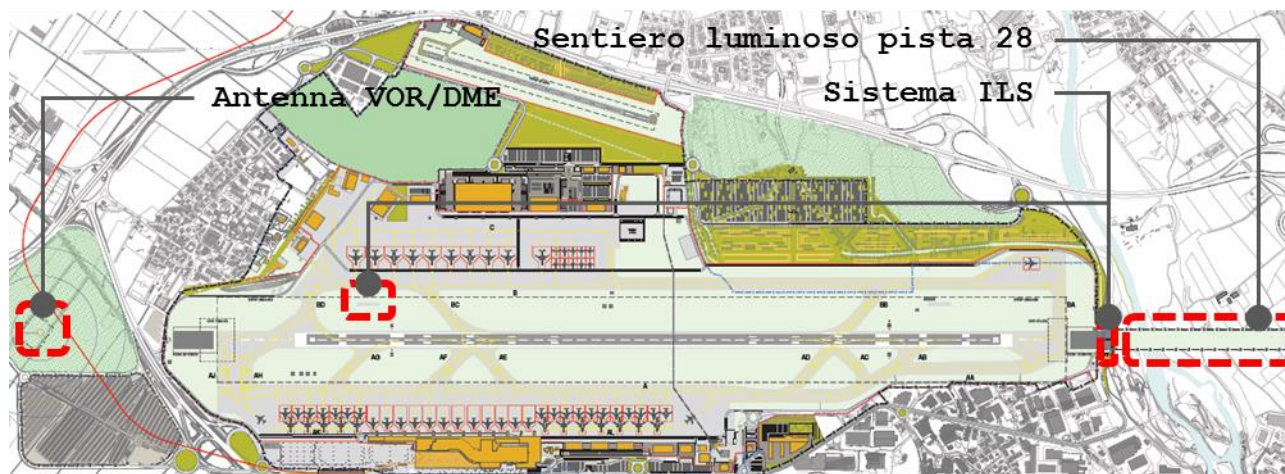


Figura 1-50 Intervento E1: localizzazione dell'intervento

#### Sistema ILS pista 10

L'ILS (*Instrument Landing System*) è un sistema elettronico costituito da due antenne di ausilio per gli aeromobili in fase di atterraggio che individua un sentiero di avvicinamento univoco di arrivo lungo il prolungamento della pista di volo e inclinato rispetto al piano campagna di 3°.

Tale sistema, oltre a definire un corridoio univoco per gli aeromobili in fase di avvicinamento, consente di ottimizzare la gestione del traffico aereo sia in termini capacitivi che di sicurezza al volo. Allo stato attuale tale sistema è presente esclusivamente per la pista 28, essendo questa la direzione preferenziale per il traffico in arrivo. Come maggiormente dettagliato nel capitolo successivo, essendo prevista una modifica del modello operativo dell'uso della pista di volo attraverso un incremento del numero di movimenti gestiti nella direzione opposta (pista 10), il PSA prevede l'installazione di tale strumentazione anche per la direzione 10.

Tale radioassistenza, come detto, è costituita da due dispositivi: il Glide Path posizionato lateralmente alla pista di volo in prossimità della testata pista lato atterraggio e dal Localizer posizionato altresì sull'asse pista in prossimità della testata opposta a dove avviene l'atterraggio (cfr. Figura 1-51). Nella configurazione di progetto quindi il primo è posto tra la pista di volo e il piazzale nord, il secondo sulla testata opposta alla direzione di atterraggio (ovvero testata 28 per gli avvicinamento in direzione 10).

## ➔ Atterraggi per pista 10

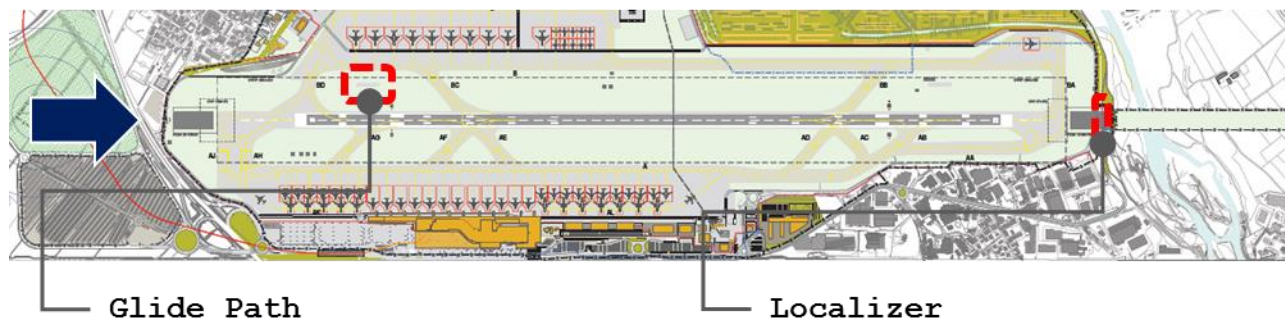


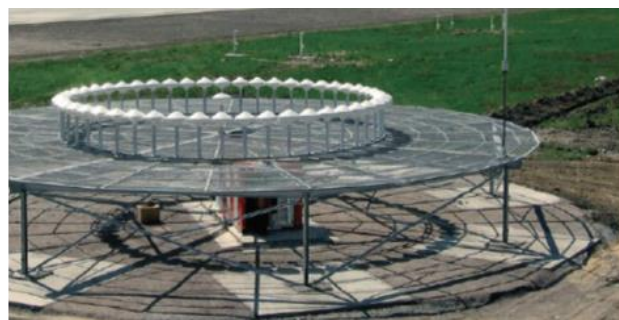
Figura 1-51 Intervento E1: Sistema ILS pista 10, localizzazione ed esemplificazione della soluzione di progetto individuata dal PSA

## Antenna VOR/DME

Il VOR/DME è una tipologia di radioassistenza che corrisponde ad una antenna di forma circolare posta ad una altezza di circa 3 metri dal piano campagna e con un diametro di circa 6 m. Conseguentemente allo sviluppo infrastrutturale a nord, si prevede il ricollocamento dell'attuale antenna in un'area esterna al sedime aeroportuale a nord del parcheggio P3 sull'asse pista opportunamente recintata.



Localizzazione antenna VOR/DME



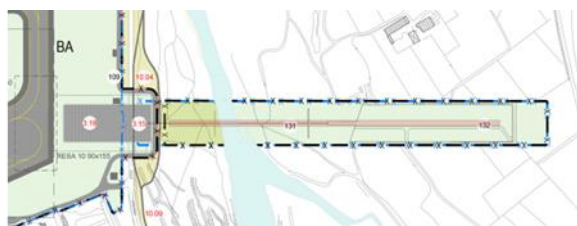
Esemplificazione della soluzione di progetto

Figura 1-52 Intervento E1: Antenna VOR/DME, localizzazione ed esemplificazione della soluzione di progetto individuata dal PSA

## Sentiero luminoso pista 28

Conseguentemente all'adeguamento della RESA su pista 10, si prevede la sistemazione del sentiero luminoso necessario per le procedure di atterraggio in direzione 28 in condizioni di bassa visibilità o di notte.

In tal senso si prevede di rimuovere l'attuale struttura in calcestruzzo e di posizionare i segnali luminosi su singole strutture prefabbricate metalliche.



Localizzazione sentiero luminoso pista 28



Esemplificazione della soluzione di progetto

Figura 1-53 Intervento E1: sentiero luminoso pista 28, localizzazione ed esemplificazione della soluzione di progetto individuata dal PSA

### 1.3.5.2 Intervento E2: Strutture tecnologiche

Stante gli sviluppi infrastrutturali previsti dal PSA, ne consegue come il Piano di sviluppo individui tra le azioni di progetto interventi sulle diverse strutture tecnologiche e relativi impianti connessi alla gestione dei fabbisogni energetici, allo stoccaggio dei carburanti per i velivoli e alla gestione dei rifiuti.

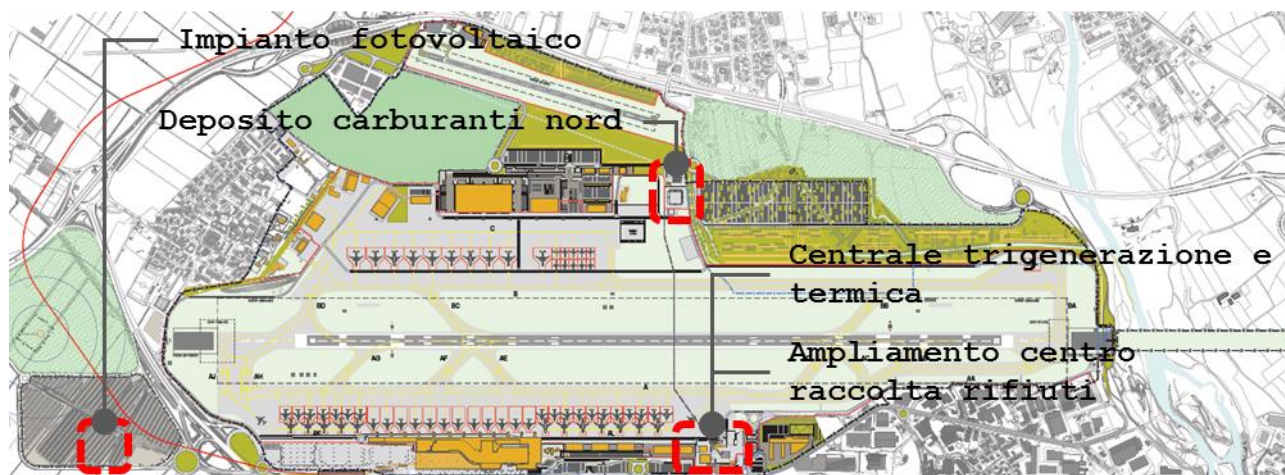


Figura 1-54 Intervento E2: localizzazione degli interventi

Questi sono oggetto di riconfigurazione e potenziamento secondo i quantitativi stimati all'orizzonte di progetto 2030 e l'assetto aeroportuale individuato.

In relazione alle tipologie di opere, principali e complementari, il quadro degli interventi previsti risulta articolato così come riportato in Tabella 1-18.



<i>Tipologia</i>	<i>Interventi</i>
Opere principali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposito carburanti area nord</li> <li>• Centrale trigenerazione e termica</li> <li>• Impianto fotovoltaico</li> <li>• Ampliamento centro raccolta rifiuti</li> </ul>
Opere complementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotazione impiantistica</li> <li>• Adeguamento reti tecnologiche</li> </ul>

Tabella 1-18 Intervento E2: opere principali e complementari

#### A. Opere principali

Il quadro delle opere principali prevede la realizzazione a nord di una nuova area di deposito carburanti, altresì a sud una centrale di trigenerazione e una termica complementare di back-up, l'ampliamento dell'attuale centro di raccolta rifiuti e un impianto fotovoltaico come copertura di una parte di area di sosta del parcheggio P3.

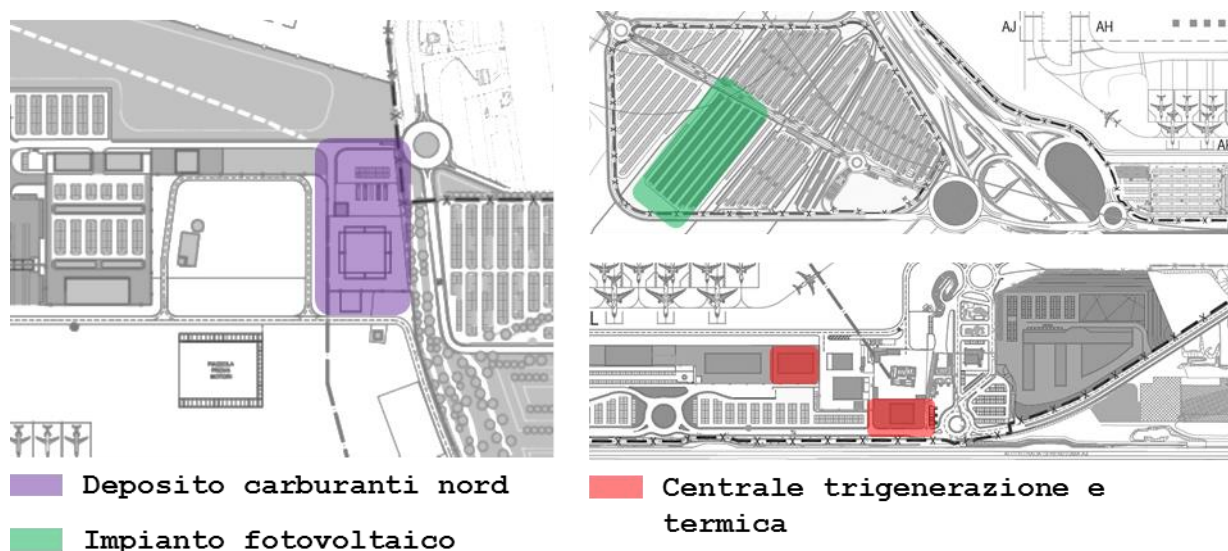


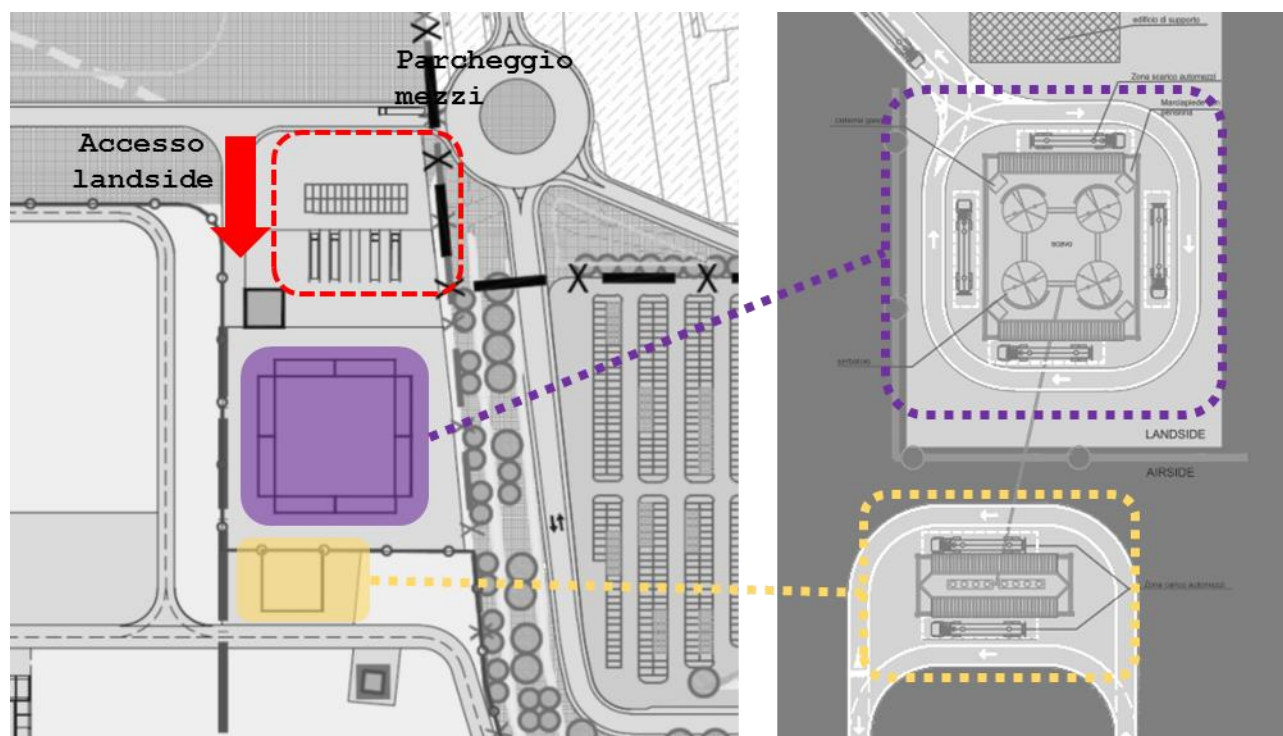
Figura 1-55 Intervento E1: Strutture tecnologiche, opere principali

#### Deposito carburanti nord

In area nord, sull'estremità orientale dell'area terminale, il PSA prevede l'ubicazione di una area dedicata al deposito carburanti su una superficie di circa 12.300 mq. Questa è direttamente collegata con l'attuale area sud mediante una pipeline sotterranea così da consentire una gestione flessibile dei carburanti stoccati in relazione alle due aree terminali nord e sud e ai relativi fabbisogni.

La configurazione prevede due aree pertinenti il deposito carburanti: una in area landside con quattro baie per lo scarico del carburante da autocisterne e una in airside con due baie di carico per il prelievo di carburante tramite autobotti e successivo rifornimento dei velivoli.

Per quanto concerne le piazzole di sosta nord queste sono dotate di pozzetti interrati (PIT) per il rifornimento diretto degli aeromobili e pertanto direttamente collegati all'area carburanti attraverso una condotta sotterranea.



■ Area landside: deposito e  
baie scarico

■ Area airside: baie di  
carico

Figura 1-56 Intervento E2: Area deposito carburanti nord, configurazione funzionale

L'area deposito è costituita da quattro serbatoi fuori terra di forma cilindrica di superficie 47,8 mq ciascuna e altezza pari a 7,8 m. Complessivamente la volumetria totale disponibile è pari a circa 2.300 mc. Questi sono posizionati all'interno di una vasca di contenimento di sicurezza avente un volume pari ad 1/3 della quantità di fluido stoccabile nel deposito e quindi in grado di contenere l'eventuale sversamento accidentale di carburante.

Per quanto riguarda la pavimentazione delle superfici di manovra, si prevede una tipologia di pavimentazione rigida in lastre di cls per le aree destinate alla sosta delle autocisterne così da garantire sia un'elevata portanza in ragione dei carichi sia una resistenza all'azione degli idrocarburi eventualmente sversati durante le operazioni di carico/scarico e una pavimentazione di tipo flessibile in conglomerato bituminoso per le rimanenti previo trattamento anti-kerosene.

Nell'ambito di tale intervento si prevede inoltre il collegamento con l'attuale area deposito carburanti sud mediante realizzazione di una pipeline sotterranea (opera complementare) e la conseguente riqualifica dell'attuale deposito sud in ragione della nuova configurazione. Per quest'ultima infatti si prevede l'incremento di una baia di carico esterna all'area e la conseguente risistemazione della viabilità anche a valle della riqualifica dell'area sud prevista dal PSA.

### Centrale trigenerazione e centrale termica

Come ampiamente trattato nel paragrafo 1.5.3.1, il PSA prevede la modifica dell'attuale modalità di approvvigionamento attraverso la realizzazione di una centrale di trigenerazione sul lato sud del sedime aeroportuale. A questa si prevede il ricollocamento dell'attuale centrale termica a servizio dell'aerostazione in un'area posta in adiacenza alla stazione dei VVF sud. Questa contribuirà alla copertura dei fabbisogni futuri nonché garantirà l'intero fabbisogno del carico termico in caso di fermo macchina della centrale di trigenerazione.

Entrambe le opere si ubicano in area sud in prossimità del varco doganale di accesso sul lato landside del sedime aeroportuale (cfr. Figura 1-57).

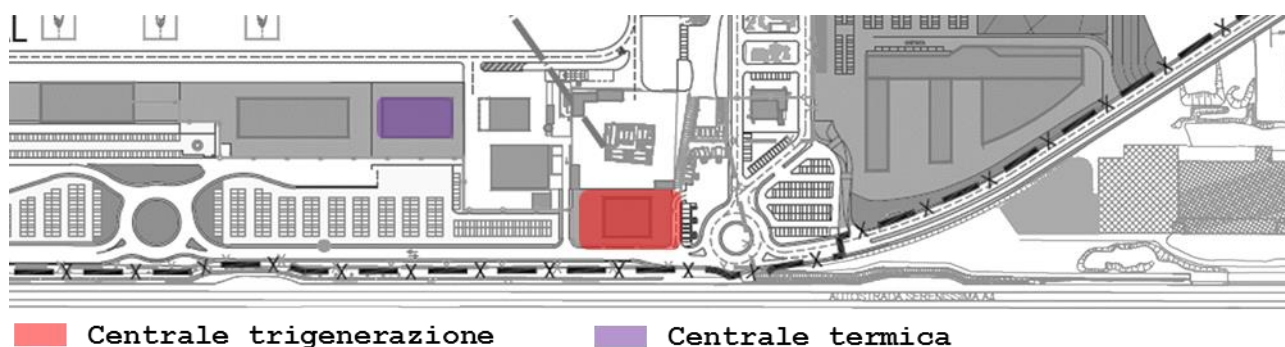


Figura 1-57 Intervento E2: Centrale trigenerazione e centrale termica, localizzazione delle opere

La centrale di trigenerazione è composta da strutture modulari in container insonorizzati collocati all'interno di un'area di 30 m per lato. L'altezza massima dell'impianto, in corrispondenza del camino per i fumi di scarico, è di circa 12 m.

La centrale termica occupa un'area invece di 1.125 mq. La struttura, completamente fuori terra, presenta dimensioni di 25x45 m e una altezza massima di 6 m.

Le due centrali sono collegate tra loro attraverso una rete di teleriscaldamento/teleraffrescamento, quale opera complementare, per la fornitura di energia termica/frigorifera alla aerostazione passeggeri e alle strutture contermini in area sud.

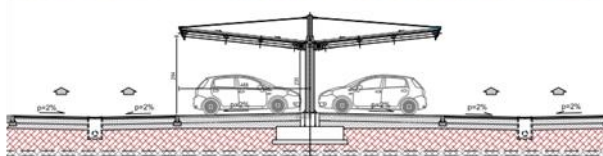
### Impianto fotovoltaico

All'interno del parcheggio P3 si prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico quale pensilina di copertura di una parte dei posti auto.

La soluzione prevede pertanto l'installazione dei pannelli fotovoltaici su elementi modulari prefabbricati con compluvio centrale. L'area di intervento si sviluppa su una superficie complessiva di 20.130 mq. L'altezza delle strutture è di circa 3 metri. Nel complesso l'impianto fotovoltaico è costituito da 6.800 pannelli in policristallino distribuiti su una superficie di circa 11.200 mq.



Localizzazione dell'impianto



Esemplificazione della soluzione di progetto

Figura 1-58 Intervento E2: impianto fotovoltaico, localizzazione ed esemplificazione della soluzione di progetto individuata dal PSA

### Ampliamento centro raccolta rifiuti

L'attuale centro di raccolta rifiuti è oggetto di ampliamento e riconfigurazione a valle della risistemazione dell'area sud come previsto dal Piano di sviluppo. Tale ampliamento interessa un'area già antropizzata e si quantifica in ulteriori 1.100 mq per la raccolta dei rifiuti provenienti dalle diverse aree aeroportuali.

La riconfigurazione del centro raccolta rifiuti prevede la presenza di due aree, una minore in ambito airside e una maggiore in landside, così da servire le diverse utenze aeroportuali in ragione della loro localizzazione rispetto al confine doganale.

### *B. Opere complementari*

Per quanto concerne le opere complementari queste sono rappresentate dalla dotazione impiantistica connessa al tema della gestione delle acque meteoriche e alle reti tecnologiche per le quali il PSA prevede l'adeguamento in ragione della nuova configurazione infrastrutturale ed operativa nonché dei relativi fabbisogni stimati.

### Impianti di gestione delle acque meteoriche

- Deposito carburanti nord
  - Separazione 1 e 2 pioggia
  - Tattamento disoleazione 1 pioggia
  - Recapito in fognatura 1 pioggia
  - Dispersione in sottosuolo 2 pioggia con pozzi perdenti
- Centro raccolta rifiuti
  - Separazione 1 e 2 pioggia
  - Tattamento disoleazione 1 pioggia
  - Dispersione in sottosuolo 1 e 2 pioggia con pozzi perdenti
- Centrale trigenerazione e termica
  - Separazione 1 e 2 pioggia
  - Tattamento disoleazione 1 pioggia
  - Dispersione in sottosuolo 1 e 2 pioggia con pozzi perdenti

### Adeguamento reti

Il quadro degli interventi previsti dal PSA sulle differenti reti tecnologiche può così essere riassunto:

- **Pipeline carburanti** La connessione tra le due aree carburanti è garantita attraverso una condotta sotterranea di lunghezza circa 500 m. Questa è costituita da due tubazioni di 40 cm di diametro dotate di un sistema di monitoraggio del trasporto dei carburanti e di sensori di controllo delle perdite così da garantire la protezione del suolo e sottosuolo.

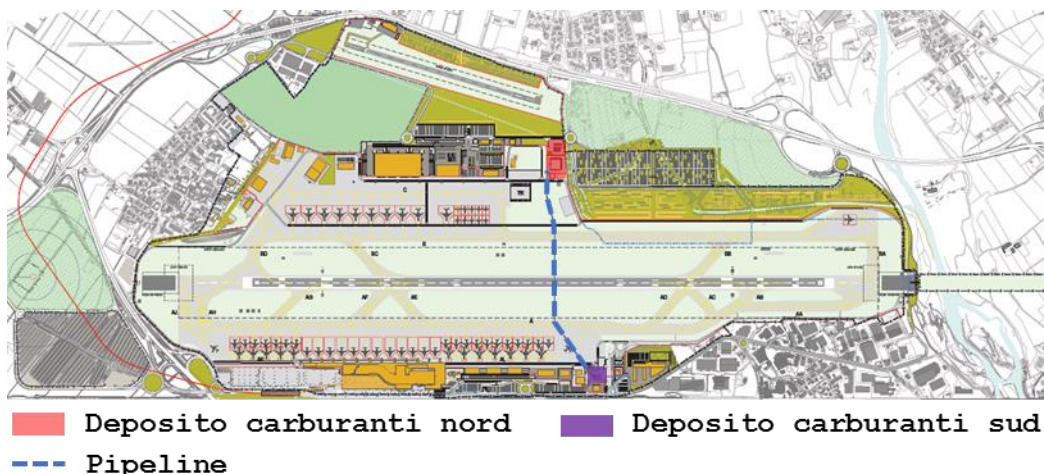


Figura 1-59 Intervento E2: Adeguamento reti, pipeline di collegamento tra i depositi carburante

- **Teleriscaldamento e teleraffrescamento** Dalla centrale di trigenerazione e dalla centrale termica si sviluppa una rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento verso l'aerostazione e le strutture presenti nell'area sud.

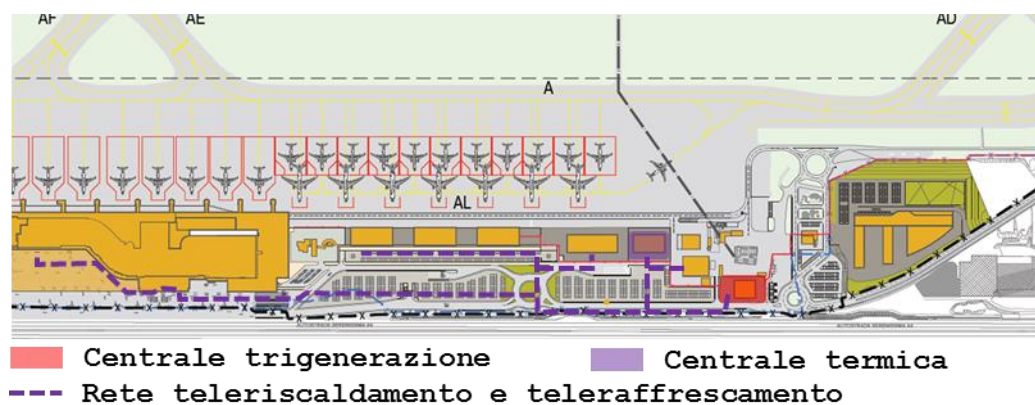


Figura 1-60 Intervento E2: Adeguamento reti, rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento

- **Rete elettrica** La rete elettrica è riconfigurata in ragione delle diverse utenze presenti in aeroporto secondo l'assetto individuato dal Piano di sviluppo. In particolare si evidenzia:

- Area sud:
  - Connessione impianto fotovoltaico e antenna VOR alle cabine elettriche in prossimità dell'aerostazione
  - Rete di distribuzione sud da centrale di trigenerazione
- Area nord:
  - Nuova cabina elettrica MT connessa alla centrale di trigenerazione tramite cavidotto sotterraneo e alla rete elettrica esterna (Seriate e Orio al Serio)
  - Rete di distribuzione nord per utenze aeroportuali.

### 1.3.6 Sistema funzionale F: Interventi a verde

#### 1.3.6.1 Intervento F1: Aree verdi di inserimento paesaggistico

Il Piano di sviluppo aeroportuale individua una serie di opere di inserimento paesaggistico volte a dare una immagine dell'aeroporto quale centro di un sistema territoriale di nuovi servizi ad esso interconnesso.

Nello specifico sono state individuate una serie di aree territoriali di intervento, la cui definizione nel dettaglio è oggetto di trattazione nell'ambito della definizione degli interventi di mitigazione, con lo scopo generale di aumentare il valore complessivo del contesto, di potenziare la rete ecologia in continuità con il Parco del Serio e con gli ambiti agricoli della cintura urbana, e di fungere da servizio per la comunità.

Le aree territoriali individuate dal PSA sono rappresentate in Figura 1-61.

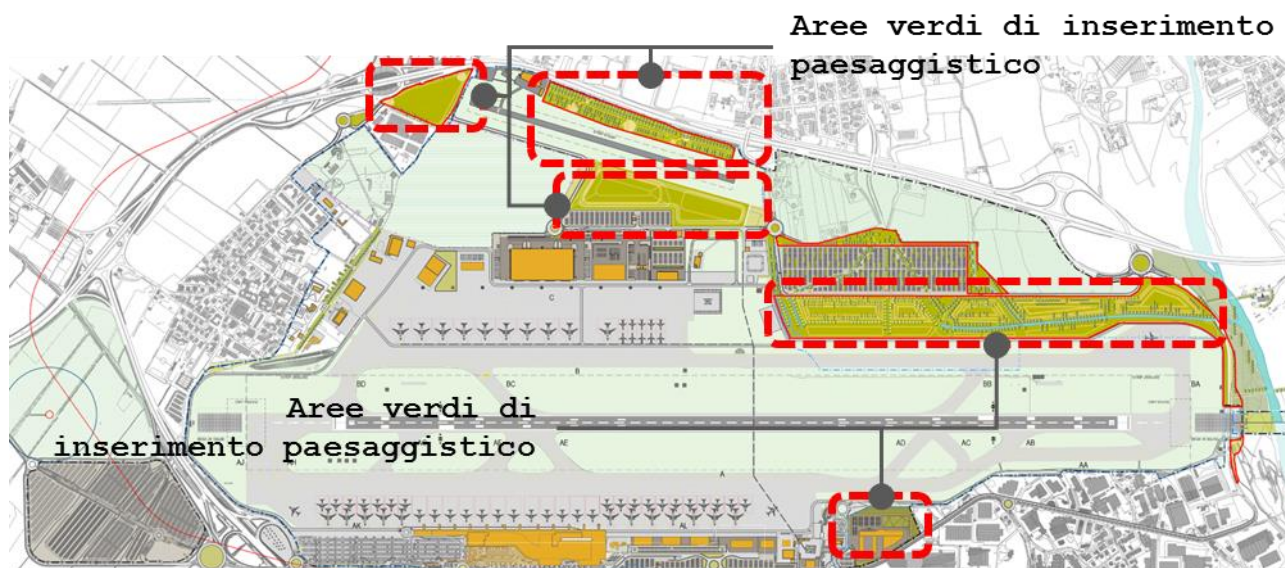


Figura 1-61 Intervento F1: Aree verdi di inserimento paesaggistico, localizzazione delle aree individuate dal PSA

## 1.4 Dimensione costruttiva

### 1.4.1 Le tipologie di interventi ai fini della cantierizzazione

Con esclusivo riferimento alle attività di cantiere finalizzate alla loro realizzazione, il quadro degli interventi individuati dal Piano di sviluppo aeroportuale può essere distinto nelle seguenti tipologie, per l'appunto nel seguito identificate come "Tipologie costruttive".

<i>Tipologie costruttive</i>	<i>Cod</i>	<i>Intervento</i>
Realizzazione interventi edilizi	A1	Ampliamento aerostazione passeggeri
	A2	Aerostazione Aviazione Generale
	C1	Edifici e servizi aeroportuali area sud
	C2	Edifici e servizi aeroportuali area nord
	C3	Edifici servizi ricettivi
Realizzazione infrastrutture di volo	B1	Ampliamento piazzale aeromobili
	B2	Completamento vie di rullaggio e raccordi
	B3	Adeguamento infrastrutture di volo
Realizzazione infrastrutture viarie a raso	D1	Sistema di accesso e sosta area sud
	D2	Sistema di accesso e sosta area nord
Realizzazione interventi edilizi con prevalente prefabbricazione	E1	Impianti di assistenza al volo
	E2	Strutture tecnologiche
Realizzazione delle aree verdi	F1	Interventi a verde

Tabella 1-19 Tipologie connesse all'opera come realizzazione

Il criterio sulla scorta del quale sono state identificate dette tipologie ed è stata operata l'attribuzione dei singoli interventi in progetto a ciascuna di esse, è dato dalla tipologie di lavorazioni che, in termini generali e/o espressamente riferiti al caso in specie, si rendono necessarie alla loro realizzazione.

### 1.4.2 Quadro complessivo delle lavorazioni e dei mezzi d'opera

Il quadro complessivo delle lavorazioni necessarie alla realizzazione del complesso delle opere relative al progetto di sviluppo dell'aeroporto di Bergamo (cfr. Tabella 1-20).

Tipologia costruttiva	Lavorazioni										
	L01	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11
Realizzazione interventi edilizi	•	•	•		• <sup>(1)</sup>		•	•			•
Realizzazione infrastrutture di volo	•	•		•	• <sup>(2)</sup>	•			•	•	•
Realizzazione infrastrutture viarie a raso	•	•		•	•	•			•		•
Realizzazione interventi edilizi con prevalente prefabbricazione	•	•						•			•
Realizzazione interventi a verde				•							•
<b>Lavorazioni</b>											
L01	Scotico		L07	Esecuzione di elementi strutturali gettati in opera							
L02	Scavo di sbancamento		L08	Posa in opera di elementi prefabbricati							
L03	Demolizione di manufatti		L09	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso							
L04	Formazione rilevati		L10	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato cementizio							
L05	Rinterri		L11	Trasporto dei materiali							
L06	Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni										
Note:											
(1) Limitatamente alla realizzazione del collegamento sotterraneo tra la stazione del treno ed il terminal											
(2) Limitatamente all'intervento connesso alla RESA in testata 28											

Tabella 1-20 Quadro di raffronto interventi – lavorazioni

Le tipologie di mezzi d'opera utilizzati per le lavorazioni prima indicate, sono le seguenti (cfr. Tabella 1-21).



<i>Lavorazioni</i>		<i>Mezzi d'opera</i>
L01	Scotico	Pala gommata
L02	Scavo di sbancamento	Escavatore, Pala gommata
L03	Demolizione di manufatti	Demolitore/Gru/Fresatrice, Pala gommata
L04	Formazione rilevati	Motorgrader, Autobotte, Rullo
L05	Rinterri	Escavatore, Rullo
L06	Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni	Motorgrader o Pala gommata, Rullo e Stabilizzatrice
L07	Esecuzione di elementi strutturali gettati in opera	Pompa CIs, Gru
L08	Posa in opera di elementi prefabbricati	Gru
L09	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso	Vibrofinitrice, Rullo
L10	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato cementizio	Autobetoniera
L11	Trasporto materiali	Mezzi pesanti adibiti al trasporto dei materiali in ragione della loro specificità

Tabella 1-21 Tipologie di mezzi d'opera per lavorazioni

### 1.4.3 I tempi e le fasi di realizzazione

La realizzazione del quadro degli interventi in progetto troverà compimento in un arco temporale complessivo di 15 anni articolato su tre fasi quinquennali così definite:

- Fase 1: anni 2016-2020;
- Fase 2: anni 2021-2025;
- Fase 3: anni 2026-2030.

### 1.4.4 Le modalità di gestione dei materiali e il loro bilancio

#### 1.4.4.1 La gestione dei materiali prodotti

La realizzazione degli interventi di progetto prevede inevitabilmente la produzione di terre e rocce da scavo. In particolare le principali operazioni da produzione di materiali inerti previste da progetto sono di seguito specificate:

- escavazione in corrispondenza delle opere da realizzare con produzione di: terre da scavo e materiali inerti da riempimento;
- rimozione dell'asfalto;
- demolizione di manufatti in muratura e/o in calcestruzzo armato.

Tali operazioni comporteranno la produzione di terreno vegetale, terre da scavo, inerti da demolizione e acciai.

Il seguente quadro sinottico riporta i volumi riutilizzati in sito e quelli utilizzati nelle varie fasi per la realizzazione di opere di mitigazione.

Schematico SIA	Produzione						Quantità terra movimentata per fasi			
	Fase I	Fase II	Fase III	Terre	T.veg.	Riutilizzo in situ	Opere mitig.	Fase I	Fase II	Fase III
A1	12.750	18.500	0	31.250	0	0	31.250	12.750	18.500	0
A2		2.000		1.700	300		1.700	0	1.700	0
B1	96.180	141.545	0	201.346	36.380	97.463	103.883	40.843	63.040	0
B2	8.710	124.990	0	113.645	20.055	56.823	54.823	3.702	51.121	0
B3	0	0	0	0	0	2.000	0	0	0	0
C1	8.250	6.240	0	14.490	0	0	14.490	8.250	6.240	0
C2	25.260	45.827	0	59.480	11.607	0	59.480	21.195	38.285	0
C3	0	0	13.900	13.900	0	0	13.900	0	0	13.900
D1	10.980	29.140	0	40.120	0	2.780	37.340	10.980	26.360	0
D2	47.298	74.640	15.300	102.929	34.310	28.496	74.432	29.324	33.633	11.475
E1	314	0	0	314	0	0	314	314	0	0
E2	2.257	10.233	0	10.644	1.846	0	10.644	2.257	8.387	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	211.999	453.115	29.200	589.818	104.497	187.562	402.256	129.615	247.266	25.375

Tabella 1-22 Tabella sinottica interventi in fase I, fase II e fase III [mc]

Ciascuno di detti materiali è caratterizzato da una diversa modalità di gestione e destino, la cui definizione discende, in primo luogo, dal doveroso rispetto del regime normativo, nonché anche dal quadro dei fabbisogni e dalle tecniche di esecuzione degli interventi.

- **Terreno vegetale** Il modello di gestione vede il riutilizzo del terreno vegetale per la formazione delle aree a verde
- **Terre da scavo** Le modalità di gestione ed il conseguente destino delle terre provenienti da detta operazione sono duplici e la loro scelta, come nel seguito richiamato, deriva dalle tecniche esecutive previste per ciascun intervento:
  - riutilizzo all'interno della medesima area di cantiere nella quale sono state prodotte, o in aree di cantiere immediatamente prossime;
  - riutilizzo della terra in esubero per la realizzazione di opere di mitigazione ambientale di altezza variabile.
- **Inerti e materiali da demolizione** Si prevede un recupero dei materiali di demolizione per almeno il 50% delle tonnellate complessive, previa vagliatura e frantumazione da non effettuarsi necessariamente in sito, vista la mancanza di spazi di cantiere sufficientemente ampi.

#### 1.4.4.2 La gestione degli approvvigionamenti

Se per quanto concerne l'approvvigionamento di terre ed inerti, tale esigenza sarà soddisfatta attraverso le aree estrattive identificate al successivo paragrafo 1.4.5, la scelta operata relativamente ai conglomerati cementizi e bituminosi è stata quella di fare ricorso ad impianti già esistenti, decisione che ha consentito di escludere la necessità di dover approntare impianti di betonaggio, vagliatura e frantumazione degli inerti all'interno del sedime aeroportuale.

Schematico SIA	Materiali di approvvigionamento ai cantieri [tonn.]						
	Terre	Inerti	Bitumi	Cls	Acciaio	Manufatti	Finiture
A1	4.160	12.821	660	26.066	2.018	86	5.520
A2		2.590	133	3.000	200	7	400
B1	0	418.326	7.9951	86.634	1.805	2.425	0
B2	0	246.113	6.8951	2.272	47	1.337	0
B3	3.500	0	0	40.176	0	280	0
C1	0	12.156	420	13.806	612	57	1.440
C2	0	119.708	15.692	56.109	3.649	570	6.722
C3	0	31.561	4.937	11.600	290	149	2.900
D1	5.250	95.026	34.057	3.658	1.143	1.133	0
D2	4.029	264.959	61.968	0	0	1.366	0
E1	0	0	0	0	0	3	0
E2	0	8.6141	4.308	5.710	119	641	0
F	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	16.939	1.289.401	271.077	249.031	9.883	8.054	16.982

Tabella 1-23 Tabella sinottica materiali di approvvigionamento

#### 1.4.4.3 Il bilancio materiali

Il complesso delle tipologie di materiali coinvolti nella realizzazione degli interventi previsti dal Piano di sviluppo è così composto:

- Terre da scavo

Fasi	A	B	C	D	E (= A-B-C)
	Produzione	Riutilizzo	Terreno vegetale	Approvv.	Opere di mitigazione
1	211.999 mc	50.694 mc	31.690 mc	750 mc	129.615 mc
2	453.115 mc	136.868 mc	68.982 mc	14.389 mc	247.266 mc
3	29.200 mc	0 mc	3.825 mc	1.800 mc	25.375 mc
Totale	694.315 mc	187.562 mc	104.497 mc	16.939 mc	402.256 mc

Tabella 1-24 Bilancio terre di scavo

- Materiali di approvvigionamento ai cantieri

	Inerti	Bitumi	Cls	Acciaio	Manufatti	Finiture
Totale	694.315 t	187.562 t	104.497 t	16.939 t	402.256 t	16.982 t

Tabella 1-25 Bilancio materiali di approvvigionamento ai cantieri

- Inerti da demolizione

Il 50% dei materiali di demolizione derivante dall'area sud-est verrà recuperato, previa vagliatura e frantumazione da non effettuarsi necessariamente in sito, vista la mancanza di spazi di cantiere sufficientemente ampi, il restante quantitativo sarà conferito a discarica.

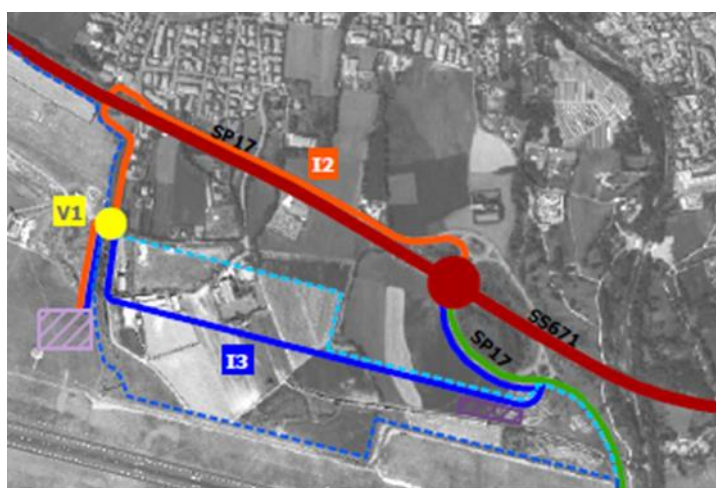
### 1.4.5 Le aree per la cantierizzazione

Per "aree per la cantierizzazione" si intende quel complesso di aree atte a soddisfare le diversificate esigenze derivanti dalla realizzazione di un'opera. All'interno di tale insieme è quindi possibile distinguere le aree operative, logistiche e di stoccaggio interne al sedime aeroportuale, e quelle estrattive o centri di produzione esterne all'aeroporto.

#### Aree interne

Le tipologie di aree di cantiere previste all'interno del sedime sono le seguenti:

- cantiere logistico;
- aree di lavorazione;
- aree di stoccaggio temporaneo.



#### Aree di cantiere



-  Area di localizzazione del cantiere logistico
-  Area di deposito temporaneo del terreno vegetazionale

Figura 1-62: Ubicazione delle aree di cantiere interne al sedime aeroportuale

La localizzazione di tali aree è stata condizionata dalla necessità di garantire la piena operatività dello scalo durante l'intero periodo di realizzazione degli interventi previsti e, conseguentemente, informata all'obiettivo di limitare quanto più possibile ogni commistione tra il regolare esercizio delle attività aeroportuali e quelle di cantierizzazione.

Tale obiettivo ha condotto a concentrare le aree di cantiere in punti che fossero esterni rispetto all'area aeroportuale di maggior frequentazione da parte dei passeggeri ed al contempo raggiungibili mediante una viabilità dedicata.

#### Aree esterne

- Aree estrattive Dal Piano Cave della Provincia di Bergamo e dal relativo Portale sono stati individuati i seguenti siti estrattivi, posti ad una distanza media di circa 12 km dal sito aeroportuale:
  - g1/BG – TESTA BATTISTA & C.S.P.A (Ghisalba);
  - g17/BG CAVA DI PALOSCO (Palosco);
  - g3/BG – NUOVA DEMI SpA (Zanica);
  - g23/BG - CAVA DELLE CAPANNELLE srl (Grassobbio).

La disponibilità di materiale complessiva dei suddetti siti è tale da consentire un quantitativo massimo di circa 5.200.000 mc.

- Aree di discarica e recupero terre da scavo ed inerti Attraverso gli stessi strumenti pianificatori, è stato individuato l'impianto di recupero della "A2 Ambiente" posto ad una distanza di circa 7 km dall'aeroporto di Bergamo Orio al Serio. Tale impianto si occupa del trattamento e smaltimento di rifiuti di costruzioni e demolizioni (Codice CER 17). Le operazioni autorizzate sono, per quanto concerne il recupero R2, R3, R4, R5, R13, nonché alcune relative allo smaltimento (D14 e D15). Sono presenti inoltre altri impianti a procedura semplificata, che si occupano dello smaltimento di rifiuti di costruzioni e demolizioni, rispondenti anch'essi a requisiti di cui sopra:
  - MILESI LAVORI srl (Telgate);
  - GIGA (Bergamo);
  - NUOVA DEMI (Zanica);
  - METALPI (Chiuduno);
  - ROTA FER METAL (Zanica);

Per gli impianti di recupero delle terre (codice CER 1705) sono stati identificati due impianti situati uno nel comune di Brusaporto, a circa 5 km di distanza dall'aeroporto (Impresa Milesi), e l'altro nel comune di Filago (Ecolombardia 4). Le operazioni autorizzate, per quanto concerne il recupero, sono R5, R13 nel

---

<sup>2</sup> R3 "Riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi"; R4 "Riciclo e recupero di altre sostanze inorganiche"; R5 "Riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche"; R12 "Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11"; R13 "Messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12"

primo caso e R1, R12 e R13 nel secondo. Il secondo sito consente inoltre anche alcune operazioni relative allo smaltimento, nello specifico la D10 e la D15.

Per quanto riguarda le discariche, i siti più vicini l'aeroporto sono:

- discarica di Pontirolo Nuovo, nella provincia di Bergamo ad una distanza di circa 22 km dall'area d'intervento;
- discarica di Provaglio d'Iseo in provincia di Brescia, ad una distanza di circa 35 km dall'aeroporto.

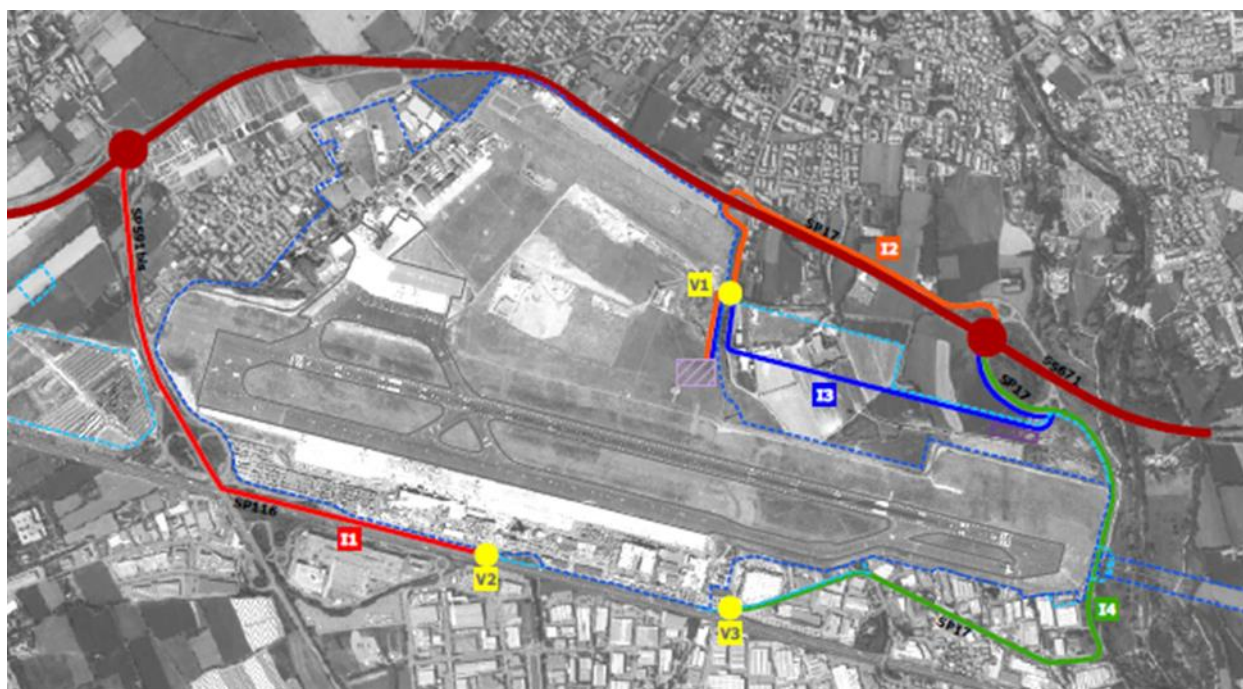
#### **1.4.6 Gli itinerari ed i traffici di cantierizzazione**

Per quanto concerne gli itinerari di cantierizzazione, posto che in tutte le tre fasi in cui si articola la realizzazione delle opere in progetto i traffici di cantierizzazione interesseranno sempre la SS671 ed i due svincoli a livelli sfalsati posti a Nord ed a Sud dell'aeroporto, ciascuna di dette tre fasi è contraddistinta da specifici itinerari, strettamente connessi agli interventi da attuare ed alla conseguente localizzazione dei varchi aeroportuali.

Nello specifico, in fase I, l'accesso per i mezzi di cantiere avviene dal varco Nord V1 o dal varco V2 a Ovest; il primo viene raggiunto, partendo dalla viabilità principale (SS 671), attraverso l'itinerario I2, che va dallo svincolo di Grassobbio fino a via Paderno, il secondo, invece, partendo dalla SS 671, attraverso la SS 591 bis. In fase 2, per realizzare gli edifici ed il piazzale nord, il parcheggio P5, l'area carburante e la Taxy-way, i mezzi possono accedere al sedime aeroportuale, dal varco V1, senza dovere lambire l'area residenziale di Seriate, attraverso l'itinerario I3.

Sempre in fase 2, per la realizzazione degli edifici Sud, piazzale Sud e della Resa, i mezzi di cantiere seguiranno l'itinerario I4 e accederanno al sedime aeroportuale attraverso il Varco Est V3.

Infine, in fase 3 sarà mantenuto attivo l'itinerario I4 per la realizzazione dei raccordi.



**Accessibilità di cantiere**

Viabilità primaria di accesso

Svincoli

**Itinerari e opere connesse**

Fase	Itinerario	Viabilità	Opere connesse
I	I1	SP591bis SP116	Ampliamento terminal passeggeri
	I2	SP17	Ampliamento piazzali aeromobili Nord Edifici servizi aeroportuali Nord
II	I3	SP17 Pista di cantiere sul tracciato della futura viabilità di accesso al parcheggio P5	Piazzali aeromobili Nord Edifici servizi aeroportuali Nord Via di rullaggio e raccordi Parcheggio P5 Deposito carburanti
	I4	SP17	Piazzali aeromobili Sud Edifici servizi aeroportuali Sud RESA 10
III	I4	SP17	Raccordi Edifici servizi aeroportuali

Varchi (V1 - Varco Nord, V2 - Varco Ovest, V3 - Varco Est)

Figura 1-63 Varchi ed itinerari per l'accesso al sedime aeroportuale

Per quanto riguarda i flussi di traffico ed in particolare relativamente a quelli generati dalle attività di produzione di terre e terreno vegetale, essi possono essere considerati nulli in quanto le terre e il terreno vegetale prodotti vengono riutilizzati direttamente in sito o per la realizzazione delle opere di mitigazione ambientale i primi, mentre i secondi per il rinverdimento delle opere R1, R2, R3, R4, R5 o per la sistemazione delle aree a verde.

Per la stima dei flussi relativi alle attività di approvvigionamento, sono stati valutati i traffici totali relativi ad ogni singolo intervento, pesando tale valore in base alla durata temporale dell'intervento stesso. L'attenzione è stata focalizzata sull'intervento di realizzazione del parcheggio per la sosta lunga dei passeggeri, per cui si registra un numero di movimenti giornaliero bidirezionale pari a 131 mezzi pesanti e corrispondente a 5 veicoli/ora per senso di marcia. Tale valore è quindi considerato trascurabile rispetto al traffico ordinario.

Per quanto riguarda infine le attività di conferimento a discarica o a impianti di trattamento, il flusso maggiore si registra in fase 2, durante la quale si arriva ad un traffico bidirezionale inferiore ai 1.500 veicoli. Se mediato rispetto l'intero quinquennio il valore medio giornaliero è circa 1 veicolo/giorno, quindi trascurabile.

## 1.5 Dimensione operativa

### 1.5.1 Traffico aereo

Secondo le previsioni di traffico attese i volumi di traffico caratterizzanti i diversi orizzonti di sviluppo assunti nel PSA sono i seguenti distinti per componente.

<i>Anno</i>	<i>Passeggeri</i>	<i>Cargo/Courier</i>
2020	12.240.037 pax	112.930 tonn.
2025	13.173.881 pax	93.931 tonn.
2030	13.760.941 pax	59.998 tonn.

Tabella 1-26 Evoluzione del volume di traffico aereo inteso come numero passeggeri annuale e quantitativi merci trasportate nei diversi orizzonti temporali assunti dal PSA (Fonte: PSA)

<i>Anno</i>	<i>Passeggeri</i>	<i>Cargo/Courier</i>	<i>Av. Generale</i>	<i>Totale</i>
2020	77.942	7.564	2.100	87.606
2025	83.890	6.292	2.100	92.282
2030	87.629	4.019	2.100	93.748

Tabella 1-27 Evoluzione del volume di traffico aereo inteso come movimenti nei diversi orizzonti temporali assunti dal PSA (Fonte: PSA)

### 1.5.2 Operatività aeronautica

#### 1.5.2.1 Modalità di uso dell'infrastruttura di volo

Per quanto concerne le modalità di uso dell'infrastruttura di volo nell'ambito del Piano di sviluppo aeroportuale si prevede una rivisitazione dell'attuale operatività della pista di volo attraverso una redistribuzione dei flussi di traffico in partenza ed in arrivo nelle due direzioni di volo (est/ovest).

Se l'attuale modalità di uso dell'infrastruttura di volo, e più in generale, dello spazio aereo vede di fatto l'uso prevalente della direzione 28 (ovvero verso ovest) per le operazioni di volo sia in atterraggio che in decollo, seppur per quest'ultime anche nella direzione 10 (ovvero verso est) principalmente nel periodo notturno, il Piano di sviluppo si pone l'obiettivo di redistribuire il traffico aereo su entrambe le direzioni, compatibilmente con gli aspetti connessi alla sicurezza del volo e alle condizioni meteorologiche locali, al fine di ottimizzare l'impronta acustica al suolo e ridurre così l'esposizione al rumore aeroportuale da parte della popolazione residente nell'intorno a fronte della evoluzione di traffico attesa all'orizzonte 2030. Tale rimodulazione avverrà in maniera graduale in ragione della duplice necessità di dotare lo scalo aeroportuale di un sistema di radioassistenze finalizzato all'efficientamento della gestione del traffico aereo in direzione 10, con particolare



riferimento alle operazioni di avvicinamento/atterraggio, oggi limitate esclusivamente ai giorni in cui le condizioni meteo impediscano l'uso della pista 28, e di ottimizzare la gestione dello spazio aereo ad ovest di Bergamo in quanto condiviso con le operazioni di volo dell'aeroporto di Milano Linate.

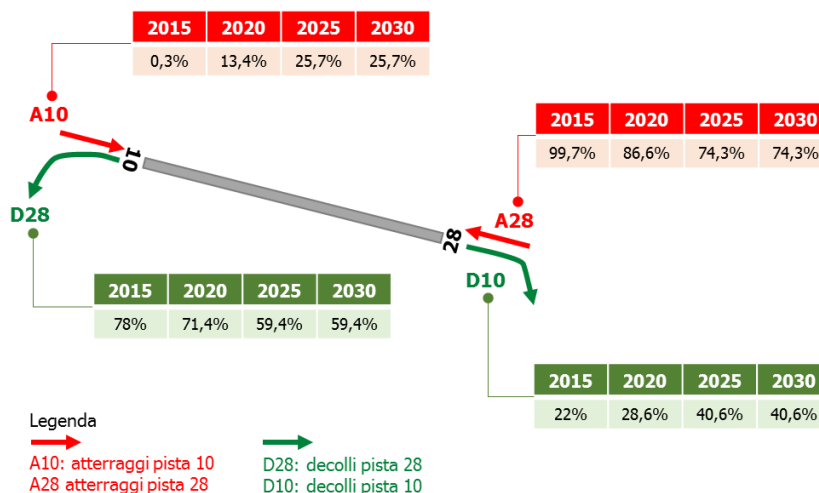


Figura 1-64 Evoluzione della modalità di utilizzo della pista di volo prevista dal Piano di sviluppo nei diversi orizzonti temporali individuati

Si evidenzia come il PSA preveda già partire dallo scenario 2020 lo spostamento di tutte le operazioni notturne che implicano il sorvolo del territorio ad ovest dell'aeroporto, ovvero decolli su pista 28 e atterraggi su pista 10, sulla opposta direzione.

Sempre al fine di perseguire l'obiettivo di migliorare l'operatività dello scalo anche sotto il profilo ambientale/acustico si è individuata una redistribuzione dei flussi di partenza in direzione ovest (decolli pista 28) attraverso la definizione di due direttrici principali, denominate "Stream" in ragione della destinazione finale dell'aeromobile.

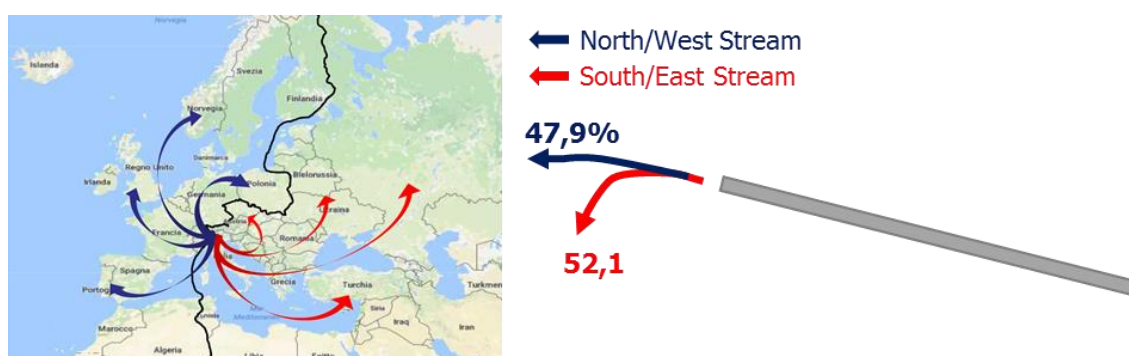


Figura 1-65 Ridistribuzione del traffico outbound verso ovest secondo le due procedure di volo

### 1.5.2.2 Tipologia di aeromobili

Il PSA non prevede modifiche relative alle caratteristiche dimensionali degli aeromobili che allo scenario futuro andranno ad operare presso lo scalo di Bergamo Orio al Serio. Analogamente allo stato attuale quindi i velivoli sono principalmente di classe ICAO "C" e "D".

Nel dettaglio del tipo di modello di aeromobile, nella definizione della mix di flotta si è fatto riferimento sia ai velivoli statisticamente più ricorrenti in relazione alle principali compagnie aeree che si basano su Bergamo sia all'evoluzione degli stessi rispetto all'orizzonte 2030 intesa come progressiva dismissione di velivoli più vecchi, quale esempio il McDonnell Douglas MD80, o introduzione di quelli più nuovi come nel caso del Boeing 737 Max 200 nella flotta Ryanair.

Relativamente a questo ultimo aspetto è stato infatti considerato il progressivo ingresso nella flotta Ryanair, rappresentativa di oltre il 70% del traffico aereo operante nello scalo di Bergamo, del nuovo aeromobile Boeing 737 Max 200 quale evoluzione dell'attuale 737-800 anche per quanto concerne le performance ambientali, con particolare riferimento a quelle emissive acustiche. La percentuale di utilizzo di tale aeromobile di nuova generazione nella flotta Ryanair operativa sullo scalo di Bergamo Orio al Serio è stata assunta nel PSA all'orizzonte 2030 pari al 50% con una progressione fissata al 25% nel 2020 e al 38% nel 2025.

Considerando quindi una evoluzione del parco aeromobili connessa alle principali compagnie aeree che attualmente operano presso lo scalo e che si ritiene continuo ad essere operative presso lo scalo di Bergamo Orio al Serio in ragione delle peculiarità proprie dell'aeroporto, è possibile assumere la seguente mix di flotta come rappresentativa dell'operatività al 2030 e costituita dai modelli di aeromobili presumibilmente più ricorrenti per ciascuna componente di traffico.

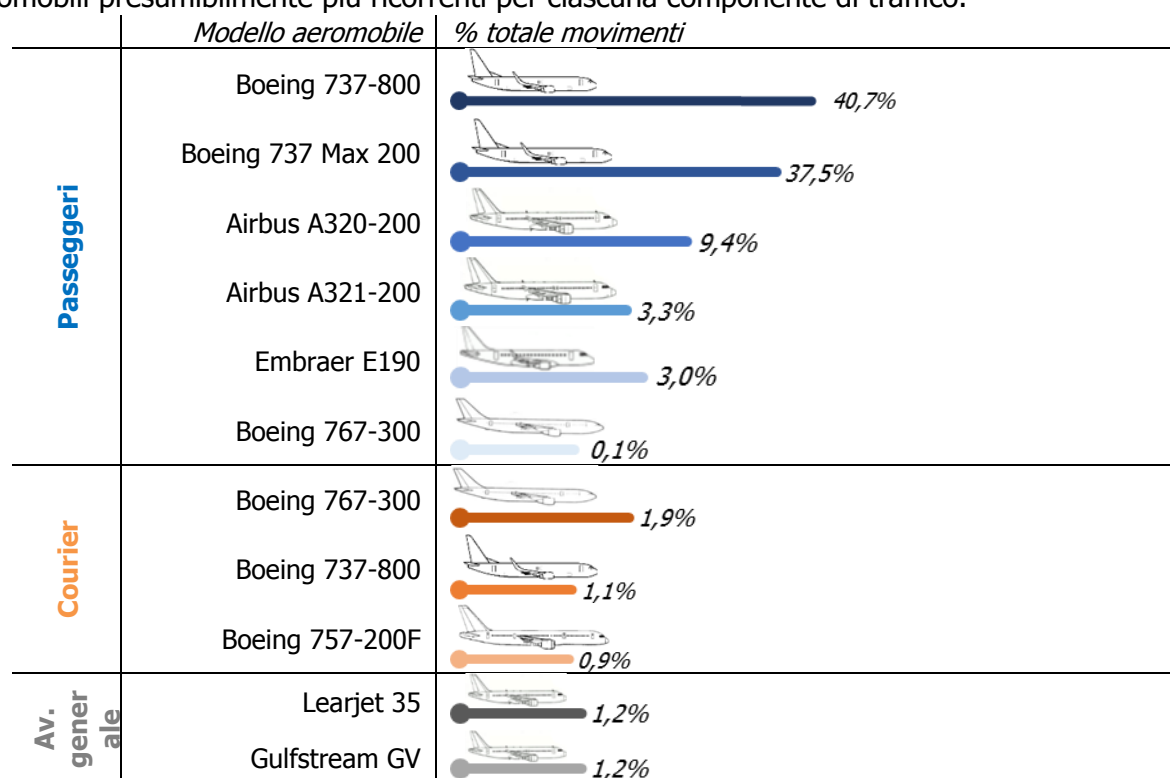


Tabella 1-28 Tipologia di aeromobili rappresentativa dell'operatività dell'aeroporto al 2030 distinta per componente di traffico

### 1.5.3 Modalità gestionale dell'aeroporto

#### 1.5.3.1 Gestione dei fabbisogni energetici

Per quanto concerne la tematica dei fabbisogni energetici, in analogia allo stato attuale occorre differenziare in termini di energia elettrica, termica e frigorifera.

##### A. Energia elettrica

I consumi energetici elettrici annuali connessi all'esercizio dell'infrastruttura aeroportuale all'orizzonte 2030, secondo l'assetto infrastrutturale ed operativo individuato dal Piano di sviluppo aeroportuale, ammontano a circa 20.500 MWh/anno.

Il modello di gestione previsto si differenzia da quello attuale: nel quadro degli interventi individuati dal Piano di sviluppo si prevedono una centrale di trigenerazione e un impianto fotovoltaico dimensionati in modo da soddisfare la quota parte dei consumi che si mantengono costanti durante l'anno ("base load").

La centrale di trigenerazione è in grado di erogare una potenza elettrica di 2,3 MW ripartita su due motori da 2,8 MW di potenza totale immessa. Ipotizzando un funzionamento di 8.100 ore/anno la produzione di energia elettrica si quantifica in circa 18.000 MWh/anno.

L'impianto fotovoltaico invece è costituito da 6.800 pannelli in policristallino, montati su pensiline di copertura degli stalli di sosta del P3, per una superficie complessiva di circa 11.200 mq, ed è in grado di produrre in media circa 1.800 MWh/anno.

Il sistema di distribuzione dell'energia elettrica all'interno del sedime aeroportuale vede secondo il layout di progetto un circuito ad anello collegato alla rete esterna attraverso tre cabine in MT, sud (Grassobbio), nord-est (Seriata) e nord-ovest (Orio al Serio), per la fornitura dei quantitativi di fabbisogni restanti.

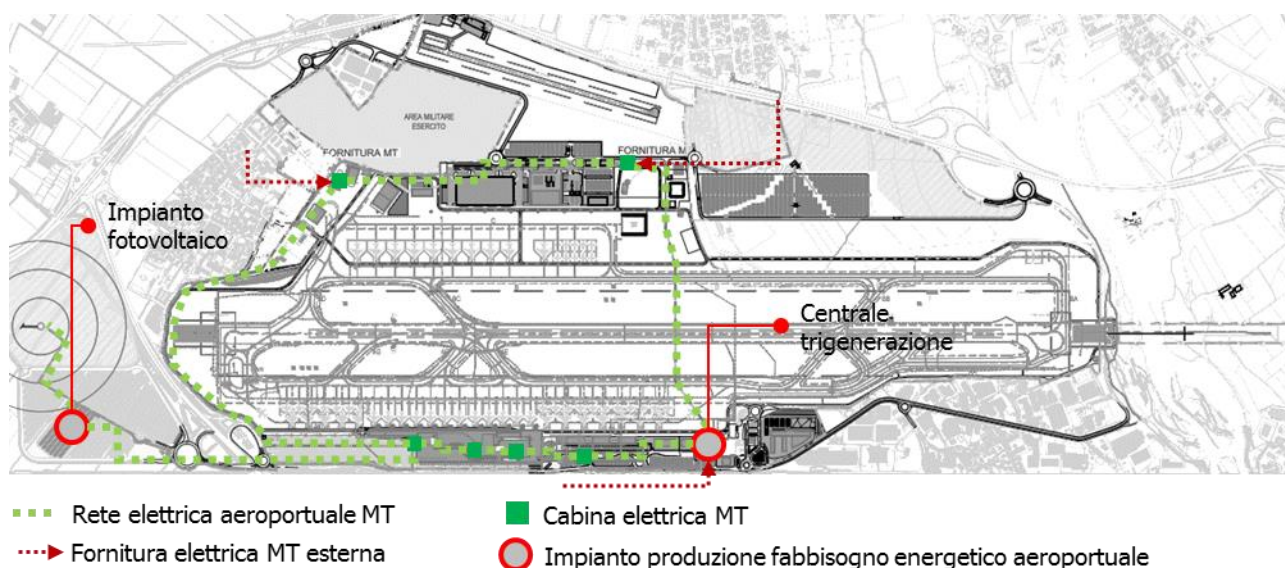


Figura 1-66 Modalità gestionali dell'aeroporto all'orizzonte 2030: gestione fabbisogni energetici – elettrici

##### B. Energia termica e frigorifera

Per quanto concerne i fabbisogni di energia termica e frigorifera il modello di gestione si differenzia in ragione della localizzazione delle diverse utenze.

Per quanto concerne l'area nord il modello gestionale rimane immutato rispetto a quello attuale. In prossimità di ciascun utenza pertanto sono presenti singoli generatori di potenza per la produzione dei fabbisogni sia termici che frigoriferi.

Per l'area sud invece, i fabbisogni connessi all'aerostazione e alle strutture complementari sono assicurati dalla centrale di trigenerazione connessa attraverso una rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento per la distribuzione di calore ed energia frigorifera.

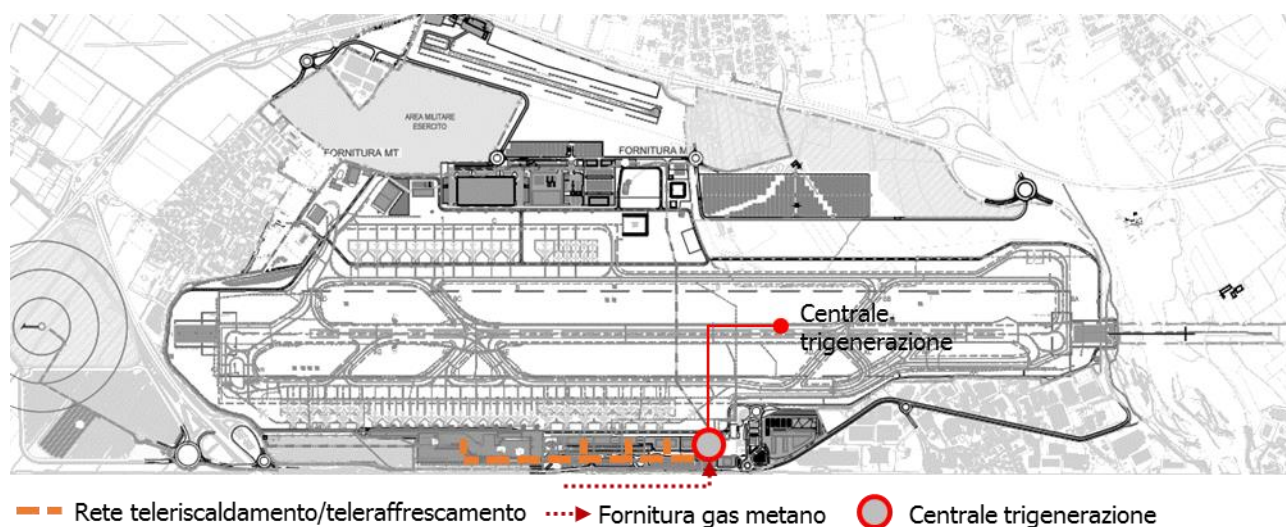


Figura 1-67 Modalità gestionali dell'aeroporto all'orizzonte 2030: gestione fabbisogni energetici – termici e frigoriferi

### 1.5.3.2 Gestione dei fabbisogni idrici

In riferimento alle modalità di approvvigionamento dei fabbisogni idrici, non sono previste modifiche dell'attuale modello gestionale che vede l'approvvigionamento dei quantitativi direttamente dall'acquedotto di UniAcque S.p.a.

In ragione delle condizioni operative aeroportuali previste al 2030, caratterizzate da un volume di passeggeri annui pari a circa 14 milioni e un numero di addetti presenti ogni giorno di circa 4.300 unità, i consumi previsti risultano essere pari a circa 190.000 m<sup>3</sup>/anno.

### 1.5.3.3 Gestione delle acque meteoriche

Per quanto attiene il tema della gestione delle acque meteoriche di dilavamento secondo la configurazione finale dell'infrastruttura aeroportuale al 2030, il quadro delle categorie e tipologie di trattamento, in analogia a quello individuato per lo stato attuale, risulta così articolato.

Categoria modalità	Tipologia modalità	
	Cod.	Specifica
Senza trattamento (ST)	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersione superficiale</li> </ul>
Con trattamento (CT)	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separazione 1 e 2 pioggia</li> <li>• Trattamento disoleazione 1 pioggia</li> <li>• Dispersione in sottosuolo 1 e 2 pioggia con pozzi perdenti</li> </ul>
	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separazione 1 e 2 pioggia</li> <li>• Trattamento disoleazione 1 pioggia</li> <li>• Recapito in fognatura 1 pioggia</li> <li>• Dispersione in sottosuolo 2 pioggia con pozzi perdenti</li> </ul>
	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separazione 1 e 2 pioggia</li> <li>• Trattamento disoleazione 1 pioggia</li> <li>• Recapito in corpo idrico superficiale 1 pioggia</li> <li>• Dispersione in sottosuolo 2 pioggia con pozzi perdenti</li> </ul>
	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattamento</li> <li>• Recapito in fognatura 1 e 2 pioggia</li> </ul>

Tabella 1-29 Modalità gestionali dell'aeroporto all'orizzonte 2030: gestione acque meteoriche – categorie e tipologie di trattamento

In ragione dei differenti sottosistemi aeroportuali, queste sono diversamente poste in essere. Nella tabella seguente, per ciascuna area individuata viene specificato l'impianto di trattamento e la relativa modalità.

Macroarea	Superficie di dilavamento						Impianto
		0	A	B	C	D	
Pista, rullaggio, raccordi	Pista di volo e taxiway	●					-
	Raccordi "EA" e "EB"		●				D18
Piazzali aeromobili	Piazzali Sud (stand 101-204)		●				D25; D24; D2; D4
	Piazzali Sud (stand 205-311)		●				DP.1
	Piazzali Sud (stand 401-409)			●			D9
	Piazzali Nord		●				D12; D14; D15; DP.2
Piazzali mezzi rampa	Area sud-est			●			D11
	Area nord		●				DP.2
Piazzole de-icing <sup>3</sup>	ICE 1			●			D9
	ICE 2		●				D25
	ICE 3				●		DP.3
Area servizi aeroportuali	Area carburanti sud			●			D9
	Area carburanti nord			●			
	Centro raccolta rifiuti		●			●	D10
Aree parcheggi passeggeri	Parcheggio P1		●				D26; D5; D6
	Parcheggio P2		●				D24; D25; D1; D3
	Parcheggio P3		●				D19; D20; D21; D22; D23
	Parcheggio P4		●				D7; D13; DP.7
	Parcheggio P5				●		DP.5; DP.6
	Parcheggio operatori nord		●				DP.8
	Terminal bus		●				D26
Aree parcheggi operatori	Parcheggio operatori A		●				-
	Parcheggio DHL		●				-
	Parcheggio operatori F						-

Tabella 1-30 Modalità gestionali dell'aeroporto all'orizzonte 2030: gestione acque meteoriche per specifica area aeroportuale

#### 1.5.3.4 Gestione delle acque reflue

Per quanto attiene al tema della gestione delle acque reflue si prevede di mantenere l'attuale modello di gestione, adeguando le infrastrutture laddove necessario e prevedendo nuovi impianti idrici e fognari nelle aree di ampliamento e riqualificazione, secondo quanto illustrato nel dettaglio nelle singole schede, e conferendo quindi le acque reflue presso l'impianto di Grassobbio.

<sup>3</sup> La modalità di trattamento si riferisce alle condizioni di non operatività della piazzola de-icing. In condizioni di operazioni di de-icing sugli aeromobili in partenza si prevede il recapito dei liquidi di lavaggio in vasche di raccolta, svuotate periodicamente, e loro conferimento ad impianto di smaltimento rifiuti esterno all'aeroporto.

Per quanto concerne i volumi, i reflui in uscita sono stimati al 2030 a partire dai dati consuntivi attuali proporzionalmente all'incremento di traffico passeggeri atteso.

	2015	2030
Passeggeri anno [Mpax]	10,3	14.0
Reflui in uscita [mc]	130.548	180.000

Tabella 1-31 Stima dei reflui in uscita all'orizzonte 2030 secondo l'evoluzione della domanda di traffico attesa

#### 1.5.3.5 Rifiuti

La produzione di rifiuti al 2030 è quantificata in 1.667 ton/anno. Rispetto alla loro gestione, la Società di gestione ha intrapreso a valle della stipula del Protocollo d'intesa con Consorzi CiAI, Comieco, COREPLA e RICREA, l'obiettivo da questa assunto per quanto concerne la quota di raccolta differenziata è stato posto pari al 35% del volume complessivo di rifiuti urbani.

## 2 DEFINIZIONE DEI POTENZIALI EFFETTI AMBIENTALI

### 2.1 Inquadramento tematico

Secondo l'impianto metodologico più dettagliatamente descritto all'allegato SIA.A02, la definizione dei potenziali impatti ambientali prodotti dall'intervento in esame è stata sviluppata secondo le seguenti operazioni:

- *Selezione delle Azioni di progetto*

Le Azioni di progetto sono costituite da quegli elementi progettuali, colti nelle tre citate dimensioni di analisi, che possono essere all'origine di impatti ambientali e, pertanto, possono essere rappresentate da aspetti dotati di una propria materialità, quali ad esempio le parti strutturali di un'opera, o immateriali, come il traffico generato dal suo funzionamento.

In ragione di tale definizione, le finalità assegnate all'operazione in esame sono state identificate in:

- Declinare le informazioni progettuali desunte dall'analisi ambientale dell'intervento in termini di Azioni di progetto
- Selezionare le Azioni di progetto che possono determinare potenziali impatti significativi, con ciò escludendo quelle che, in ragione della loro entità, sono all'origine di effetti la cui rilevanza rispetto alla totalità delle matrici ambientali, possa essere da subito ed in modo oggettivo ritenuta trascurabile.

I criteri sulla scorta dei quali le informazioni di progetto sono state espresse in forma di Azioni di progetto sono documentati al citato allegato SIA.A02, mentre nel successivo paragrafo 2.2 sono elencate le Azioni di progetto assunte ai fini delle successive analisi ambientali e le ragioni per le quali alcune di esse sono state considerate ambientalmente non rilevanti

- *Selezione dei fattori interessati dall'intervento e definizione delle tipologie di impatto potenziale*

La finalità alla quale risponde tale seconda operazione risiede in:

- Selezionare, tra i fattori riportati all'articolo 5 co. 1 lett. c del DLgs 152/2006 così come modificato dal DLgs 104/2017, quelli che sono interessati dall'intervento in ragione delle Azioni di progetto, precedentemente individuate, e delle caratteristiche del contesto ambientale e territoriale di intervento, per come descritte nella Parte 2 del presente SIA
- Definire tra le tipologie di impatto indicate al punto dell'Allegato VII alla seconda parte del DLgs 152/2006 e smi e ad integrazione di quanto in esso riportato quelle che, sempre sulla base delle Azioni di progetto ed in ragione delle caratteristiche del contesto di intervento, risultano potenzialmente rilevanti e che, come tali, sono state assunte ai fini delle analisi di cui ai capitoli successivi.

In tal senso, in entrambi i casi, non sono stati considerati quei fattori e quelle tipologie di impatto per le quali sia possibile da subito ed in modo oggettivo ragionevolmente escludere



il loro determinarsi in ragione delle caratteristiche ambientali e territoriali del contesto di intervento.

Operativamente, detta operazione è stata condotta attraverso la ricostruzione dei nessi di causalità intercorrenti tra le Azioni di progetto, i Fattori causali di impatto e le tipologie di Impatto potenziale e si è sostanziata nella definizione delle "matrici di correlazione" riportate al successivo paragrafo 2.3.2, mentre al citato allegato SIA.A02 sono riportate nel dettaglio le metodiche e le fasi di lavoro che hanno portato alla loro redazione.

In ultimo, per quanto attiene agli impatti cumulati di cui alla lettera e) del punto 5 dell'Allegato VII alla parte seconda del Dlgs 152/2006 e s.m.i., si rimanda allo specifico capitolo contenuto nella Parte 5 del presente SIA.

## 2.2 Selezione delle Azioni di progetto

### 2.2.1 Dimensione costruttiva

La Dimensione costruttiva considera l'opera come realizzazione e, pertanto, gli aspetti progettuali ad essa pertinenti sono rappresentati dal complesso di attività, esigenze ed apprestamenti necessari alla realizzazione delle opere in progetto.

Con riferimento alle finalità della presente analisi, le informazioni progettuali sintetizzate al precedente paragrafo 1.4 possono essere sistematizzate in Azioni di progetto (AC), a loro volta organizzate secondo le due seguenti aree tematiche:

- Attività di cantiere
- Opere di cantiere

Nello specifico, il quadro delle Azioni di progetto considerate può essere definito e descritto nei seguenti termini:

- *Attività di cantiere*

AC.01 Approntamento aree di cantiere

Perimetrazione delle aree di cantiere, comprese quelle non strettamente operative, ed asportazione della coltre di terreno vegetale mediante pala gommata

AC.02 Scavi di terreno

Scavo di terreno nel soprasuolo (scavi di sbancamento, spianamento, etc) e nel sottosuolo (scavi di fondazione, scavi in sezione, etc.), nonché carico sugli automezzi adibiti all'allontanamento, mediante escavatore e pala gommata

AC.03 Demolizione manufatti e pavimentazioni

Demolizione degli elementi strutturali e delle finiture, nonché carico sugli automezzi adibiti al loro allontanamento, mediante demolitore, fresatrice, pala gommata

AC.04	Esecuzione opere in terra	Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion e successiva stesa e sua compattazione con rullo, ai fini della formazione di rilevati e rinterrì
AC.05	Esecuzione strati di fondazione delle pavimentazioni	Realizzazione degli strati di fondazione e di sottofondazione mediante la messa in opera del misto granulare e/o del misto cementato con scarico diretto dal camion, successiva stesa del materiale attraverso motorgrader, nonché stabilizzazione a calce ed a cemento, e compattazione con rullo
AC.06	Esecuzione opere in conglomerato cementizio	Realizzazione di opere in conglomerato cementizio, quali elementi strutturali o pavimentazioni rigide, mediante getto con autobetonpompa del calcestruzzo trasportato dalle autobetoniere
AC.07	Operatività di mezzi d'opera	Funzionamento dei mezzi d'opera adibite all'esecuzione delle lavorazioni previste
AC.08	Operatività aree di cantiere	Complesso delle attività svolte nell'area di cantiere logistico, quali il lavaggio dei mezzi d'opera ed il parcheggio dei mezzi di cantiere
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Opere di cantiere</i></li></ul>		
AC.09	Presenza di stoccaggi terre ed inerti	Presenza di cumuli temporanei di terre ed inerti
AC.10	Presenza di manufatti	Presenza di baraccamenti ed altri manufatti necessari alle attività di cantiere

Per quanto attiene al traffico di cantierizzazione, la quantificazione dei flussi riportata in precedenza (cfr. par. 1.4.6) evidenzia come l'entità di detti flussi possa essere ragionevolmente ritenuta trascurabile rispetto ai volumi che attualmente interessano la SS671, così come, conseguentemente, gli impatti generati da detta azione sulla qualità dell'aria e sul clima acustico. A fronte di tali considerazioni, l'azione in questione è stata considerata irrilevante ai fini delle analisi ambientali e, pertanto, non inserita all'interno del precedente quadro delle Azioni di cantierizzazione (AC).

## 2.2.2 Dimensione fisica

La Dimensione fisica analizza l'opera come "manufatto" e, in tal senso, ne coglie gli aspetti concernenti l'ingombro superficiale e spaziale, in elevazione ed in sotterraneo, l'articolazione morfologica e l'insieme degli aspetti che ne determinano la valenza estetica, quali il linguaggio architettonico, i materiali, le colorazioni.

In tale ottica, le informazioni di progetto sinteticamente riportate al precedente paragrafo 1.3 possono essere espresse secondo le seguenti Azioni di progetto (AF):

- AF.01 Presenza di nuove superfici pavimentate Presenza di nuove aree pavimentate, quali piazzali aeromobili, parcheggi veicoli ed aree pertinenziali, e di superfici di impronta degli edifici
- AF.02 Presenza di nuovi manufatti Presenza di nuovi manufatti infrastrutturali ed edilizi

### 2.2.3 Dimensione operativa

Secondo l'impianto metodologico adottato, la Dimensione operativa considera l'opera come "esercizio", con ciò cogliendone gli aspetti legati al suo funzionamento.

In ragione di tale prospettiva di analisi, le Azioni di progetto afferenti a detta dimensione sono articolabili secondo le due seguenti aree tematiche:

- Operatività aeronautica, riguardante l'insieme delle attività relative alle operazioni di volo
- Operatività aeroportuale, concernente l'insieme delle attività derivanti dal funzionamento del "sistema aeroporto" nei suoi diversi sistemi e sottosistemi

Sulla base di tale articolazione, le Azioni di progetto (AE) individuate possono essere identificate e descritte nei seguenti termini:

- *Operatività aeronautica*

- |       |                    |  |
|-------|--------------------|--|
| AE.01 | Traffico aereo     | Operazioni di volo degli aeromobili nelle diverse fasi del ciclo LTO   |
| AE.02 | Assistenza al volo | Funzionamento degli impianti di assistenza al volo   |
| AE.03 | De-icing           | Rimozione di ghiaccio, neve, brina o pioggia mista a neve dalle principali superfici dell'aeromobile, generalmente seguita da quella di anti-icing prima del decollo |

- *Operatività aeroportuale*

- |       |                             |  |
|-------|-----------------------------|--|
| AE.04 | Utenze energetiche          | Funzionamento degli impianti di climatizzazione ed illuminazione, ed altre utenze aeroportuali                                     |
| AE.05 | Utenze idriche              | Funzionamento degli impianti idro-sanitari   |
| AE.06 | Utenze pulizie aeroportuali | Pulizia dell'aerostazione, dei locali degli edifici aeroportuali e degli aeromobili  |
| AE.07 | Utenze idro-sanitarie       | Scarichi degli impianti idro-sanitari (acque reflue domestiche) e pulizia dei servizi igienici degli aeromobili (bottini di bordo) |
| AE.08 | Traffico veicolare indotto  | Traffico veicolare passeggeri ed addetti aeroportuali  |

## 2.3 Selezione dei parametri di analisi ambientale ed individuazione delle tipologie di impatti potenziali

### 2.3.1 I parametri di analisi ambientale

In considerazione di quanto disposto all'articolo 5 co. 1 lett. c) in merito ai fattori rispetto ai quali considerare gli effetti significativi di un progetto e delle tipologie di probabili impatti ambientali rilevanti, indicate al punto 5 dell'Allegato VII alla parte seconda del DLgs 1528/2006 e smi, nonché a fronte delle Azioni di progetto riportate al precedente paragrafo, i parametri di analisi ambientale assunti ai fini degli studi documentati nei successivi capitoli sono i seguenti:

- *Aria e clima*, con riferimento agli effetti derivanti dalle emissioni di polveri ed inquinanti generate dall'intervento in esame nel corso della sua fase di realizzazione ed esercizio
- *Geologia ed Acque*, con riferimento agli effetti generati dall'intervento sulle dinamiche dei fenomeni geologici-idraulici.

A tal riguardo, si evidenzia da subito che, stanti i caratteri del contesto di intervento descritti nella Parte 2 del presente SIA, nel caso in specie non si rilevano fenomeni di dissesto geologico e che, in ragione di ciò, gli aspetti nel seguito considerati attengono unicamente ai fenomeni idraulici

- *Territorio e Patrimonio agroalimentare*, concernente gli effetti indotti dall'intervento sul sistema degli usi in atto ed in particolare sugli usi agricoli.

A tal riguardo, si evidenzia che la scelta di centrare l'attenzione sugli usi agricoli del suolo, in luogo del patrimonio agroalimentare, nasce dalle peculiarità del contesto di intervento che, come documentato nella precedente Parte 2 del presente SIA, non presenta aree dedicate a coltivazioni o allevamenti relativi a prodotti rientranti nelle categorie che la normativa di settore identifica come a forte contenuto di tipicità

- *Biodiversità*, con riferimento agli effetti determinati dall'intervento in esame sull'insieme delle biocenosi e degli ambienti naturali, nonché in particolare sulle specie ed habitat tutelati in virtù delle direttive 92/43/CEE (c. d. "Direttiva Habitat") e 2009/47/CE (direttiva che ha sostituito la precedente 79/409/CEE "Direttiva Uccelli")
- *Paesaggio e Patrimonio culturale*, avente ad oggetto gli effetti indotti sul paesaggio, assunto nelle sue diverse accezioni (accezione strutturale ed accezione cognitiva), e sul patrimonio culturale, per come definito all'articolo 2 co. 1 del DLgs 42/2004 e smi, ossia «costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici»
- *Rumore*, riguardante gli effetti determinati dalle emissioni acustiche prodotte nel corso della fase realizzativa ed in quella di esercizio dell'infrastruttura aeroportuale secondo la configurazione fisica ed operativa di progetto
- *Salute umana*, riguardante gli effetti sulla salute della popolazione residente all'intorno dell'aeroporto derivanti dall'esposizione all'emissioni atmosferiche ed acustiche legate alla realizzazione dell'intervento in esame ed al funzionamento dell'infrastruttura aeroportuale nella configurazione fisica ed operativa definita dal PSA2030

- *Utilizzi e Residui*, con riferimento agli effetti generati dall'intervento in esame in termini di utilizzazione delle risorse naturali e di produzione di emissioni inquinanti e/o di scarti.

In buona sostanza, nell'ambito del parametro in questione sono presi in esame le modifiche che i processi costruttivi delle opere in progetto ed il funzionamento dell'infrastruttura aeroportuale nella configurazione fisica ed operativa definita dal PSA2030 determinano sulle risorse in termini di quantità, ossia di consumo di risorse derivante dalla loro utilizzazione, e di variazione delle caratteristiche qualitative di dette risorse, conseguente all'emissione di inquinanti ed alla produzione di residui.

Stante tale accezione, nell'ambito del parametro in parola sono stati indagati, da un lato, gli utilizzi di risorse non rinnovabili, quali ad esempio terre, inerti e suolo, nonché di risorse idriche ed energetiche, e, dall'altro, le produzioni di residui e segnatamente di reflui, rifiuti e scarti dei processi costruttivi, quali terre di scavo ed inerti da demolizione. Per quanto invece attiene alla produzione di emissioni inquinanti, come indicato ai punti precedenti, detti aspetti sono stati considerati nell'ambito dei parametri "Aria e Clima", per quanto attiene alle emissioni atmosferiche, e "Rumore", con riferimento a quelle acustiche.

Per quanto attiene alla produzione di emissioni vibrazionali, le ragioni sulla scorta delle quali non sono stati considerati rilevanti gli effetti da queste prodotte discendono sia dall'entità del fenomeno che dalle caratteristiche geologiche ed insediative del contesto di intervento.

Nello specifico, in merito alle ragioni legate all'entità del fenomeno, le fonti bibliografiche documentano come l'energia prodotta dall'operazione di toccata al suolo degli aeromobili, che tra quelle compiute durante il ciclo LTO certamente la più rilevante sotto il profilo in esame, non risulta significativa in termini di ripercussioni nel suolo. Per quanto invece concerne i fattori di specificità del contesto di intervento, occorre in primo luogo considerare le caratteristiche geo-litologiche e geotecniche (cfr. Parte 2 del presente SIA) a fronte delle quali la pur modesta energia prodotta nell'operazione di atterraggio non trova condizioni adatte alla sua diffusione, nonché la sostanziale assenza di ricettori potenzialmente interessati da detta energia, a breve distanza dalla pista di volo.

### **2.3.2 Le Matrici di correlazione Azioni – Fattori – Impatti potenziali: quadro di sintesi**

Rimandando a quanto riportato all'allegato SIA.A02 per una più dettagliata trattazione delle matrici di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti potenziali, nelle seguenti tabelle sono riportate, per ciascuna delle tre dimensioni di analisi ambientale, le correlazioni individuate tra le Azioni di progetto ed i parametri di analisi ambientale identificati al precedente paragrafo.

Aree tematiche	Azioni di progetto		Parametri di analisi ambientale							
			A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Attività di cantiere</b>	AC.01	Approntamento aree di cantiere	•			•	•		•	•
	AC.02	Scavo di terreno	•				•		•	•
	AC.03	Demolizione manufatti e pavimentazioni								•
	AC.04	Esecuzione opere in terra	•						•	•
	AC.05	Esecuzione strati di fondazione delle pavimentazioni								•
	AC.06	Esecuzione opere in conglomerato cementizio								•
	AC.07	Operatività di mezzi d'opera						•	•	
	AC.08	Operatività aree di cantiere								•
<b>Opere di cantiere</b>	AC.09	Presenza di stoccaggi terre ed inerti	•						•	
	AC.10	Presenza di manufatti					•			
Legenda										
A	Aria e Clima				E	Paesaggio e Patrimonio culturale				
B	Geologia ed Acque				F	Rumore				
C	Territorio e Patrimonio agroalimentare				G	Salute umana				
D	Biodiversità				H	Utilizzi e Residui				

Tabella 2-1 Dimensione Costruttiva: Matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti

Aree tematiche	Azioni di progetto		Parametri di analisi ambientale							
			A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Opere</b>	AF.01	Presenza di nuove superfici pavimentate		•						
	AF.02	Presenza di nuovi manufatti		•	•	•	•			
Legenda										
A	Aria e Clima				E	Paesaggio e Patrimonio culturale				
B	Geologia ed Acque				F	Rumore				
C	Territorio e Patrimonio agroalimentare				G	Salute umana				
D	Biodiversità				H	Utilizzi e Residui				

Tabella 2-2 Dimensione Fisica: Matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti

Aree tematiche	Azioni di progetto		Parametri di analisi ambientale							
			A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Operatività aeronautica</b>	AO.01	Traffico aereo	•			•		•	•	•
	AO.02	Assistenza al volo							•	
	AO.03	De-icing								•
<b>Operatività aeroportuale</b>	AO.04	Utenze energetiche	•							•
	AO.05	Utenze idriche								•
	AO.06	Utenze pulizie aeroportuali								•
	AO.07	Utenze idro-sanitarie								•
	AO.08	Traffico veicolare indotto	•					•	•	
Legenda										
A	Aria e Clima				E	Paesaggio e Patrimonio culturale				
B	Geologia ed Acque				F	Rumore				
C	Territorio e Patrimonio agroalimentare				G	Salute umana				
D	Biodiversità				H	Utilizzi e Residui				

Tabella 2-3 Dimensione Operativa: Matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti

## **PARTE 4.2 GLI IMPATTI POTENZIALI DI CANTIERE**



### 3 ARIA E CLIMA

#### 3.1 Inquadramento tematico

L'oggetto delle analisi contenute nel presente capitolo risiede nella stima dei potenziali impatti generati dalle Azioni di progetto relative alla fase di cantierizzazione sull'Aria e Clima.

A tale riguardo è opportuno evidenziare come la sola analisi emissiva sia molto spesso insufficiente a determinare i reali livelli di inquinamento atmosferico relativi ad una specifica area territoriale, venendo meno tutta la componente diffusiva del fenomeno. Appare pertanto evidente come, al fine di poter correttamente stimare le sopraccitate interferenze ed implementare, se necessario, le opportune opere di mitigazione, non si possa prescindere da un'analisi delle concentrazioni di inquinanti, integrando così la parte diffusiva nell'analisi stessa.

In buona sostanza, occorre sapere non solo la quantità di inquinante prodotta, quanto anche come questa si disperda, ossia si diluisca in termini di concentrazione, o come si concentri nell'atmosfera, soprattutto in prossimità delle aree di lavorazione e dei ricettori sensibili presenti all'interno del territorio stesso.

In tale prospettiva, come già illustrato nel precedente paragrafo 2.3.2 e come più diffusamente argomentato nell'allegato SIA.A02, le azioni prese in considerazione sono quelle all'origine di emissioni polverulenti quali l'approntamento delle aree di cantiere (AC.01), lo scavo di terreno (AC.02), l'esecuzione di opere in terra (AC.04), nonché la presenza di stoccaggi di terre ed inerti (AC.09), ritenendo invece trascurabile il contributo in termini di emissioni inquinanti derivante dall'operatività dei mezzi d'opera (AC.07). Per quanto concerne inoltre le emissioni inquinanti prodotte dal traffico veicolare di cantierizzazione si ricorda che, come anticipato (cfr. par. 2.2.1), il valore di detti flussi risulta di così ridotta entità da poter ragionevolmente ritenere trascurabile il relativo contributo inquinante.

A partire da detta iniziale individuazione delle Azioni di progetto alla base della produzione di emissioni polverulenti, secondo la metodologia di lavoro riportata all'allegato SIA.A04, nell'ambito del presente capitolo l'attenzione è stata rivolta verso la situazione maggiormente critica, "worst case", intesa come quella condizione data dalla compresenza delle azioni maggiormente rilevanti dal punto di vista emissivo.

Al fine di poter stimare tale aspetto si è fatto riferimento a modelli matematico-previsionali ed in particolare al codice di calcolo Aermod.

Attraverso l'uso di software di simulazione della diffusione degli inquinanti, ossia delle concentrazioni, è possibile stimare i livelli previsionali di inquinamento e confrontarli con gli attuali limiti normativi. Questo permette di valutare, oltre al rispetto dei valori soglia per la salute umana, le eventuali misure di mitigazione, necessarie all'abbattimento degli inquinanti sia in prossimità della sorgente che dei

ricettori stessi. Per la descrizione del software e la metodologia applicata si rimanda all'Allegato SIA.A04.

## 3.2 Gli input territoriali

### 3.2.1 I dati meteorologici

Il primo input di calcolo per la stima delle concentrazioni, e di conseguenza per il funzionamento del modello matematico, sono i dati meteorologici. Per tali dati, si è fatto riferimento ai dati forniti dall'Aeronautica Militare relativi alla stazione meteorologica di Bergamo Orio al Serio dell'anno 2015, gli stessi utilizzati per le simulazioni allo scenario ante operam.

Tali dati sono stati poi elaborati al fine di renderli compatibili con i formati previsti dal processore meteorologico AERMET.

### 3.2.2 I dati Orografici

Il secondo gruppo di parametri territoriali da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si innesta. Il software Aermod View, grazie al processore territoriale AERMAP permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 3-1.

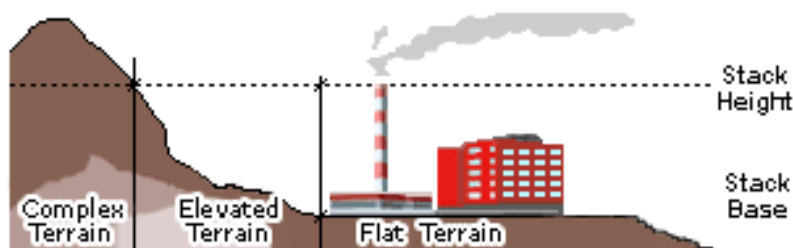


Figura 3-1 - Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area aeroportuale di Bergamo Orio al Serio, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "flat" (piatta) in quanto non sono presenti condizioni orografiche complesse nell'immediato intorno delle aree di lavoro e del sedime stesso.

## 3.3 Gli input progettuali

### 3.3.1 La definizione delle sorgenti

#### 3.3.1.1 Aspetti generali

Il criterio sulla scorta del quale si è proceduto alla definizione delle sorgenti di cantiere rispetto alle quali stimare le concentrazioni degli inquinanti in atmosfera, è stato quello di considerare le lavorazioni maggiormente critiche in termini di quantità di terra movimentata e contemporaneità di più lavorazioni all'interno di una giornata.

In tal senso si è scelto di simulare quegli interventi che massimizzano la diffusione di emissioni in atmosfera e che, nel caso specifico, sono rappresentati dalla realizzazione del "sistema delle taxiway e altri interventi sulle infrastrutture di volo", descritti nella Scheda 3.2 del PSA 2016-2030.

Oltre agli interventi previsti in contemporanea, presenti nella scheda appena citata, sono stati considerati tutti gli altri interventi, di entità inferiore, la cui realizzazione è prevista nel medesimo intervallo temporale, al fine di simulare la condizione peggiore in termini di concentrazioni in atmosfera. L'intervento effettivo preso come riferimento per le simulazioni in fase di cantiere è, quindi, composto dalle seguenti opere:

1. Deicing Nord Est;
2. Taxiway per deicing Nord Est;
3. Completamento Via di rullaggio W e nuovo raccordo BB;
4. Struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 e 2 del Lotto 2;
5. Hangar - nuovo edificio zona nord;
6. Uffici enti di Stato e Gestore – nuovi edifici;
7. Urbanizzazione area merci lotto 2;

Con riferimento alle azioni correlate alla fase di cantierizzazione è stato necessario determinare quali lavorazioni potessero influenzare maggiormente la qualità dell'aria.

In coerenza alla metodologia applicata, infatti, è necessario definire all'interno del software di simulazione le sorgenti che possono generare emissioni e, conseguentemente, generare interferenza con la componente in esame.

Nel caso specifico sono state individuate diverse aree di cantiere, esemplificate in due tipologie differenti: i cantieri infrastrutturali e le aree di stoccaggio.

Relativamente ai primi, rappresentati dalle attività che si effettuano sulle aree operative, ovvero sulle infrastrutture di progetto, si distinguono:

- Cantiere Infrastrutturale del Deicing Nord Est;
- Cantiere Infrastrutturale delle Taxiway per deicing Nord Est;
- Cantiere Infrastrutturale del completamento Via di rullaggio W e nuovo raccordo BB;
- Cantiere Infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 Lotto 2;
- Cantiere Infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 2 Lotto 2;
- Cantiere Infrastrutturale dell'hangar - nuovo edificio zona nord;
- Cantiere Infrastrutturale degli uffici enti di Stato e Gestore – nuovi edifici;
- Cantiere Infrastrutturale dell'urbanizzazione dell'area merci lotto 2;

Per quanto riguarda la seconda tipologia, invece, si fa riferimento ad un'unica area di stoccaggio, ossia un'area di deposito temporaneo del terreno vegetazionale.

La Figura 3-2 riporta una visione complessiva della localizzazione dei cantieri appena descritti.

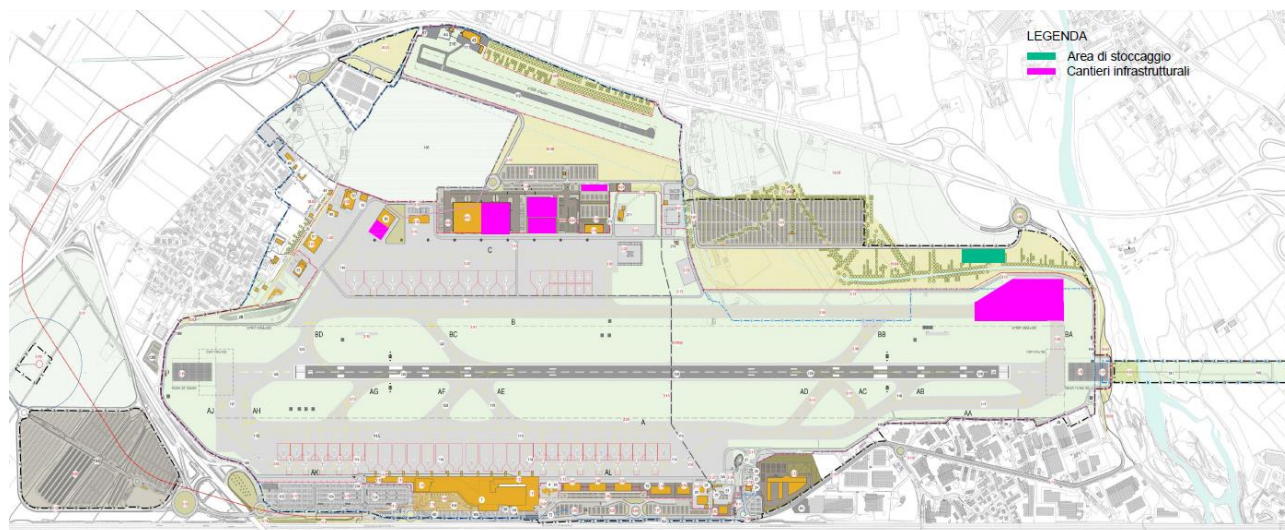


Figura 3-2 - Layout cantieri infrastrutturali (in viola) e area di stoccaggio (in verde)

Nel proseguo della presente trattazione ed in relazione alle lavorazioni previste per l'opera in progetto, verranno definiti i fattori di emissione relativi ai cantieri appena definiti.

E' in ultimo opportuno ricordare che la scelta di tali sorgenti ha seguito il principio metodologico del *Worst Case Scenario*, definendo quindi le attività maggiormente critiche in relazione alle emissioni correlate all'attività nonché alla loro vicinanza con i ricettori.

Come definito nei paragrafi precedenti, al fine di poter procedere con le stime previsionali relativamente all'inquinamento atmosferico occorre definire tutti gli input progettuali di riferimento. Nei paragrafi introduttivi è stato definito come l'inquinante prodotto correlato all'attività del cantiere infrastrutturale sia il PM<sub>10</sub>. Rispetto a tale inquinante i limiti individuati dalla normativa sono quelli indicati nella seguente Tabella 3-1.

Periodo di mediazione	Valore limite
1 Giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 3-1 - Limiti Normativi Concentrazioni PM10

La definizione dell'inquinante permette di definire in maniera implicita il periodo di mediazione rispetto al quale effettuare le analisi. Si ricorda inoltre che occorre verificare che il valore massimo giornaliero simulato sia inferiore al valore limite giornaliero.

Inoltre, qualora il valore di concentrazione giornaliero massimo risulti al di sotto della soglia prevista per il periodo di mediazione dell'anno civile, sarà verificato anche il periodo annuale, poiché i restanti giorni dell'anno presenteranno valori sicuramente inferiori, e pertanto la media rispetto all'anno solare, risulterà al di sotto del valore del *Worst Case Scenario* e quindi all'interno dei limiti normativi previsti.

Una volta fissato l'inquinante ed i periodi di mediazione è possibile quindi indagare le attività che avvengono all'interno del sedime e conseguentemente definire il valore dei singoli fattori di emissione, ovvero le emissioni totali.

Dal punto di vista modellistico si procederà, quindi, con l'individuazione delle sorgenti emmissive e dei punti di calcolo attraverso i quali il modello sarà in grado di restituire le curve di isoconcentrazione previsionali.

Riassumendo il processo articolato nei paragrafi successivi si individuano i seguenti punti:

- definizione dello schema di funzionamento del cantiere al fine di individuare tutte le attività che possano interferire con la componente in esame;
- calcolo dei fattori di emissione correlati alle attività individuate nel punto precedente;
- schematizzazione delle sorgenti nel modello;
- definizione dei punti di calcolo.

Terminate tali attività è possibile calcolare l'output al fine di poter effettuare le verifiche con i limiti di normativa.

### 3.3.1.2 Il Cantiere Infrastrutturale del Deicing Nord Est

La realizzazione del Deicing Nord Est, prevista alla fine della taxiway B, in prossimità della testata 28, interessa in parte un'area esterna al sedime aeroportuale attuale, perciò sarà necessario acquisire parte delle aree agricole nel Comune di Seriate collocate subito a nord est del sedime. Tali aree non presentano particolari vincoli che possano compromettere lo sviluppo aeroportuale, infatti essendo aree agricole gli strumenti urbanistici ne confermano la destinazione d'uso a servizio dell'aeroporto.

La piazzola sarà dotata di opportuni impianti di raccolta e/o trattamento del liquido antigelo, nonché di illuminazione e di area di sosta per i mezzi. Si ipotizza la realizzazione di più vasche interrate modulari per una capacità stimata totale pari a circa 70 mc per la raccolta dei reflui delle operazioni di de-icing che saranno inviati allo scarico in roggia previo trattamento.

In relazione a quanto definito nella parte introduttiva della cantierizzazione è possibile fare riferimento alle attività elementari, necessarie alla realizzazione delle singole opere previste.

Nel caso specifico dell'ampliamento del Deicing Nord Est, le attività elementari possono essere esemplificate nelle seguenti lavorazioni.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento
L04	Formazione rilevati
L05	Rinterri

Cod.	Attività elementare
L06	Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni
L09	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso
L10	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato cementizio
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-2 Lavorazioni previste per il Deicing Nord Est

In relazione all'inquinamento atmosferico, le attività da considerarsi come maggiormente critiche sono quelle relative alla movimentazione e produzione di materiale polverulento.

In particolare occorre analizzare differenti aspetti:

- le lavorazioni più critiche rispetto all'aspetto della movimentazione e produzioni di materiale polverulento;
- la contemporaneità di più attività nel tempo;
- la sovrapposizione degli effetti in termini spaziali delle diverse attività.

In altre parole quello che occorre analizzare al fine di indentificare lo scenario peggiore non è solamente l'attività più critica, ma la somma delle attività che avvengono in contemporanea. Inoltre, occorre valutare anche la localizzazione dei cantieri al fine di massimizzare la possibile sovrapposizione degli effetti in termini di concentrazioni in atmosfera di PM<sub>10</sub>.

Dall'analisi del cronoprogramma è stato possibile verificare contemporaneamente la localizzazione spazio-temporale delle diverse attività e la natura delle attività stesse.

Da tale analisi è emerso come le attività più critiche per la realizzazione del Deicing Nord Est, sono la L01 "Scotico" e la L02 "Scavo di sbancamento".

### 3.3.1.3 Il Cantiere Infrastrutturale delle Taxiway per deicing Nord Est

Allo scopo di migliorare l'operatività dello scalo attraverso l'incremento della capacità di movimenti a terra, si prevede la realizzazione di una nuova via di rullaggio sul lato nord del sedime, in grado di collegare il piazzale aeromobili (nella sua configurazione al 2020) con la testata est della pista di volo.

Le attività elementari necessarie alla realizzazione delle taxiway in esame possono essere sintetizzate come segue.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento
L04	Formazione rilevati
L05	Rinterri
L06	Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni

Cod.	Attività elementare
L09	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso
L10	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato cementizio
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-3 Lavorazioni previste per le taxiway per Deicing Nord Est

Come già visto per il cantiere precedente le attività maggiormente critiche risultano essere quelle caratterizzata dagli scavi (L01/L02).

#### 3.3.1.4 Il Cantiere Infrastrutturale del completamento Via di rullaggio W e nuovo raccordo BB

Come per la realizzazione dell'area deicing sarà necessario acquisire parte delle aree agricole nel comune di Seriate collocate subito a nord est del sedime aeroportuale attuale.

I vantaggi di tale intervento riguardano una gestione più fluida e continua dello sviluppo del traffico aereo atteso e la facilitazione dell'uso della pista di decollo in entrambi i sensi.

Le attività elementari necessarie al completamento della Via di rullaggio W e alla realizzazione del nuovo raccordo BB sono definite nella tabella sottostante.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento
L04	Formazione rilevati
L05	Rinterri
L06	Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni
L09	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso
L10	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato cementizio
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-4 Lavorazioni previste per il completamento della taxiway W e del raccordo BB

Come per gli altri due cantieri infrastrutturali prima descritti le attività maggiormente critiche in termini di inquinamento atmosferico sono caratterizzate dalla L01 e dalle L02, per le quali è prevista la movimentazione di terra attraverso lo scavo di materiale, con il conseguente incremento di polveri sottili in atmosfera.

#### 3.3.1.5 Il Cantiere Infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 Lotto 2

L'intervento in esame è inserito all'interno di un intervento più ampio costituito dalla realizzazione di diverse strutture merci e di nuovi servizi aeroportuali che interessano il quadrante nord ovest del sedime aeroportuale esistente e comporteranno l'acquisizione di una ridotta porzione dell'area

militare confinante. Sia le strutture landside che quelle airside si trovano nel territorio comunale di Orio Al Serio e si collocheranno a una distanza di 600 m circa dai centri abitati limitrofi.

L'edificio in esame è caratterizzato dalle seguenti lavorazioni.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento
L08	Posa in opera di elementi prefabbricati
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-5 Lavorazioni previste per la struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 Lotto 2

Le attività critiche dal punto di vista della componente atmosfera sono costituite da quelle relative agli scavi, quali la L01 e la L02.

#### 3.3.1.6 Il Cantiere Infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 2 Lotto 2

Come il cantiere precedente, l'intervento in esame è inserito all'interno dello stesso intervento costituito dalla realizzazione di diverse strutture merci e di nuovi servizi aeroportuali che interessano il quadrante nord ovest del sedime aeroportuale esistente.

L'edificio in oggetto è caratterizzato dalle seguenti lavorazioni.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento
L08	Posa in opera di elementi prefabbricati
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-6 Lavorazioni previste per la struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 Lotto 2

Le attività critiche dal punto di vista della componente atmosfera sono costituite da quelle relative agli scavi, quali la L01 e la L02.

#### 3.3.1.7 Il Cantiere Infrastrutturale dell'hangar - nuovo edificio zona nord

L'area oggetto dell'intervento, attualmente libera da edificazioni, si trova nella parte nord del sedime, in adiacenza alla struttura di recente realizzazione. L'edificio è costituito da un corpo unico in cui lo spazio più ampio è destinato alla sosta del mezzo ed i locali attorno sono destinati a depositi, a magazzini, ad uffici amministrativi e tecnici e a locali di servizio (bagni e spogliatoi) per gli addetti. All'interno dell'hangar verrà realizzato anche un piano mezzanino che ospiterà la pedana mobile a scorrimento, necessaria per le operazioni di avvicinamento all'aeromobile, e un deposito posto al piano primo.



Le attività elementari necessarie alla costruzione dell'edificio sono di seguito riportate.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento
L08	Posa in opera di elementi prefabbricati
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-7 Lavorazioni previste per l'hangar – nuovo edificio zona nord

Le attività maggiormente critiche sono costituite dalla L01 e dalla L02 in cui sono previsti gli scavi che provocano l'innalzamento di polveri in atmosfera.

### 3.3.1.8 Il Cantiere Infrastrutturale degli uffici enti di Stato e Gestore – nuovi edifici

I due edifici sono situati all'interno del sedime aeroportuale, presso il lotto che ospiterà il nuovo terminal di Aviazione Generale e sono destinati ad ospitare gli uffici degli enti di Stato e Gestore. Per la realizzazione di questi sono necessarie diverse lavorazioni, di seguito elencate.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento
L08	Posa in opera di elementi prefabbricati
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-8 Lavorazioni previste per gli uffici enti di Stato e Gestore – nuovi edifici

Anche in questo caso, come per tutti gli altri cantieri infrastrutturali le attività critiche sono rappresentate dalla L01 e dalla L02.

### 3.3.1.9 Il Cantiere Infrastrutturale dell'urbanizzazione dell'area merci lotto 2

L'intervento in esame è relativo alla realizzazione delle opere di urbanizzazione del lotto 2 che comprendono i piazzali per la movimentazione e la sosta dei mezzi pesanti e leggeri di pertinenza dei due nuovi magazzini destinati al trasporto merci e ai servizi aeroportuali nell'ambito nord del sedime.

Le attività elementari necessarie alla realizzazione dell'intervento in esame sono definite di seguito.

Cod.	Attività elementare
L01	Scotico
L02	Scavo di sbancamento

Cod.	Attività elementare
L08	Posa in opera di elementi prefabbricati
L11	Trasporto dei materiali

Tabella 3-9 Lavorazioni previste per l'urbanizzazione area merci lotto 2

Tra le attività critiche si evidenziano la lavorazione L01 e la L02 relative alle attività di scavo.

### 3.3.1.10 L'area di stoccaggio

Per la gestione dell'intera fase di cantierizzazione, in particolare per la gestione del terreno vegetale, è prevista un'area di stoccaggio.



Figura 3-3 Schematizzazione area di stoccaggio

### 3.3.2 Il traffico di cantiere

Il traffico generato dal cantiere è stato considerato trascurabile per la bassa entità di traffici, pari a circa 10 autocarri l'ora, ma soprattutto per la presenza dell'area di stoccaggio interna al sedime aeroportuale che fa sì che le emissioni in atmosfera rimangano interne all'area aeroportuale senza generare interferenze con le aree circostanti e con i ricettori sensibili.

Per tali ragioni, all'interno delle simulazioni in fase di cantiere, il traffico indotto dal cantiere stesso non è stato considerato.

Con la finalità di prevedere comunque durante la cantierizzazione la minimizzazione della diffusione delle emissioni in atmosfera si prevedono delle azioni di mitigazione, riportate nel Par. 3.6.

### 3.3.3 I fattori di emissione per i cantieri infrastrutturali

Definite le attività del cantiere infrastrutturale ed indentificate le principali sorgenti emissive è possibile stimare a livello quantitativo le concentrazioni di inquinante emesso dalle sorgenti stesse. In particolare, i fattori di emissione rappresentano la capacità unitaria di emissione delle attività che si stanno analizzando.

Il fattore di emissione rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attive", permette il calcolo le emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tali valori si è ricorso ai dati bibliografici messi a disposizione dalla U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) Emission Factors&AP42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factor"<sup>4</sup>. In tale documento sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

Con riferimento alle attività che avvengono in tale fase progettuale considerate nella definizione del worst case, ossia principalmente le attività di scavo e riporto, occorre fare riferimento ad attività analoghe presenti all'interno del documento sopracitato, in particolare al capitolo 13 "Miscellaneous Sources" e più specificatamente al paragrafo 13.2.4 "Aggregate Handling And Storage Piles".

Il modello considera le operazioni di carico e scarico dai camion nel realizzare e movimentare materiale dai cumuli. In particolare il fattore di emissione è dato dall'equazione:

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} [kg/t]$$

Il fattore di emissione pertanto dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare, della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di Tabella 3-10.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 3-10 - Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

<sup>4</sup> Compilation of Air Pollutant Emission Factors – Volume I: Stationary Point and Area Sources AP – 42 Fifth Edition January 1995 Office Of Air Quality Planning And Standards – Office Of Air And Radiation – Research Triangle Park, NC 27711.

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla Tabella 3-11.

Ranges Of Source Conditions			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Tabella 3-11 - Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Con riferimento ai valori dei coefficienti assunti per l'analisi si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 3 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M = percentuale di umidità considerata pari alla massima dell'intervallo per l'area in esame 4,8;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10.

Per il calcolo dei fattori di emissione dei cantieri infrastrutturali sono state effettuate delle ipotesi sui tempi di realizzazione delle attività maggiormente critiche caratterizzate dagli scavi. In particolare per i primi tre cantieri infrastrutturali, caratterizzati dalla realizzazione delle taxiway, si è ipotizzato come tempo di realizzazione l'intera durata dell'intervento, poiché si ipotizza di realizzare lo scavo e tutte le altre lavorazioni suddividendo l'area di intervento in diversi tratti.

Al contrario per gli altri cantieri, caratterizzati principalmente dalla realizzazione di edifici, si è ipotizzata la realizzazione dello scavo totalmente nella prima parte dell'intervento, per una durata pari a circa il 20% del tempo totale previsto per lo specifico intervento.

Alla luce di tali considerazioni di seguito si riportano i fattori di emissione calcolati per i cantieri infrastrutturali, utilizzati in fase di simulazione.

Fattori di emissione	
Cantiere infrastrutturale	Fattore di emissione [g/s]
Deicing Nord est	0,00062
Taxiway per deicing Nord Est	0,00141
Completamento via di rullaggio W e bretella BB	0,00190
Struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 lotto 2	0,00110
Struttura merci e servizi aeroportuali – Edificio 2 lotto 2	0,00081
Hangar – Nuovo edificio zona nord	0,00044
Uffici enti di Stato e Gestore – nuovi edifici	0,00059
Urbanizzazione area merci lotto 2	0,00131

Tabella 3-12 - Fattori di emissione riferiti ad ogni cantiere infrastrutturale

### 3.3.4 I fattori di emissione per l'area di stoccaggio

Con riferimento all'unica area di stoccaggio prevista, in relazione alle attività in essi presenti e con specifico riferimento alle polveri e al PM<sub>10</sub> in particolare, è stata considerata come unica sorgente di emissione lo stoccaggio di materiale inerte in cumuli.

Rispetto a tale azione, l'attività generante polveri in atmosfera è correlata all'erosione del vento sui cumuli stoccati. Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA.

In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di "movimentazioni" ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto da:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a "movimentazioni" e P<sub>i</sub> è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 3-13 - Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Il fattore N, invece, dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera, in considerazione delle diverse tempistiche con cui possono essere approvvigionati i diversi cumuli, pertanto N è stato posto pari ad un movimento orario nell'arco 8-20 più il valore massimo orario nell'arco 20-8.

In ultimo, l'erosione potenziale, P<sub>i</sub>, parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u\* rappresenta la velocità di attrito.

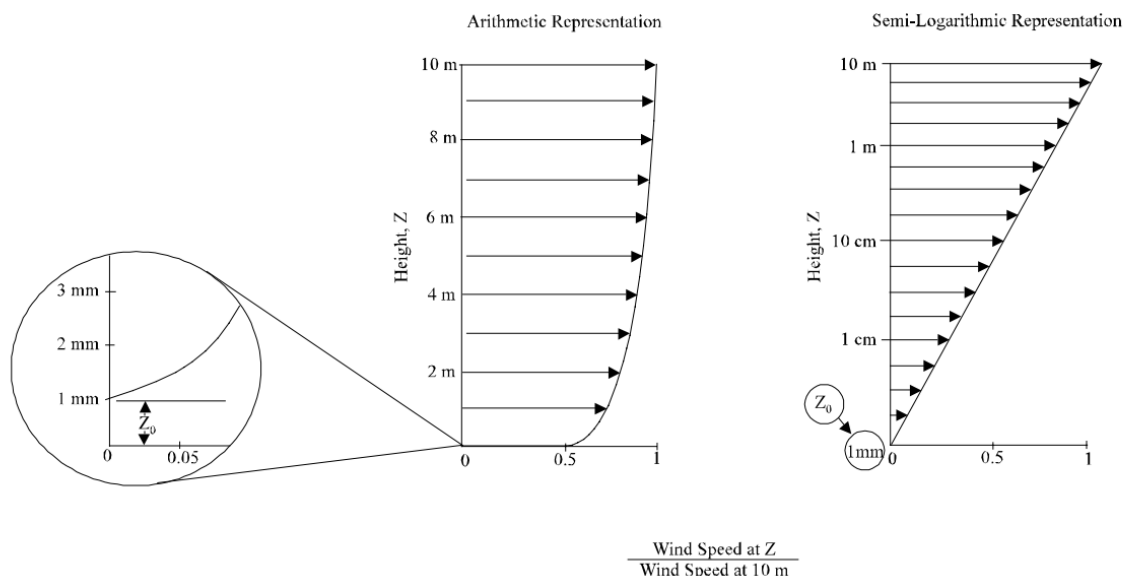


Figura 3-4 - Illustrazione del profilo logaritmico della velocità fonte: EPA AP42

L'erosione potenziale pertanto dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedures published by W. S. Chepil). Tuttavia in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 3-14.

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Tabella 3-14 - Valore di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui  $u_{10}^+$  è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati. E' importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto altezza su base sia inferiore a 0,2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologia di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di  $u^*$  supera il valore di  $u_t^*$ . A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe "roadbed material".

Nel calcolo di  $u_{10}^+$  è stata considerata anche la presenza di eventuali raffiche. Ordinando i valori in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 3-5.

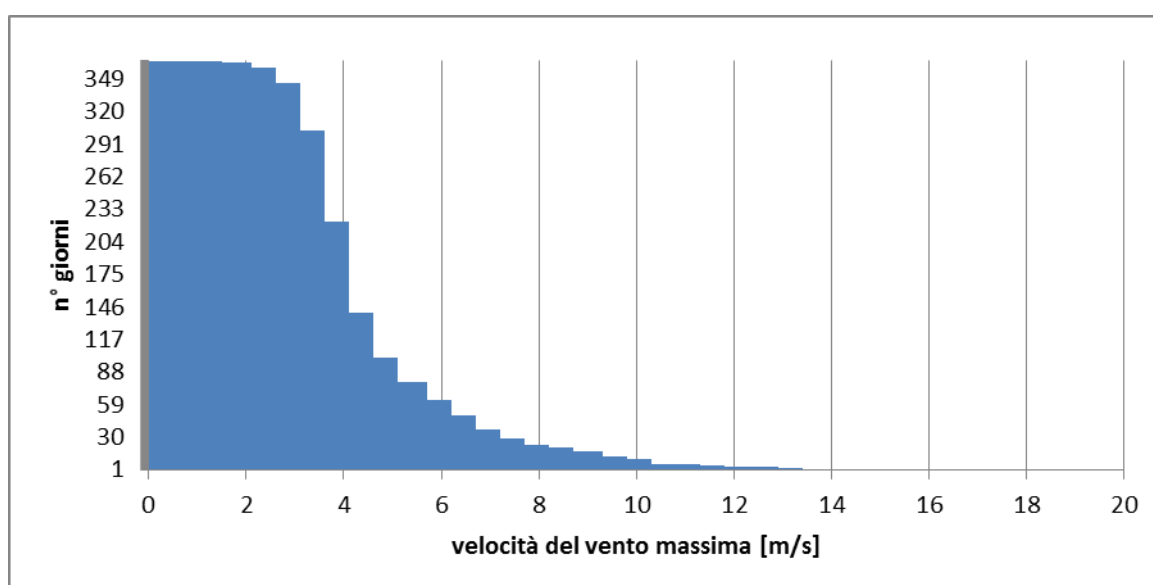


Figura 3-5 - Velocità del vento massima, ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di  $u^*$  così come riportato in Figura 3-6.

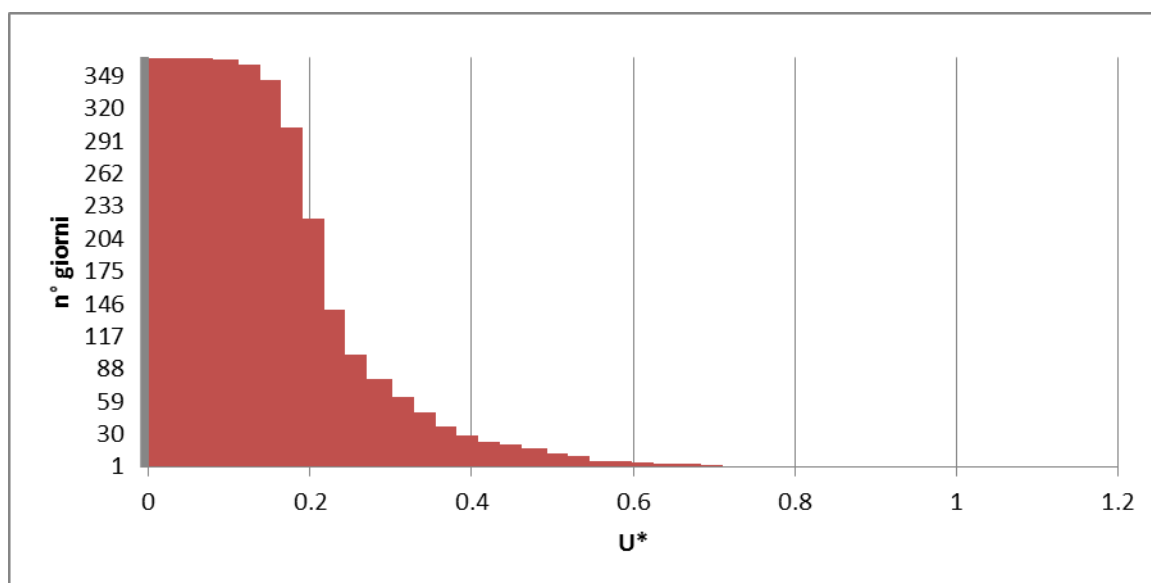


Figura 3-6 - Valori di  $u^*$ , ordinati in senso crescente

Dal grafico appare del tutto evidente come  $u^*$  assuma valori sempre inferiori a  $U^*t$ , pari a 1,33. Pertanto le emissioni generate dai cantieri base, in termini di erosione di cumuli, possono ritenersi trascurabili e non verranno considerate nelle simulazioni.

### 3.3.5 La modellazione delle sorgenti in Aermod View

Una volta definite le metodologie per la stima dei fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello le diverse sorgenti, schematizzandole a seconda che si trattasse di sorgenti convogliate o diffuse, rispettivamente con delle sorgenti puntuali o areali.

Alla luce delle analisi condotte nei paragrafi precedente, all'interno del modello di simulazione sono state considerate esclusivamente le emissioni diffuse, schematizzate come sorgenti areali, con riferimento alle sorgenti caratterizzate dalle lavorazioni svolte nei cantieri infrastrutturali, operativi. In linea generale i dati richiesti dal software sono quelli mostrati in Figura 3-7.



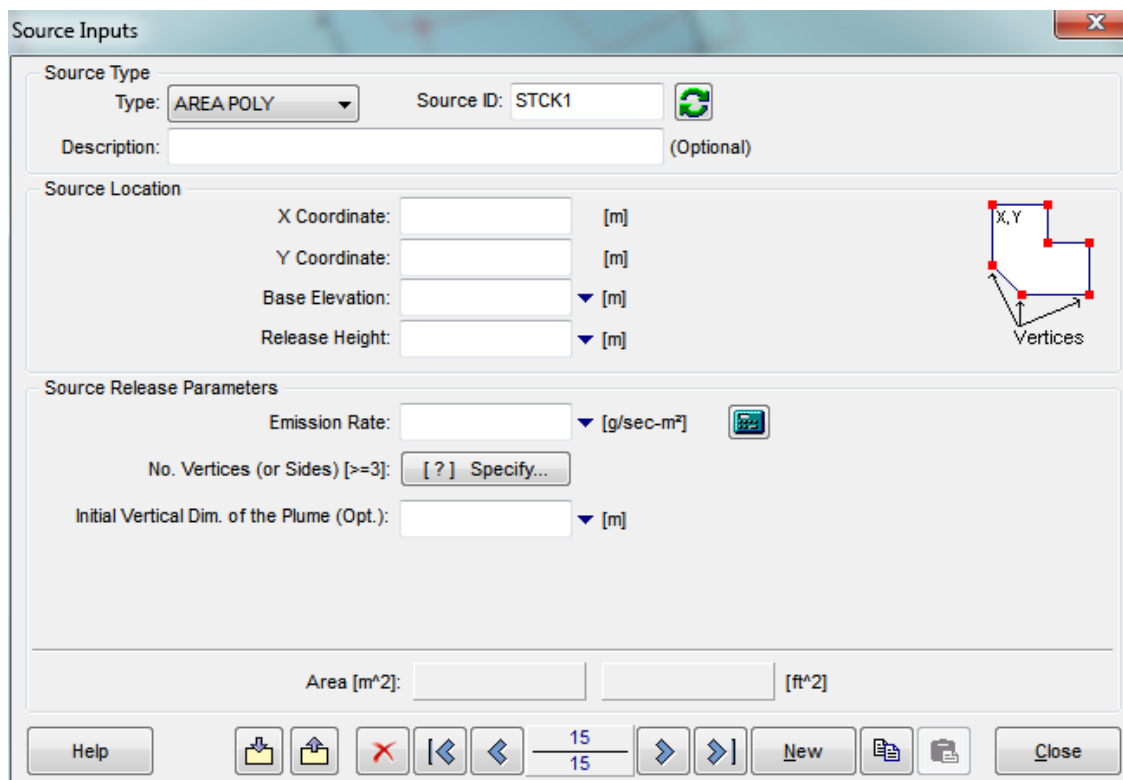


Figura 3-7 - Tipologico input per sorgenti areali software Aermid View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X,Y rispetto al baricentro della sorgente;
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente;
- altezza della sorgente;
- fattore di emissione espresso in g/s\*m2.

Per quanto concerne i dati progettuali, eccezion fatta per le emissioni, è possibile fare riferimento alla Tabella 3-15.

Sigla cantieri	Coordinate	Altezza terreno	Altezza sorgente
C1	X=556.490,9 Y=5.057.313,0	0	2
C2	X=556.325,3 Y=5.057.282,0	0	2
C3	X=556.325,0 Y=5.057.282,0	0	2
C4	X=554.714,4 Y=5.058.035,0	0	2
C5	X=554.854,9 Y=5.057.947,0	0	2

Sigla cantieri	Coordinate	Altezza terreno	Altezza sorgente
C6	X=554.301,5 Y=5.057.947,0	0	2
C7	X=555.065,5 Y=5.058.045,0	0	2
C8	X=554.872,9 Y=5.058.018,0	0	2

Tabella 3-15 - Dati di input caratterizzanti la sorgente in fase di Cantiere

I cantieri sono così identificati:

- C1: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale del Deicing Nord Est – Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento;
- C2: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale della taxiway per deicing Nord Est – Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento;
- C3: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale del completamento della via di rullaggio W e nuovo raccordo BB – Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento;
- C4: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali edificio 1 del lotto 2 – Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento;
- C5: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale della struttura merci e servizi aeroportuali edificio 2 del lotto 2 – Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento;
- C6: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale dell'hangar nuovo edificio zona nord – Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento;
- C7: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale degli uffici enti di Stato e Gestore nuovi edifici – Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento;
- C8: Area di lavorazione cantiere infrastrutturale dell'urbanizzazione area merci lotto 2– Realizzazione dello scoticamento e dello scavo di sbancamento.

Per i fattori di emissione imputati in g/s e poi trasformati in maniera automatica dal software in g/s m<sup>2</sup> è possibile fare riferimento alla Tabella 3-16. E' opportuno ricordare come, per le emissioni diffuse si fa unicamente riferimento alla produzioni di polveri, in termini di PM10.

Fattore di emissione	Cantiere	Fattore di emissione [g/s]
PM <sub>10</sub>	C1	0,00062
	C2	0,00141
	C3	0,00190
	C4	0,00110
	C5	0,00081
	C6	0,00044
	C7	0,00059

Fattore di emissione	Cantiere	Fattore di emissione [g/s]
	C8	0,00131

Tabella 3-16 - Fattori di emissione imputati nel modello Aermod View fase di cantiere

E' possibile, invece, fare riferimento alla Figura 3-8 per la localizzazione sul territorio delle sopracitate aree operative di lavorazione.



Figura 3-8 - Schematizzazione Sorgenti Areali, visione d'insieme

Al fine di considerare la condizione più critica in termini di inquinamento atmosferico generato in fase di cantierizzazione, si è proceduto con un'unica simulazioni che tenesse conto della contemporaneità temporale di tutte le attività di cantiere sopra descritte.

### 3.4 Definizione dei punti di calcolo

#### 3.4.1 La maglia di calcolo

Ultimo step dell'analisi prima dell'effettuazione dei calcoli previsionali è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi è stata definita una maglia di punti di calcolo le cui caratteristiche sono sinteticamente riportate in Tabella 3-17. Al fine, poi, di avere contezza del territorio coperto dalla maglia è possibile fare riferimento alla Figura 3-9.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	555.191,2
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	5.057.619,0
<b>Passo lungo l'asse X</b>	450
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	450
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	15
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	15
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	225
<b>Altezza relativa dal suolo</b>	1,8

Tabella 3-17 - Coordinate maglia dei punti di calcolo



Figura 3-9 - Maglia dei punti di calcolo in riferimento al territorio in esame

### 3.4.2 I ricettori di riferimento

Per il calcolo delle concentrazioni generate dalle attività di cantiere sopra identificate, si è fatto riferimento ad alcuni punti ricettori. La logica con cui sono stati scelti ricade nella definizione di ricettori maggiormente interferiti dalle lavorazioni ovvero più prossimi alle aree di cantiere, al fine di poter verificare la necessità di eventuali misure ed operazioni di mitigazione.

I ricettori così individuati sono caratterizzati dai quattro nuclei abitativi più vicini all'area aeroportuale, come rappresentato in Tabella 3-18.


Localizzazione	Punto	Coordinate X	Coordinate Y
	C1	553.828,00	5.058.215,00
	C2	552.555,00	5.056.713,00
	C3	556.285,00	5.056.388,00
	C4	555.681,00	5.058.307,00

Tabella 3-18 - Punti ricettori Fase Cantiere

### 3.5 I dati di output

Nelle figura sottostante si riportano i risultati ottenuti dalle simulazioni dello scenario di cantiere, relativi ai livelli di concentrazione di PM<sub>10</sub> che verranno generati dalle attività di cantiere considerate in tale analisi.

Si sottolinea come gli output della simulazione in fase di cantiere siano relativi esclusivamente alle concentrazioni di PM<sub>10</sub>, poiché trascurando altre sorgenti come il traffico veicolare e sorgenti puntuali non sarebbe stata significativa un'analisi sugli altri inquinanti.

I diversi cantieri infrastrutturali sono stati considerati insieme al fine di simulare la condizione più critica rappresentata dalla contemporaneità delle lavorazioni previste per i cantieri.

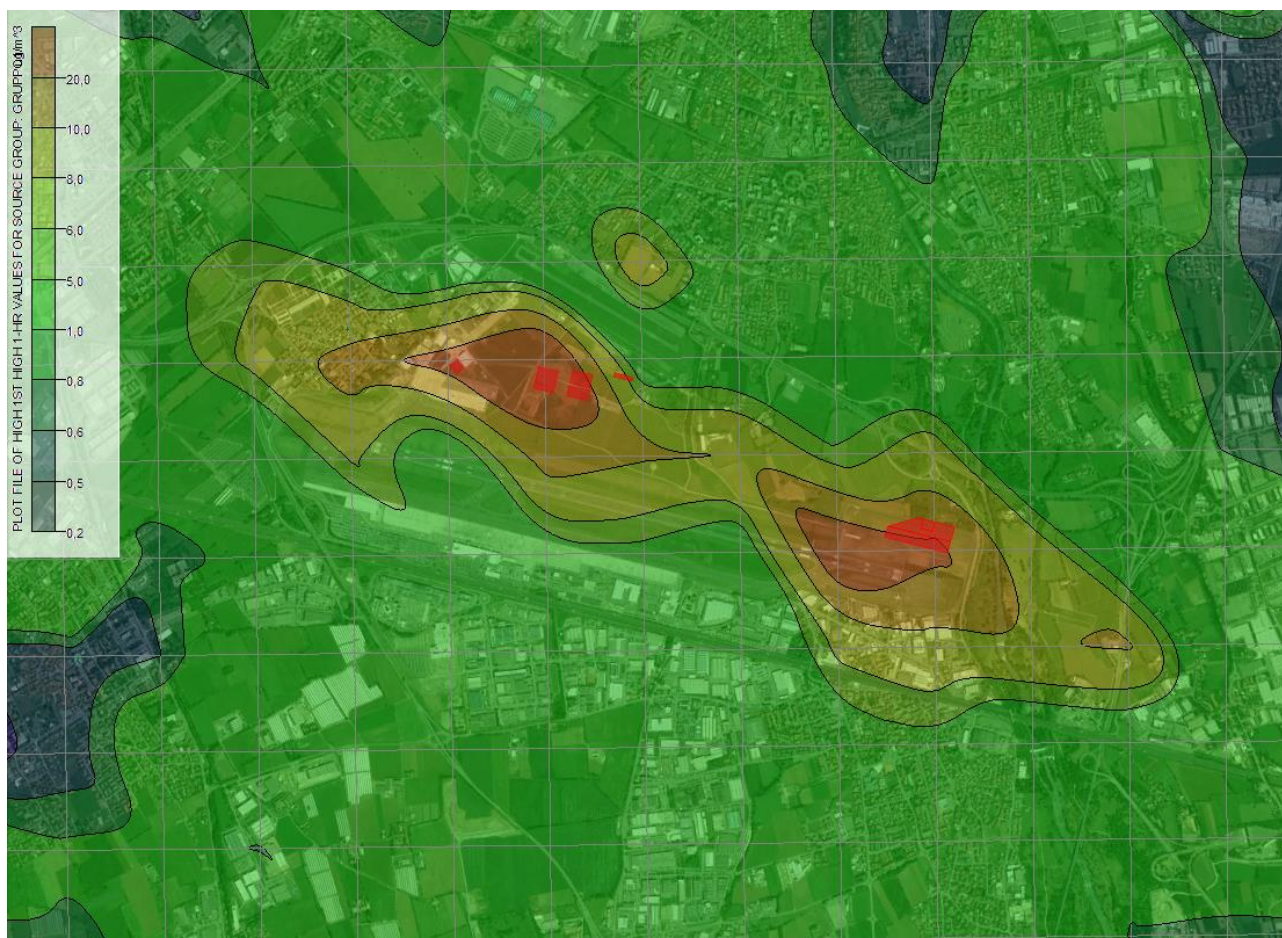


Figura 3-10 - Concentrazioni di PM<sub>10</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Cantieri infrastrutturali 1st valori media giornaliera

Da Figura 3-10 emerge come i valori più alti di concentrazione di PM<sub>10</sub> siano localizzati in prossimità degli edifici previsti a nord della pista di volo, con il massimo valore che sfiora i 15 µg/m<sup>3</sup>. Con riferimento ai punti ricettori scelti, invece, i valori di concentrazione registrati, relativi al massimo valore giornaliero di PM<sub>10</sub>, sono riportati in Tabella 3-19.

	C1	C2	C3	C4
Max media giornaliera PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	7,00	0,65	5,00	2,94

Tabella 3-19 - Valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> calcolati sui ricettori

Come si evince dai risultati del modello di simulazione, **per la fase di cantierizzazione non si rilevano criticità significative in termini di concentrazioni di PM<sub>10</sub>, poiché i valori registrati in corrispondenza dei punti ricettori sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi.**

### 3.6 Best practice per il cantiere

In relazione alle tipologie di attività descritte nei paragrafi precedenti, è possibile, ad ogni modo, prevedere delle misure di riduzione del fenomeno di dispersione delle polveri in atmosfera, al fine di limitare l'interferenza potenziale tra l'attività stessa e la componente in esame, indipendentemente dall'entità della lavorazione.

Vengono di seguito individuate, quindi, diverse *Best Practices* da adottare:

- bagnatura delle terre scavate e del materiale polverulento durante l'esecuzione delle lavorazioni: l'applicazione di specifici nebulizzatori e/o la bagnatura (anche tramite autobotti) permetterà di abbattere l'aerodispersione delle terre conseguente alla loro movimentazione. Tale misura sarà da applicare prevalentemente nei mesi aridi e nelle stagioni in cui si hanno le condizioni di maggior vento;
- copertura degli autocarri durante il trasporto del materiale: l'applicazione di appositi teloni di copertura degli automezzi durante l'allontanamento e/o l'approvvigionamento di materiale polverulento permetterà il contenimento della dispersione di polveri in atmosfera;
- limitazione della velocità di scarico del materiale: al fine di evitare lo spargimento di polveri, nella fase di scarico del materiale, quest'ultimo verrà depositato gradualmente modulando l'altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta;
- copertura e/o bagnatura di cumuli di materiale terroso stoccati: nel caso fosse necessario stoccare temporaneamente le terre scavate in prossimità dell'area di cantiere si procederà alla bagnatura dei cumuli o in alternativa alla copertura degli stessi per mezzo di apposite telonature mobili in grado di proteggere il cumulo dall'effetto erosivo del vento e limitarne la conseguente dispersione di polveri in atmosfera.

## 4 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

### 4.1 Inquadramento tematico

I temi affrontati nel presente capitolo e lo specifico profilo attraverso i quali questi sono stati indagati discendono dalle caratteristiche del contesto di intervento e segnatamente dall'assenza di produzioni agricole di particolare qualità e tipicità, tutelate ai sensi dell'articolo 21 del DLgs 228/2001.

A fronte di tale circostanza, l'attenzione è stata centrata sul tema del consumo di suolo, ossia nel fenomeno consistente nella variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) ad una copertura artificiale del suolo (suolo consumato), determinata dai processi insediativi e che comporta una perdita di funzionalità della risorsa suolo.

Ciò premesso e posto che le aree esterne all'attuale sedime aeroportuale interessate dalle opere di PSA2030 sono nella loro pressoché totalità di tipo agricolo, detta variazione di copertura di suolo è stata intesa in termini di consumo di superfici agricole e, conseguentemente, di riduzione a livello locale dell'idoneità e della funzionalità di tali superfici.

In tale ottica le Azioni di progetto all'origine dell'impatto indagato sono state identificate nell'approntamento delle aree di cantiere (AC.01), intendendo detta azione non solo limitatamente alla lavorazione di scotico dei terreni oggetto delle nuove realizzazioni, quanto più in generale nell'operazione di perimetrazione delle aree di cantiere operativo e, con essa, di espansione dell'area aeroportuale.

La stima del consumo delle superfici agricole è stata effettuata mediante l'individuazione delle tipologie delle aree agricole desunte dall'uso suolo della Regione Lombardia (Anno 2015) e di come le opere in progetto ne determinino una perdita ed una trasformazione definitiva in altra destinazione d'uso. La stima dell'interferenza è stata valutata sulla base della tipologia culturale sottratta, dell'estensione di territorio agricolo sottratto, in particolar modo riferito alla superficie agricola utilizzata di ogni tipologia culturale e dell'incidenza della sua perdita sul territorio locale.

### 4.2 Consumo di suolo: aree agricole

La gran parte del territorio oggetto di esame è stata trasformata ad opera dell'uomo da ormai molto tempo. Infatti, analizzando l'evoluzione dell'uso e copertura del suolo registrata nel periodo 1954-2015 a livello regionale, appare evidente la dinamica di crescita urbana che ha determinato un aumento delle aree antropizzate a discapito prevalentemente dei territori boscati e ambienti seminaturali e delle aree agricole (cfr. Figura 4-1).



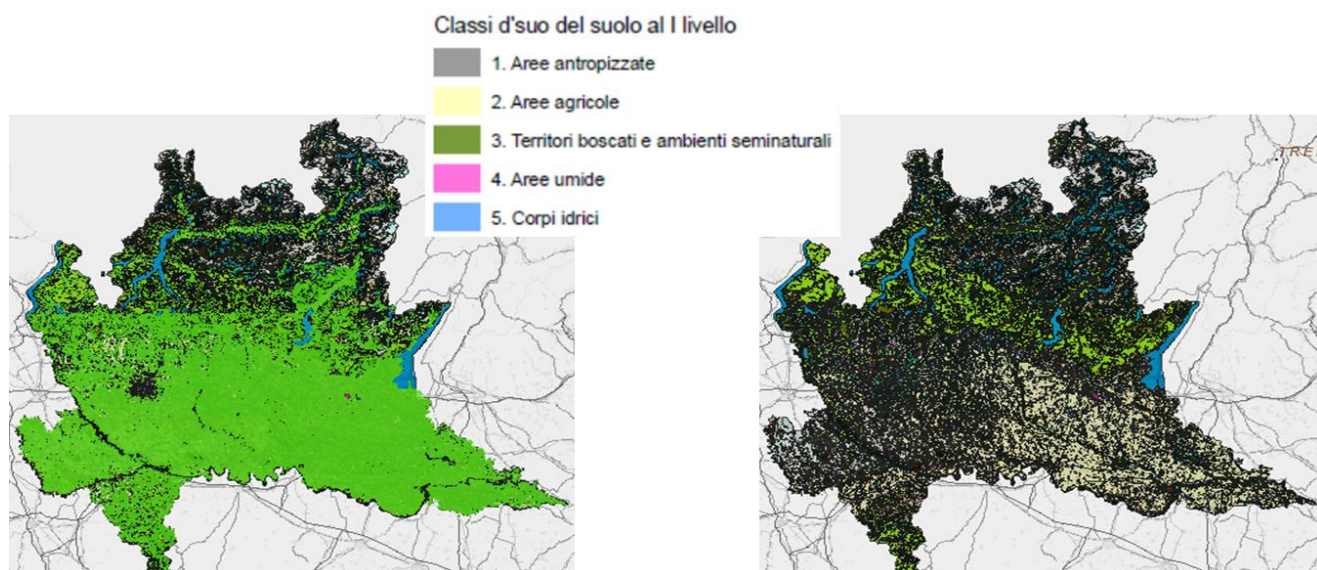


Figura 4-1 Uso e copertura del suolo nel 1954 (a sx) e nel 2015 (a dx) nella Regione Lombardia (Fonte: Uso del suolo storico 1954 e DusaF 5.0 – Uso del suolo 2015, Geoportale Regione Lombardia)

Riferendosi alle sole superfici agricole utilizzate, l'area in esame della provincia di Bergamo è caratterizzata prevalentemente da seminativi, e in misura ridotta da prati permanenti, colture orticole e floro-vivaistiche e vigneti (cfr. elaborato grafico "Carta del patrimonio agroalimentare"). Innanzitutto è necessario sottolineare come le superfici agricole utilizzate rappresentino, in termini di estensione superficiale, una parte dell'intero ambito di studio pari a circa il 37% e come di queste i seminativi ne costituiscano la maggior parte dell'estensione pari al 75 % (cfr. Figura 4-2).

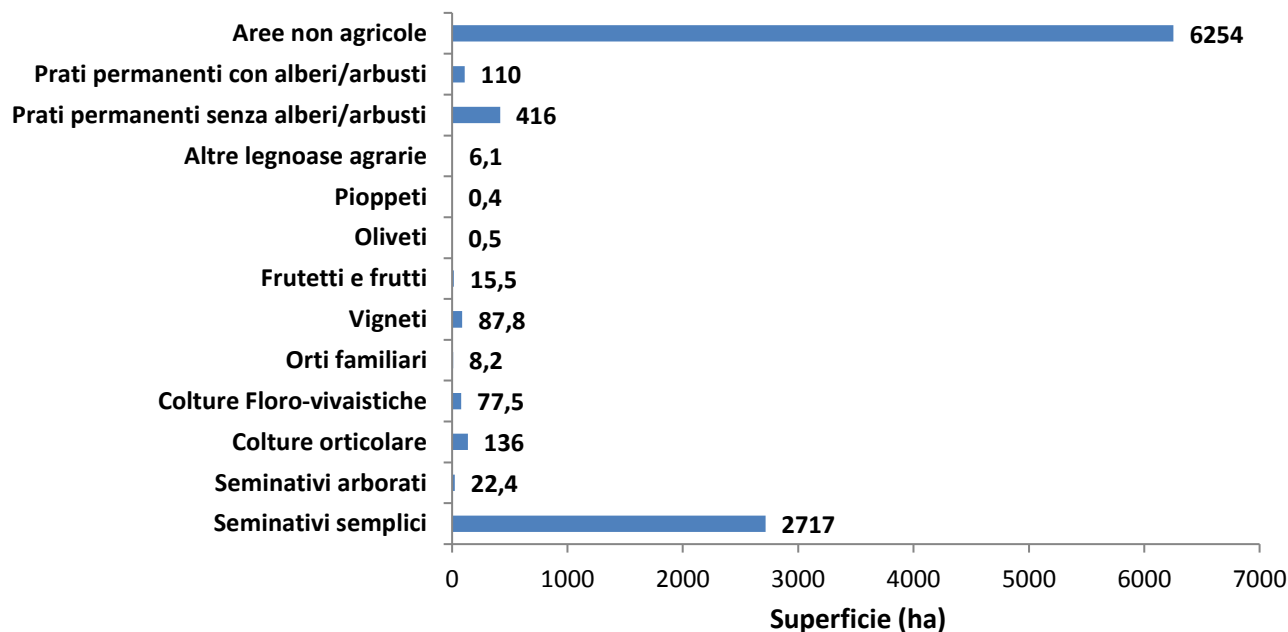


Figura 4-2 Contributo areale delle diverse classi colturali presenti nell'area di studio

Più nel dettaglio, gli interventi in progetto ricadono nei comuni di Bergamo, Grassobbio e Seriate, e, complessivamente, sottraggono 18,81 ha di seminativi, 0,23 ha di colture floro-vivaistiche e 6,91 ha di prati permanenti di cui 1,96 ha con la presenza di specie arboreo-arbustive e 4,95 ha senza specie arboreo-arbustive, per una superficie agricola totale di quasi 26 ha (cfr. Tabella 4-1).

<i>Tipologie agricole</i>	<i>Bergamo</i>	<i>Grassobbio</i>	<i>Seriate</i>	<i>Totale</i>
<b>Seminativi</b>	0,19	0,26	18,36	<b>18,81</b>
<b>Colture floro-vivaistiche</b>	0,23	0	0	<b>0,23</b>
<b>Prati permanenti</b>	2,36	0,27	4,28	<b>6,91</b>
di cui con specie arboreo-arbustive	0	0,01	1,95	1,96
di cui senza specie arboreo-arbustive	2,36	0,26	2,33	4,95

Tabella 4-1 Superfici agricole utilizzate (in ha) sottratte nelle aree di intervento

In generale, la Superficie Agricola Utilizzata SAU comprende le superfici sulle quali sono presenti seminativi, coltivazioni legnose agrarie, castagneti da frutto, prati permanenti, terreni destinati al pascolo e vivai. Non rientrano nella SAU ma nella superficie agricola non utilizzata quei terreni che sono temporaneamente inutilizzati ma sui quali la coltivazione potrebbe facilmente riprendere con pratiche agricole ordinarie. La somma della SAU e della superficie agricola non utilizzata fornisce la Superficie Agricola Totale SAT. La SAU è uno dei dati più importanti tra quelli rilevati dalle statistiche agricole, sia a livello aziendale sia per l'analisi di territori più o meno vasti. Essa è, infatti, in grado di fornire una descrizione del territorio effettivamente destinato ad attività agricole produttive. La sua incidenza sulla superficie totale di un territorio, ad esempio quella di un dato comune, rappresenta un indicatore dell'importanza che l'agricoltura ha nel territorio analizzato. L'evoluzione nel tempo del rapporto tra SAU e superficie comunale dà invece un'idea del modo nel quale il territorio si trasforma.

In tale contesto, l'elaborazione dei dati a livello comunale ha rilevato un'importanza dell'agricoltura rispetto alle altre attività del territorio del 42 % per il comune di Azzano San Paolo, del 30 % per il comune di Grassobbio, del 21 % per il comune di Seriate, del 15 % per il comune di Bergamo e dello 0,2 % per il comune di Orio al Serio (cfr. Tabella 4-2).

<i>Comune</i>	<i>Superficie totale (ha)</i>	<i>SAU (ha)</i>	<i>SAT (ha)</i>	<i>Incidenza SAU sul territorio comunale</i>
Azzano San Paolo	421	178,91	187,34	42 %
Bergamo	3960	603,45	759,67	15%
Grassobbio	825	247,56	258,65	30%
Orio al Serio	303	0,80	0,81	0,2%
Seriate	1241	263,21	273,17	21%

Tabella 4-2 Superfici totali e superfici agricole (SAU e SAT) nei comuni interessati dagli interventi – Anno 2010 (Fonte: ASR Lombardia, Istat)

L'interferenza con le opere in progetto si è rilevata per i territori di Bergamo, Grassobbio e Seriate. Relativamente a tali comuni la superficie agricola utilizzata delle tipologie colturali interferite è stata confrontata con la SAU comunale per individuare la rilevanza della tipologia in esame all'interno del comparto agricolo locale. I risultati hanno rilevato un'incidenza inferiore o pari all'1% per i comuni

di Bergamo e Grassobbio e un'incidenza inferiore al 10% per il comune di Seriate per tutte le tipologie colturali interferite, ad eccezione dei prati permanenti nel comune di Grassobbio per i quali si ha un'incidenza del 26% (cfr. Tabella 4-3).

<i>Comune</i>	<i>Tipologie agricole interferite (ha)</i>	<i>SAU interferita dagli interventi in progetto (ha)</i>	<i>SAU comunale per tipologia agricola (ha)</i>	<i>Incidenza</i>
Bergamo	Seminativi	0,42	305,56	0,14%
	Prati permanenti	2,36	227,16	1,03%
Grassobbio	Seminativi	0,26	246,16	0,10%
	Prati permanenti	0,27	1,04	26%
Seriate	Seminativi	18,36	206,61	8,9%
	Prati permanenti	4,28	44,13	9,7%

Tabella 4-3 Superfici agricole utilizzate interferite dagli interventi in progetto e loro incidenza rispetto alla SAU comunale (Fonte: ASR Lombardia, Istat – Anno 2010)

Per la realizzazione delle opere in progetto non si è riscontrata alcuna interferenza significativa con le colture per le quali sono attivi sistemi di certificazione riconducibili alle produzioni agricole di qualità (in particolare, aziende operanti nel regime del Reg. 834/2007/CE biologico) né tantomeno con la presenza di zootecnia. Inoltre, considerati gli interventi in progetto esterni al sedime aeroportuale attuale, che andranno ad incidere in minima parte rispetto alla totalità degli interventi previsti e che occuperanno una superficie di suolo comunque limitrofa all'impronta attuale dell'aeroporto e, per questo, in continuità con la stessa, non si ritiene significativa la potenziale interferenza alla frammentazione ed interclusione dei fondi agricoli e la loro potenziale compromissione dal punto di vista di funzionalità e potenzialità.

In generale, considerando le aree di intervento nella loro totalità, seppure si assiste ad un consumo delle aree agricole, considerata l'esigua percentuale delle aree e le ridotte superfici estensionali e la loro rappresentatività in relazione alle tipologie colturali rilevate, non significativa rispetto al territorio comunale, si può affermare che l'impatto sia contenuto.

## 5 BIODIVERSITÀ

### 5.1 Inquadramento tematico

In considerazione dell'opera in fase di costruzione si ipotizza che l'attività di scotico eseguita ai fini dell'approntamento delle aree di cantiere attraverso il taglio della vegetazione e la trasformazione dell'assetto dei suoli, potranno comportare modifiche nella struttura degli habitat e perdita di funzionalità degli stessi. Tale sottrazione comporterà al livello locale una riduzione dell'idoneità di tali superfici e al livello ecosistemico la riduzione dei frammenti di ambiente naturale e seminaturale ed un incremento della distanza tra di essi, rendendo più difficili i movimenti degli organismi a scale differenti ed influenzando di conseguenza le dimensioni delle popolazioni.

A tal riguardo, va precisato che non sono previste aree di cantiere esterne alle superfici che in futuro saranno occupate dalle infrastrutture previste dal Piano aeroportuale e che gli interventi previsti dal Piano si localizzano per la maggior parte all'interno del sedime aeroportuale, in aree già pavimentate o comunque soggette ad attività antropogeniche e di disturbo per la fauna, come lo sfalcio periodico del prato e il rumore degli aerei e delle attività aeroportuali, che nel tempo hanno causato un allontanamento della fauna più sensibile ed un adattamento delle specie più tolleranti.

La valutazione di tale impatto è stata basata sull'estensione delle tipologie di uso suolo ad orientamento vegetazionale sottratte, sulla composizione floristica dei sistemi verdi e dei boschi e sulla loro estensione, prendendo in considerazione la tipologia dell'habitat interessato e potenzialmente sottratto, visto non come elemento unico ma anche in relazione alla sua naturalità all'interno di un ambito territoriale fortemente antropizzato.

Tralasciando le opere in fase di realizzazione già autorizzate con altre procedure (es: parte del parcheggio a sud ovest dell'aeroporto) e gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientali che fanno parte integrante del progetto ma che verranno trattati nella documentazione relativa al rapporto Opera-Ambiente, le aree che saranno sottoposte a modifiche interessano per la maggior parte la superficie interna all'attuale sedime aeroportuale, già pavimentate o in presenza della vegetazione aeroportuale che, in quanto tale, è sottoposta a procedure periodiche di manutenzione in accordo a quanto previsto dalle procedure di sicurezza aeroportuale.

Le restanti modifiche previste dal Piano di sviluppo aeroportuale che interessano le aree esterne all'attuale sedime aeroportuale e che coinvolgono la componente in esame riguardano:

- una superficie a nord-est del sedime aeroportuale, relativa alla realizzazione del sistema di accesso e sosta dell'area nord e, solo in minima parte, al completamento delle vie di rullaggio e raccordi;
- una superficie a sud del sedime aeroportuale, relativa alla realizzazione del sistema di accesso in area sud e alla realizzazione di strutture e servizi recettivi;

- una contenuta porzione ad est del sedime aeroportuale, che si colloca per una piccola porzione nel Parco del Serio, relativa all'adeguamento della RESA di pista 10 e del sentiero luminoso di pista 28.

## 5.2 sottrazione di habitat e biocenosi

La gran parte del territorio oggetto di esame è stata trasformata ad opera dell'uomo da ormai molto tempo; questo ha comportato un'alterazione della vegetazione potenziale che è solamente ubicata con una buona distribuzione nella fascia collinare bergamasca e, invece, risulta frammentata sul territorio della pianura in cui tali formazioni risentono di un forte impatto da parte delle specie aliene quali: *Alianthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*, inserite entrambe nella lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento ed eradicazione della Regione Lombardia (DGR 8/7736/2008 e smi).

Nel dettaglio, l'area di intervento è caratterizzata dal sistema antropico (circa l'88%), costituito dall'area interna al sedime aeroportuale, formata da superfici pavimentate e dal prato soggetto alle procedure periodiche di sfalcio, dalle infrastrutture viarie e dai centri urbani, e dal sistema agricolo (quasi l'11%), costituito da scarse fitocenosi naturali con prevalenza di specie coltivate di scarso valore floristico e da canali bordati da filari e/o siepi in cui prevalgono specie esotiche (*Robinia Pseudoacacia* e l' *Ailanthus altissima*). Tali ecosistemi, antropico ed agricolo, in quanto tali, presentano una naturalità da molto bassa a media; solamente una percentuale ridotta delle superfici sottratte sono costituite dall'ecosistema boschivo ed arbustivo (quasi l'1%) che presenta un valore di naturalità più elevato (cfr. Tabella 5-1).

<i>Ecosistemi</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Incidenza</i>
Ecosistema boschivo ed arbustivo	0,72	0,9%
Ecosistema agricolo	8,47	10,8%
Ecosistema antropico	69,7	88,3%

Tabella 5-1 Ecosistemi sottratti nelle aree di intervento

Questo implica che gli habitat sottratti sono prevalentemente antropizzati e sfruttati dall'uomo per espletare le proprie attività e, per questo, non presentano delle particolari emergenze da tutelare.

Un primo elemento da porre in luce risiede nell'assetto generale dell'area in cui si prevedono gli interventi, la quale, non presentando elementi di naturalità con valore ecologico rilevante, è meglio identificabile come un mosaico di sistemi ambientali essenzialmente artificiali e seminaturali, quali per l'appunto il sistema antropico e il sistema agricolo.

Come emerge dalla Tabella 5-2, le aree di intervento sono prevalentemente costituite da superfici sfruttate dall'uomo, in particolare seminativi ed aree già antropizzate, tra cui le superfici prative presenti all'interno del sedime aeroportuale che, come detto precedentemente, sono soggette ad attività di sfalcio periodiche per evitare che siano un luogo di attrazione per la fauna locale che costituirebbe un pericolo per l'operatività aeroportuale, che assieme costituiscono più del 90% delle superfici sottratte. Tali superfici, vista la loro connotazione prettamente antropica, sono

caratterizzate da una bassa naturalità e, in quanto tali, non rivestono particolare interesse in relazione al contesto ambientale in esame.

Solamente una percentuale ridotta (circa il 7%) è costituita, in ordine di estensione, da prati stabili con specie arboree ed arbustive sparse (1,8%), vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione (0,5%), boschi di latifoglie governati a ceduo (0,3%), robinieto (0,1%) e verde urbano (0,1%).

<i>Elementi vegetazionali</i>	<i>Estensione area di intervento (ha)</i>	<i>Incidenza</i>
Boschi di latifoglie governati a ceduo	0,21	0,3%
Vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	0,37	0,5%
Robiniето	0,07	0,1%
Seminativi	4,29	5,6%
Prati stabili	1,36	1,8%
Aree antropizzate	36,4	48,0%
Aree verdi aeroportuali	33,0	43,6
Aree verdi urbane	0,07	0,1%

Tabella 5-2 Elementi vegetazionali delle aree di intervento

Costituiscono un elemento significativo di questa matrice agricola bergamasca i "Sistemi verdi" (area di competenza del PIF), costituiti da siepi, filari e macchie o fasce arborate siti a separare terreni agricoli, strade e canali. Nelle aree di intervento sono presenti 20 sistemi verdi di cui 5 "formazioni vegetali irrilevanti" ovvero marginali e poco importanti in quanto compresi all'interno di tessuti urbani, edificati e infrastrutturati senza una possibilità di evoluzione verso formazioni arboree stabili. Gli altri 15 sistemi sono composti prevalentemente da siepi e, in seconda misura, da fasce o macchie alberate e filari; lo strato prevalente è arboreo e la continuità di questi elementi lineari è in maggioranza continua.

Dal punto di vista floristico, come è possibile osservare dalla Tabella 5-3, tutti gli elementi individuati sono alterati da una spiccata presenza di due specie invasive non caratteristiche della flora locale, *Robinia pseudoacacia* L. e *Alianthus altissima* Swingle<sup>5</sup>, inserite entrambe nella lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento ed eradicazione della Regione Lombardia (DGR 8/7736/2008 e smi). Sono inoltre presenti due specie ornamentali dell'ambiente urbano esterne al loro areale naturale: *Platanus Hybrid a brot* e, solamente in un filare, *Acer pseudoplatanus* (tipico delle montagne dell'Europa centrale). Raramente le specie autoctone compongono tali filari in quanto il robinieto difficilmente permette di creare più strati; quando essi sono presenti si forma uno strato caratterizzato da sciafile.

<sup>5</sup> Secondo quanto riportato in allegato B della R.R. 5/07 s.m.i e predisposto dall'articolo 30 della medesima Legge è possibile tagliare ed estirpare *Alianthus altissima* tutto l'anno senza presentazione di istanza, in quanto è specie esotica a carattere infestante.

In tal caso si osservano 3 specie che sono in associazione con le più comuni sopra descritte, *Ulmus minor Mill.*, *Populus sp.*, *Sambucus nigra L.* e *Acer campestre L.*, in tutti i casi in associazione con le specie non autoctone; solo in un unico caso si ha un filare puro di *Ulmus minor Mill.*.

Tipologia	Strato	Continuità	Composizione
Fasce o macchie alberate	Strato arboreo	Continuo	Composizione articolata ( <i>Ulmus minor Mill.</i> , <i>Robinia pseudoacacia L.</i> )
Fasce o macchie alberate	Strato arboreo e arbustivo	Continuo	Composizione articolata ( <i>Alianthus altissima Swingle</i> , <i>Robinia pseudoacacia L.</i> )
Fasce o macchie alberate	Strato arboreo e arbustivo	Continuo	Composizione articolata ( <i>Robinia pseudoacacia L.</i> , <i>Platanus Hybrida brot.</i> , <i>Sambucus nigra L.</i> )
Filare	Strato arboreo	Continuo	<i>Ulmus minor Mill.</i>
Siepe	Strato arboreo	Discontinuo	<i>Alianthus altissima Swingle</i>
Siepe	Strato arboreo	Discontinuo	<i>Platanus Hybrida brot.</i>
Siepe	Strato arboreo	Continuo	Composizione articolata ( <i>Alianthus altissima Swingle</i> , <i>Robinia pseudoacacia L.</i> )
Siepe	Strato arboreo	Continuo	Composizione articolata ( <i>Robinia pseudoacacia L.</i> , <i>Platanus Hybrida brot.</i> , <i>Alianthus altissima Swingle</i> )
Siepe	Strato arboreo	Discontinuo	<i>Platanus Hybrida brot.</i>
Siepe	Strato arboreo	Discontinuo	( <i>Robinia psuedoacacia L.</i> , <i>Platanus Hybrida brot.</i> )
Siepe	Strato arboreo	Discontinuo	<i>Robinia pseudoacacia L.</i>
Siepe	Strato arboreo e arbustivo	Continuo	Composizione articolata ( <i>Robinia pseudoacacia L.</i> , <i>Populus sp.</i> , <i>Sambucus nigra L.</i> )
Siepe	Strato arboreo	Discontinuo	Composizione articolata ( <i>Robinia pseudoacacia L.</i> , <i>Ulmus minor Mill.</i> , <i>Alianthus altissima Swingle</i> )
Siepe	Strato arboreo	Discontinuo	<i>Robinia pseudoacacia L.</i>
Siepe	Strato arboreo e arbustivo	Continuo	Composizione articolata ( <i>Robinia pseudoacacia L.</i> , <i>Alianthus altissima Swingle</i> , <i>Acer campestre L.</i> , <i>Acer pseudoplatanus L.</i> , <i>Sambucus nigra L.</i> )

Tabella 5-3 Sistemi verdi presenti nelle aree di intervento come riportato dal PIF

In termini normativi l'area boscata ricadente nell'area di intervento è definita come bosco trasformabile ai sensi dell'art. 24 delle norme di attuazione del PIF (cfr. Tabella 5-4).

Tale bosco è caratterizzato da una composizione floristica a predominanza della specie alloctona *Robinia pseudoacacia* la quale, come sopra descritto, è una taxa sottoposto a monitoraggio,

contenimento ed eradicazione per la sua grande capacità pollinifera che comporta la riduzione o sostituzione delle specie autoctone. La superficie costituita da bosco con attitudine funzionale prevalente produttiva porta ad escludere la presenza di particolari rilevanze da ricondurre ad una funzione protettiva e quindi atta a contrastare i fenomeni erosivi e di tipo naturalistico, quindi di maggior interesse faunistico, con presenze floristiche rare, soggette a specifici regimi di tutela o riconosciute di interesse ambientale-naturalistico o strutturalmente complesse e più vicine alle condizioni climax. L'indice di multifunzionalità è modesto, ovvero la funzione erogata risulta scarsa rispetto alla sua funzionalità.

Allo stesso modo, l'area in esame non presenta attitudini potenziali riconducibili a funzioni protettive e naturalistiche, le quali costituiscono il livello più alto di esercizio delle funzioni pubbliche; piuttosto costituisce un'attitudine prevalentemente paesaggistica.

<i>Tipologia</i>	<i>Composizione</i>	<i>Estensione (ha)</i>
Bosco (LR 31/08) ceduo semplice	<i>Robinia pseudoacacia L.</i>	0,07

Tabella 5-4 Aree a bosco definite dalla LR 31/08 ed s.m.i. ricadenti nelle aree di intervento

Considerata l'estensione superiore a 100 mq, come previsto dal Piano di Indirizzo Forestale, è obbligata la compensazione a carico del richiedente per l'autorizzazione alla trasformazione.

In termini compensativi il PIF definisce tali aree come superfici da sottoporre ad "Interventi di miglioramento dei soprassuoli" da sviluppare con sottoimpianti di specie autoctone; questo in ragione della tipologia di formazione che caratterizza l'area boschiva interessata che ha come specie dominante il robinieto.

Per quanto riguarda l'intervento della RESA di pista 10, l'area ricade per un'estensione di 0,15 ha all'interno del Parco del Serio (esterna all'area di competenza del PIF). Come precedentemente discusso, l'intervento di "Adeguamento della vegetazione esistente nell'area di rispetto del sentiero luminoso di avvicinamento / pista 28", soggetto ad altri iter amministrativi, prevede sia il taglio raso della vegetazione esistente, ad eccezione dell'albero monumentale censito che comunque non si trova nell'area interessata dalla realizzazione della RESA, sia la creazione di una fascia arbustiva compensativa lungo il lato ovest dell'area di intervento a ridosso della scarpata fluviale esistente. Quanto appena detto consente di affermare che lo stato della vegetazione presente al momento della realizzazione della RESA di pista 10 sarà costituito dal prato e dalla fascia arbustiva di compensazione, ritenendo che l'intervento in esame, reso necessario sulla base di quanto predisposto dal Regolamento UE n.139/2014 che prevede per la sicurezza aeroportuale determinati requisiti di ampiezza della RESA, non determinerà alcun impatto sulla vegetazione in termini di sottrazione di fitocenosi.

In generale, considerando le aree di intervento nella loro totalità, seppur si assiste ad una variazione dell'assetto vegetazionale-floristico, considerata l'esigua percentuale delle aree con presenza di vegetazione, la composizione floristica delle specie oggetto di sottrazione, le ridotte superfici



estensionali per le superfici caratterizzate da specie autoctone e considerati gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientali, facenti parte integrante del Piano di sviluppo aeroportuale, che andranno a ripristinare ed incrementare il livello di naturalità e di biodiversità presso le aree di intervento potenziando la rete ecologica locale anche attraverso l'inclusione di essenze autoctone, si può affermare che l'impatto può considerarsi contenuto.

## 6 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

### 6.1 Inquadramento tematico

Finalità della presente parte è quella di verificare le potenziali interferenze che le attività di cantiere connesse alla realizzazione delle opere previste dal PSA possono indurre al Paesaggio e patrimonio culturale in termini di compromissione fisica del patrimonio archeologico e modifica degli aspetti connessi alla percezione del paesaggio.

L'indagine operata, si è sviluppata mediante analisi relazionali tra gli aspetti strutturali e cognitivi del paesaggio e le azioni di progetto relative alla dimensione costruttiva, evidenziando di quest'ultime quelle che possono maggiormente influire in termini sia di interferenza con gli aspetti archeologici e culturali, sia in riferimento alla alterazione delle condizioni percettive del paesaggio.

In ragione di tale approccio si ipotizza che le attività riconducibili all'approntamento delle aree di cantiere ed il connesso scavo del terreno possano determinare una possibile compromissione del patrimonio archeologico in ragione della accertata presenza di testimonianze culturali nell'ambito del territorio indagato; inoltre, la presenza di mezzi d'opera e, più in generale, quella delle diverse tipologie di manufatti tipici delle aree di cantiere (quali baraccamenti, impianti, depositi di materiali) potrebbe costituire un elemento di intrusione visiva, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive, nonché comportare un'alterazione del significato dei luoghi, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

### 6.2 Interferenza con il patrimonio culturale

Sulla scorta delle analisi condotte in merito al patrimonio culturale, se ne può dedurre che il contesto territoriale di riferimento di area vasta, all'interno del quale si inserisce l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio oggetto delle iniziative previste dal PSA indagato, sia caratterizzato dalla presenza di numerosi beni culturali e beni appartenenti al patrimonio monumentale riconducibili al percorso evolutivo del sistema insediativo della città di Bergamo e dell'ambito collinare e di pianura ad essa circostante.

Le più importanti testimonianze si ritrovano all'interno della Città Alta di Bergamo delimitata dalle mura venete, mentre nell'ambito della bassa pianura bergamasca le testimonianze riconducibili soprattutto agli usi agricoli del territorio sono rappresentati dai sistemi insediativi dei borghi rurali ancora presenti all'interno del contesto urbano delle città di pianura.

In corrispondenza del centro storico di Bergamo e delle sue colline retrostanti sono presenti anche porzioni di territorio riconosciute per il loro notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del D.lgs. 42/2004 e s.m.i.

Ciò che connota più di ogni altro la bassa pianura agricola sono le testimonianze ancora evidenti del sistema delle due centuriazioni romane, per le quali dipende in larga misura l'assetto delle aree di pianura fin quasi alla radice delle colline bergamasche.

Gli elementi che permettono di riconoscere il disegno storico dell'impianto centuriato, tanto da diventare uno degli aspetti identitari maggiormente caratterizzanti della pianura, sono l'orientamento dei tratti, la loro continuità, la distanza interassiale regolare e la ripetizione (parallela).

Entrando nel merito delle iniziative progettuali oggetto del presente Studio, l'analisi delle interferenze con il patrimonio culturale è stata operata mediante la consultazione della "Carta dei vincoli e delle tutele" (Cod. SIA.A01.T08) annessa all'allegato "Elementi conoscitivi per la definizione dei rapporti tra PSA e pianificazione" (Cod. SIA.A01) al fine di individuare e localizzare i beni noti presenti all'interno dell'ambito di studio.

Per quanto riguarda i beni culturali, da una prima analisi di detta Carta emerge che nessuna iniziativa progettuale prevista dal PSA oggetto di Studio andrà ad interessare i Beni culturali ai sensi dell'art. 10 del D.lgs. 42/2004 e smi, mentre è possibile osservare all'interno del sedime aeroportuale la presenza di tracce della prima centuriazione romana e di un ritrovamento di una Cisterna romana desunti dalla Carta archeologica della Lombardia realizzata a cura della competente Soprintendenza Archeologica e contenuta nell'Atlante del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Bergamo.

Per tali elementi, le norme del PTCP stabiliscono all'art. 73 che gli strumenti urbanistici comunali dovranno riportare la loro individuazione, prevedendone la massima salvaguardia possibile ed una particolare attenzione negli scavi relativi agli insediamenti edilizi ed alle alterazioni della morfologia del suolo; *«gli interventi di tipo insediativo ed infrastrutturale anche in aree limitrofe alle aree archeologiche localizzate devono contemplare preventivi sondaggi di natura archeologica»*.

Nel caso in specie, tali aree a rischio archeologico desunte dal PTCP sono ubicate all'interno del territorio Comunale di Orio al Serio, il cui Piano del Governo del Territorio, ai sensi delle Disposizioni Comuni del Piano (art. 19), stabilisce che *«i progetti comportanti scavi in tali zone devono essere trasmessi all'ufficio della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Lombardia per l'espressione del parere di competenza e la programmazione di indagini archeologiche preliminari»*.

Stante il quadro conoscitivo qui sintetizzato, l'esistenza di riferimenti relativi alla centuriazione romana certi presso un ambito interno al sedime aeroportuale, già sottoposto a pregressi lavori riguardanti la realizzazione dell'infrastruttura aeroportuale ad oggi esistente, porta a ritenere che vi possa essere il possibile verificarsi di interferenze con il patrimonio storico-culturale e testimoniale nelle aree nelle quali detti riferimenti centuriati siano stati rilevati, nello specifico localizzati in corrispondenza delle aree relative all'ampliamento piazzale aeromobili sud, ai nuovi edifici per ricollocamento attività merci e per funzioni a servizio dell'aeroporto ed alla riqualifica e miglioramento del sistema di accesso e sosta in area sud.

A fronte di tali considerazioni, non essendo possibile escludere la possibilità di ritrovamenti nel sottosuolo di materiale archeologico, in fase di cantiere si prevede l'applicazione di misure e accorgimenti per la prevenzione e la riduzione di potenziali impatti sugli aspetti di rilevanza archeologica.

In tal senso sarà prevista la presenza di personale specializzato archeologico durante i lavori di scavo per scotico e sbancamento e, nel caso di ritrovamenti di resti antichi o di manufatti nel sottosuolo, si darà immediata comunicazione alla Soprintendenza competente con arresto dei lavori.

Per quanto attiene ai beni paesaggistici analizzando la Carta dei vincoli e delle tutele è possibile osservare esclusivamente l'interessamento di aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi e precisamente riferite a:

- i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (art. 142 comma 1 let. c);
- i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi (art. 142 comma 1 let. f);
- territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento (art. 142 comma 1 let. g).

Rispetto a tali interferenze è possibile effettuare alcune considerazioni, in particolare, escludendo l'interferenza con la fascia di rispetto dai fiumi, i corsi d'acqua e torrenti che rappresenta l'unica area tutelata per legge già ricompresa all'interno dell'attuale sedime aeroportuale, per quanto concerne i territori coperti da foreste e da boschi interessati dalle opere del PSA, questi, seppur gravati da vincolo paesaggistico, sono costituiti da formazioni antropogene a Robinieti misti così come riportato dalla Carta delle tipologie forestali del Piano di Indirizzo Forestale della Provincia di Bergamo, approvato con DCP n. 71 del 1/07/2013, di cui si riporta uno stralcio (cfr. Figura 6-1).



Figura 6-1 Stralcio della Carta delle tipologie forestali del PIF

Per quanto riguarda i territori ricompresi all'interno di parchi e riserve nazionali o regionali interferiti dalle opere in progetto, si tratta nello specifico del Parco Regionale del Serio interessato esclusivamente dalla nuova ripermimetrazione del sedime aeroportuale a seguito dell'adeguamento

della RESA 10 ai sensi della normativa vigente (EASA Reg. 139/2014) e dall'adeguamento degli impianti di assistenza al volo esistenti a supporto della pista esistente che, allo stato attuale, sono già ricompresi all'interno del territorio del Parco.

A tal riguardo occorre evidenziare che, rispetto alla complessiva estensione del Parco Regionale del Serio che ammonta a 7.517 ha, la porzione di territorio riconducibile alla nuova ripermetrazione del sedime aeroportuale ne interessa una quota parte ammontante a circa 0,33 ha che rappresenta lo 0,004% dell'intera superficie a Parco. Di contro gli interventi a verde e di inserimento paesaggistico previsti dal PSA nell'ambito del territorio a Parco in prossimità della nuova ripermetrazione ammontano a circa 0,51 ha.

Ad ogni modo, rispetto alle interferenze delle iniziative del PSA oggetto del presente Studio con i sopra citati beni paesaggistici si specifica che è stata predisposta la Relazione Paesaggistica formulata ai sensi del D.lgs. 42/2004 e smi e in conformità delle disposizioni di cui al DPCM del 12 dicembre 2005, nell'ambito della stessa procedura di VIA, al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione paesistica ai sensi degli articoli 146 e 159 del D.lgs. 42/2004 e smi.

In ultimo si evidenzia che nessun elemento appartenente al Patrimonio culturale e naturale così come riconosciuto dalla Convenzione riguardante la protezione sul piano mondiale del patrimonio culturale e naturale adottata dalla conferenza generale dell'UNESCO il 16 novembre 1972 a Parigi è interessato dalle opere in progetto.

### **6.3 Modificazione delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo**

L'approntamento delle aree di cantiere ed il connesso scotico del terreno vegetale costituisce una delle due Azioni di progetto che sono all'origine di potenziali impatti di fase di cantiere.

A tale riguardo, la presenza di mezzi d'opera e, più in generale, quella delle diverse tipologie di manufatti tipici delle aree di cantiere (quali baraccamenti, impianti, depositi di materiali) potrebbe costituire un elemento di intrusione visiva, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive, nonché comportare un'alterazione del significato dei luoghi, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

Con riferimento alla prima tipologia di impatto, un primo fattore da considerare ai fini della stima della sua rilevanza è rappresentato dalla durata e dalla reversibilità, che sono rispettivamente limitate nel tempo e totalmente reversibili. In tal senso è possibile affermare che, anche qualora la presenza delle aree di cantiere e dei mezzi d'opera potesse determinare una qualche intrusione visiva, tale effetto sarà esclusivamente limitato al periodo di esecuzione dei lavori e che, alla loro conclusione, le condizioni percettive torneranno ad essere quelle iniziali.

Un secondo fattore da tenere in considerazione ai fini suddetti, è inoltre rappresentato dal contesto di localizzazione delle aree di cantiere. Tali aree non andranno ad interessare zone diverse da quelle di realizzazione delle nuove opere, le quali, a loro volta, sono poste all'interno e in fregio all'attuale sedime aeroportuale. Tale condizione di prossimità e compresenza tra aree di intervento ed aeroporto, collocando visivamente i mezzi d'opera all'interno di un contesto che per sua stessa natura

è dominato dalla presenza di mezzi meccanici ed impianti tecnologici, di fatto vanifica la loro presenza.

In ragione di tali considerazioni risulta possibile affermare che gli effetti determinati dalla presenza delle aree di cantiere e dei relativi manufatti e mezzi risulta scarsamente significativa.

## 7 RUMORE

### 7.1 Inquadramento tematico

In questa fase dello studio, la finalità è quella di verificare le condizioni di esposizione al rumore indotto dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione delle opere.

Nello specifico è stata sviluppata una analisi qualitativa e quantitativa delle potenziali interferenze acustiche indotte dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione delle opere previste dal Piano di sviluppo attraverso l'uso del modello di simulazione SoundPlan. L'analisi è stata limitata alle condizioni potenzialmente più impattanti, da un punto di vista acustico, in ragione sia della tipologia e presenza di macchinari sia della posizione dell'area di intervento rispetto alla presenza dei ricettori intorno l'aeroporto. Per tali analisi si è preso come riferimento l'indice  $Leq(A)$  così come previsto dal quadro normativo nazionale e comunale di riferimento.

### 7.2 Caratterizzazione delle sorgenti di cantiere

#### 7.2.1 Scelta dei dati di base

L'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata al variare delle condizioni di operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno dell'area di studio in funzione dei possibili scenari. Così facendo è possibile individuare la condizione peggiore – il "*Worst Case Scenario*" – per ogni fase prevista dal Piano di Sviluppo Aeroportuale, ed effettuare quindi analisi e valutazioni cautelative in riferimento ai limiti normativi.

La metodologia consiste quindi, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario – che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione viste all'inizio del presente paragrafo – e simulare una gamma di scenari di simulazione possibili. Una volta simulati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più situazioni, ritenute maggiormente critiche, nella fase realizzativa di riferimento.

Nel caso in esame le variabili analizzate sono di tipo orografico, antropico e progettuali. Le prime possono essere tuttavia considerate invariante rispetto agli n scenari in quanto le aree di cantiere sono situate sullo stesso territorio qualunque sia lo scenario considerato. I parametri antropici altresì variano nelle diverse fasi. Le ultime invece sono funzione delle differenti attività lavorative, e quindi dei mezzi di cantiere, con particolare riferimento alla tipologia e alla contemporaneità spaziale e temporale.

Volendo simulare lo scenario più critico dal punto di vista acustico è possibile definire le attività maggiormente impattanti all'interno di un singolo cantiere e assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere stesso. Tale ipotesi, risulta molto conservativa, e permette di avere elevati margini di sicurezza.

La scelta di utilizzare tale metodologia di lavoro, permette che una volta verificato il rispetto di tutti i limiti normativi per il "Worst-Case Scenario", di poter assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza risulta ancora maggiore.

Le azioni di cantiere che generalmente si trasferiscono all'ambiente circostante a seguito delle lavorazioni eseguite all'interno di cantieri tipologicamente congruenti con quelli messi in opera nel presente progetto sono di due tipologie:

- incremento delle emissioni acustiche derivanti da traffico veicolare indotto dal cantiere;
- incremento delle emissioni acustiche dovute all'operatività dei mezzi di cantiere.

Con riferimento alla prima tipologia occorre evidenziare come la modalità di gestione dei materiali prevista dal progetto, permette oltre che ridurre significativamente le necessità di approvvigionamento ed il volume di esuberanti, di contenere i flussi di traffico originati dalla cantierizzazione degli interventi sulla rete viaria esterna. Una quota parte dei flussi di cantiere infatti rimane all'interno del sedime aeroportuale senza quindi interferire con il territorio esterno e quindi con le aree residenziali poste nell'intorno dell'aeroporto.

Per quanto concerne invece le attività di cantiere connesse alla realizzazione delle opere, come visto nella Parte 3 "L'intervento: alternative e soluzioni", l'insieme degli interventi individuati dal Piano di sviluppo aeroportuale può essere distinto in cinque differenti tipologie costruttive identificate in ragione delle caratteristiche delle lavorazioni connesse. Per ciascuna tipologia costruttiva sono state individuate una serie di attività elementari secondo il seguente quadro di raffronto interventi-lavorazioni.

Tipologia costruttiva	Lavorazioni									
	L01	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10
Realizzazione interventi edilizi	•	•	•		•		•	•		
Realizzazione infrastrutture di volo	•	•		•		•			•	•
Realizzazione infrastrutture viarie a raso	•	•		•		•			•	
Realizzazione interventi edilizi con prevalente prefabbricazione	•	•						•		
Realizzazione interventi a verde				•						
<b>Lavorazioni</b>										
L01	Scotico				L06	Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni				
L02	Scavo di sbancamento				L07	Esecuzione di elementi strutturali gettati in opera				
L03	Demolizione di manufatti				L08	Posa in opera di elementi prefabbricati				
L04	Formazione rilevati				L09	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso				



L05	Rinterri	L10	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato cementizio
-----	----------	-----	---

Tabella 7-1 Quadro di raffronto interventi – lavorazioni

### 7.2.2 Caratterizzazione acustica delle lavorazioni elementari

Ciascuna lavorazione elementare è costituita da uno o più mezzi di cantiere. Nella tabella successiva per ciascuna sorgente acustica è stato identificato un livello di potenza sonora e una percentuale di operatività oraria dello specifico macchinario.

Lavorazione	Tipologia	Operatività	Contemporaneità	Livello di potenza sonora
Scotico	Pala gommata	90%	-	101 dB(A)
Scavo di sbancamento	Escavatore	90%	SI	103 dB(A)
	Pala gommata	90%		101 dB(A)
Demolizione manufatti e pavimentazioni	Demolitore/Gru/Fresatrice	90%	SI	103 dB(A)
	Pala gommata	50%		101 dB(A)
Formazione rilevati	Motorgrader	90%	NO	103 dB(A)
	Autobotte	40%		95 dB(A)
	Rullo	50%		105 dB(A)
Rinterri	Escavatore	90%	NO	103 dB(A)
	Rullo	90%		105 dB(A)
Formazione di strati di pavimentazione	Motorgrader/Pala gommata	90%	NO	101 dB(A)
	Stabilizzatrice	90%		100 dB(A)
	Rullo	90%		105 dB(A)
Esecuzione elementi strutturali gettati in opera	Gru	70%	-	101 dB(A)
	Pompa cls	80%	NO	103 dB(A)
Posa in opera elementi prefabbricati	Gru	90%	-	101 dB(A)
Esecuzione pavimentazioni in clb	Vibrofinitrice	90%	SI	101 dB(A)
	Rullo	90%		105 dB(A)
Esecuzione pavimentazioni in cls	Autobetoniera	90%	-	101 dB(A)

Tabella 7-2 Caratterizzazione acustica dei mezzi di cantiere

### 7.2.3 Definizione degli scenari di cantiere

L'individuazione delle attività più critiche e quindi degli scenari di cantiere rappresentativi delle condizioni peggiori oggetto di analisi attraverso il modello previsionale SoundPlan per la determinazione delle condizioni acustiche indotte e quindi per la verifica del successivo rapporto opera-ambiente nella dimensione costruttiva dell'opera, considera quali fasi temporali quelle individuate dal Piano di sviluppo nel cronoprogramma.

### Fase 1

Durante la prima fase di lavoro, lo scenario più critico è rappresentato dalla contemporaneità dei lavori per la realizzazione della prima fase di ampliamento del piazzale aeromobili nord (intervento B1) e la realizzazione dei nuovi corpi di fabbrica dell'aerostazione sul lato ovest (intervento A1).

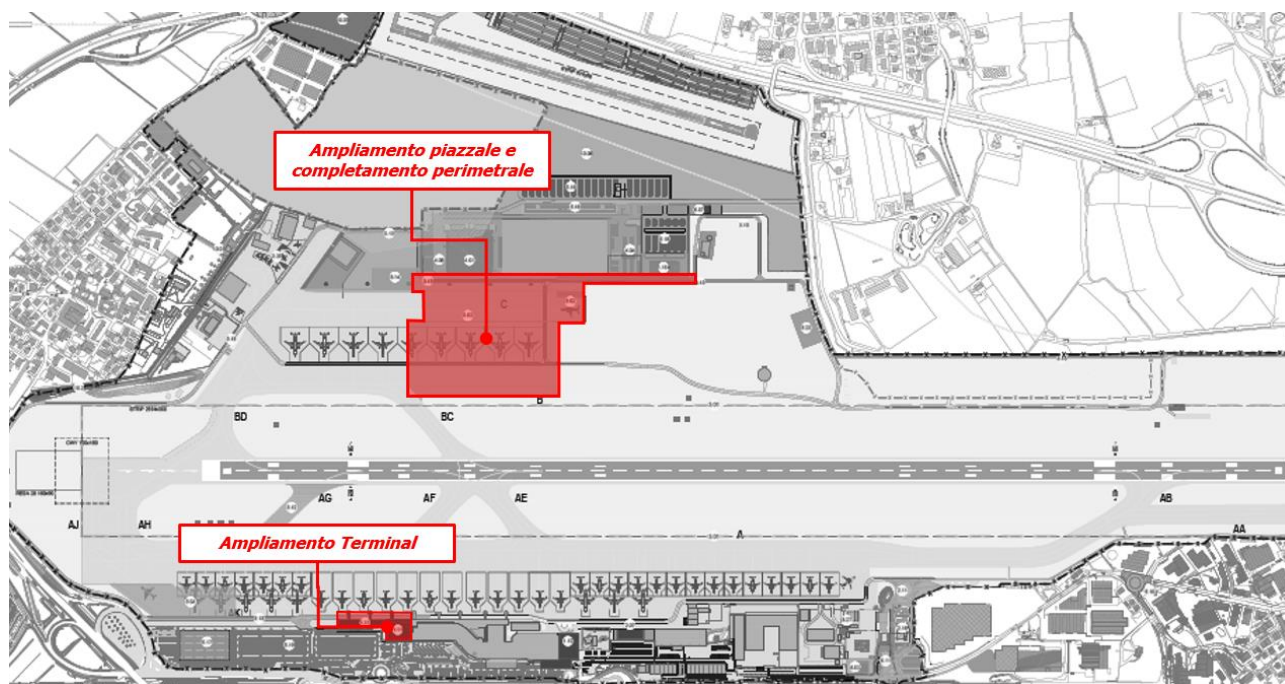


Figura 7-1 Cantieri che caratterizzano lo scenario critico di fase 1

Le lavorazioni previste in ogni singolo cantiere e che caratterizzano il "Worst Case Scenario", relativo alla prima fase di realizzazione prevista dal Piano di sviluppo dell'aeroporto di Bergamo, vengono riportate in Tabella 7-3. Per ogni singola attività vengono definiti i macchinari necessari per le lavorazioni, il numero di squadre, la percentuale di operatività e la potenza acustica in dB(A) relativa alla singola macchina secondo i dati riportati nel paragrafo precedente.

Cantiere	Attività	Macchinari	n°	%	Livello di potenza sonora
Ampliamento piazzale e completamento perimetrale	Scavo di sbancamento	Escavatore	1	90%	103 dB(A)
		Pala gommata	1	90%	101 dB(A)
Ampliamento Terminal	Posa in opera di elementi prefabbricati	Gru	1	90%	101 dB(A)

Tabella 7-3 Lavorazioni previste per lo scenario più critico relativo alla prima fase di realizzazione

## Fase 2

Per quanto concerne la seconda fase di realizzazione, lo scenario più critico è dato dalla sovrapposizione dei cantieri connessi alla realizzazione delle opere sia sul lato nord che sul lato sud. A nord le principali aree di cantiere sono relative al prolungamento della via di rullaggio, delle strutture destinate alle diverse attività aeroportuali sia sul lato airside che landside e al nuovo terminal di aviazione generale.

A sud invece le aree di cantiere si localizzano sul settore orientale (centrale termica e edificio servizi aeroportuali).

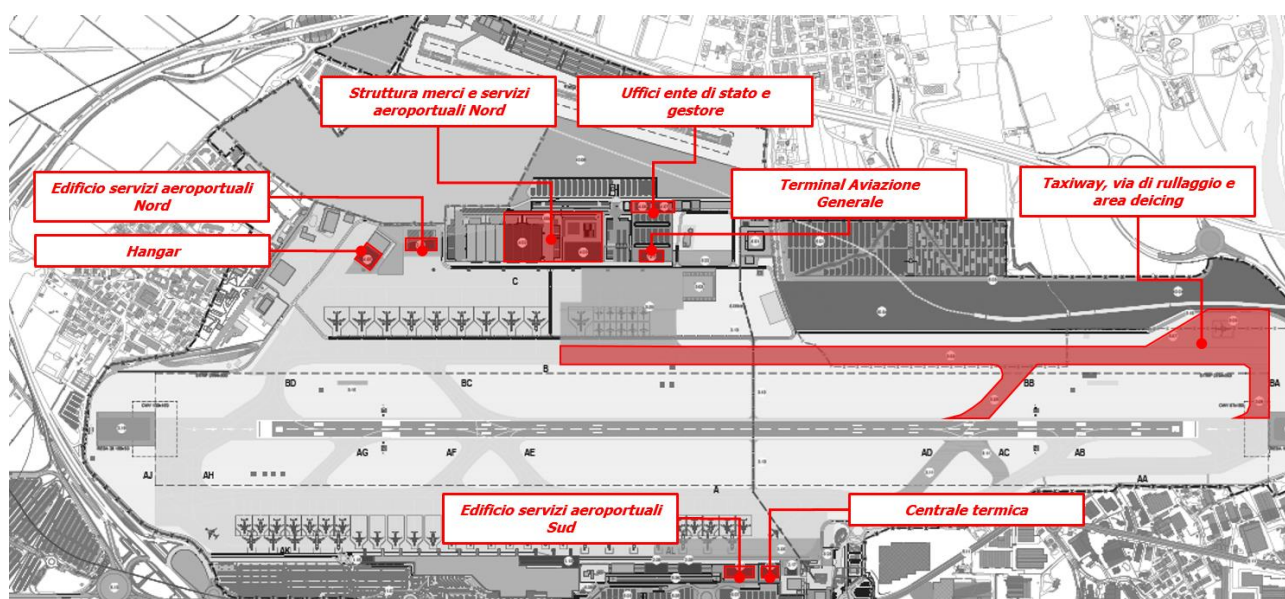


Figura 7-2 Cantieri che caratterizzano lo scenario critico di fase 2

In analogia alla prima fase di cantiere, le lavorazioni che costituiscono il "Worst Case Scenario" sono riportate in Tabella 7-4. Per ogni singola attività vengono definiti i macchinari necessari per le lavorazioni, il numero di squadre, la percentuale di operatività e la potenza acustica in dB(A) relativa alla singola macchina secondo i dati riportati nel paragrafo precedente.

Cantiere	Attività	Macchinari	n°	%	Livello di potenza sonora
Taxiway, via di rullaggio e area deicing	Costruzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso	Vibrofinitrice	1	90%	101 dB(A)
		Rullo	1	90%	105 dB(A)
Terminal Aviazione Generale	Posa in opera di elementi prefabbricati	Gru	1	90%	101 dB(A)
Uffici ente di stato e gestore	Posa in opera di elementi prefabbricati	Gru	1	90%	101 dB(A)
Struttura merci e servizi aeroportuali Nord	Costruzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso	Vibrofinitrice	1	90%	101 dB(A)
		Rullo	1	90%	105 dB(A)

Edificio servizi aeroportuali Nord	Posa in opera di elementi prefabbricati	Gru	1	90%	101 dB(A)
Hangar	Posa in opera di elementi prefabbricati	Gru	1	90%	101 dB(A)

Tabella 7-4 Lavorazioni previste per lo scenario più critico relativo alla seconda fase di realizzazione

### Fase 3

Lo scenario cosiddetto "Worst Case" è nella terza fase di sviluppo costituito dalla sovrapposizione dei due cantieri connessi alla realizzazione dei due raccordi "AD" e "AC".

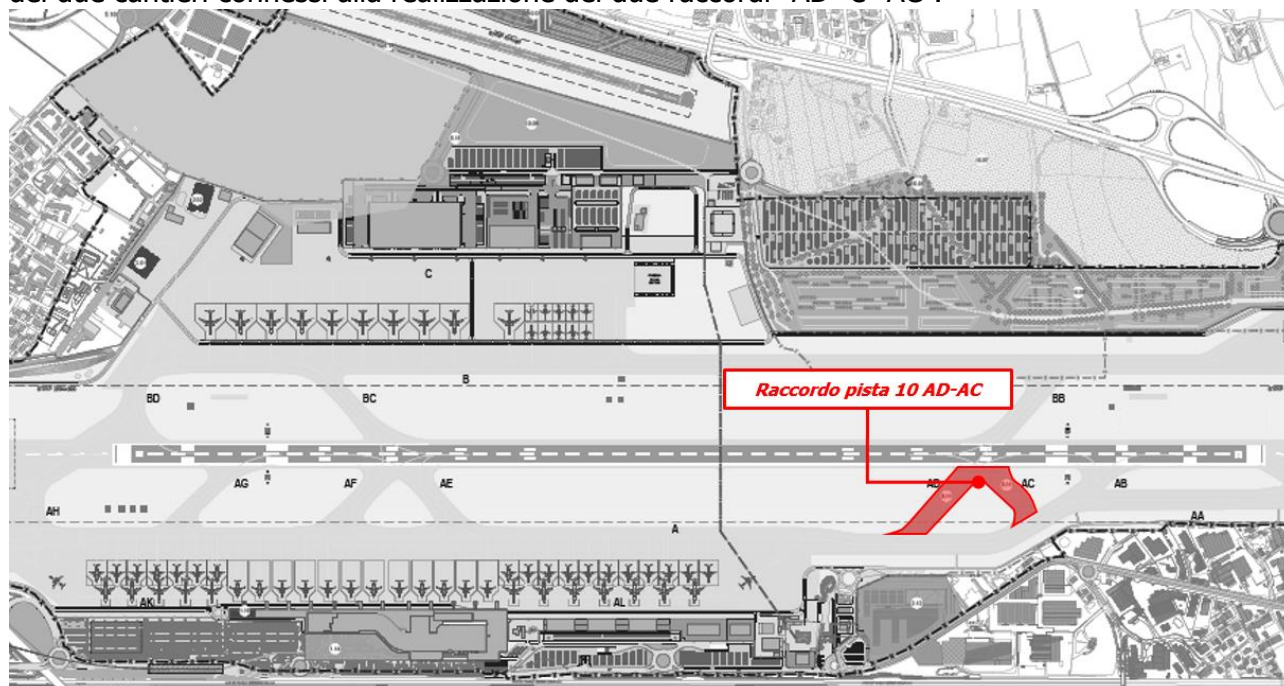


Figura 7-3 Cantieri che caratterizzano lo scenario critico di fase 3

L'attività di cantiere, a cui sono associati i valori più alti in termini di potenza acustica dei macchinari necessari per la realizzazione, è la costruzione delle pavimentazioni per il passaggio degli aeromobili. In Tabella 7-5 vengono elencate le macchine necessarie per le lavorazioni previste dall'intervento.

Cantiere	Attività	Macchinari	n°	%	Livello di potenza sonora
Raccordo pista 10 AD-AC	Costruzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso	Vibrofinitrice	1	90%	101 dB(A)
		Rullo	1	90%	105 dB(A)

Tabella 7-5 Lavorazioni previste per lo scenario più critico relativo alla terza fase di realizzazione

### 7.2.4 La modellazione acustica

All'interno del modello previsionale SoundPlan gli scenari sono stati modellizzati considerando i mezzi di cantiere come sorgenti puntiformi, poste ad una altezza dal suolo di 1,5 metri e con un livello di potenza acustica pari a quella individuata nel precedente paragrafo. Ogni sorgente è caratterizzata

da una percentuale di funzionamento oraria che dipende dal tipo di macchinario e dalla tipologia di lavorazione. Nello specifico, si considerano due turni lavorativi diurni da 7 ore ciascuno. La posizione delle sorgenti nelle simulazioni effettuate è stata scelta minimizzando la distanza tra cantiere e ricettore, così da ottenere uno scenario che consideri le posizioni più impattanti delle sorgenti.

### 7.3 Le curve di isolivello acustico in $Leq(A)$

Per ciascun scenario il modello restituisce le curve di isolivello acustico in termini di  $Leq(A)$  del solo periodo diurno, non essendo previste attività di cantiere di notte. Queste sono riportate nelle figure seguenti nell'intervallo tra i 50 e i 70 dB(A).

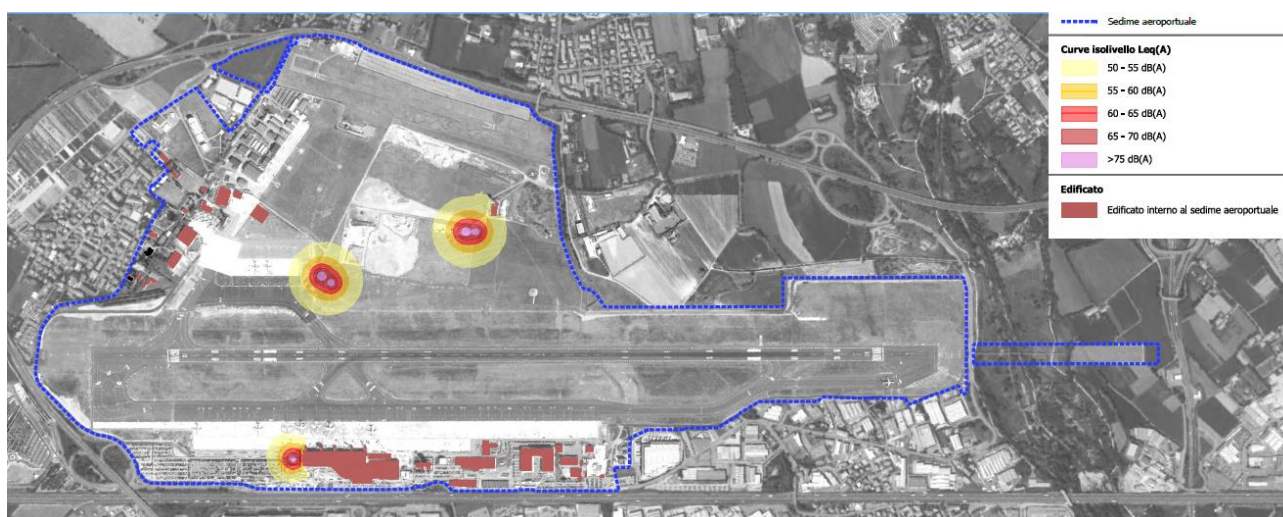


Figura 7-4 Curve di isolivello acustico relative alla Fase 1



Figura 7-5 Curve di isolivello acustico relative alla Fase 2



Figura 7-6 Curve di isolivello acustico relative alla Fase 3

## 8 SALUTE UMANA

### 8.1 Inquadramento tematico

Il presente studio si basa, oltre che su quanto dettato dal D.Lgs. 152/06 e smi<sup>6</sup>, anche su quanto indicato nelle "Linee guida per la componente Salute pubblica degli studi di impatto ambientale" (di seguito LLGG)" approvate con DGR n. X/4792 dell'8 febbraio 2016.

Si rimanda al par. 7.2 dell'Allegato SIA.A02 nel quale sono illustrate le modalità con le quali dette LLGG sono state considerate nella redazione del presente SIA.

Come meglio illustrato nel paragrafo 7.5.1 dell'Allegato SIA.A02, data la tipologia di opera in oggetto, sono stati individuati i due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di impatto sulla componente in esame: il clima acustico e la qualità dell'aria; in seguito all'analisi delle caratteristiche peculiari di questi due fattori sono state definite le attenzioni da porre nell'analisi delle interferenze (cfr. par.7.5.2 dell'Allegato SIA.A02).

La presente Parte 4.2, relativa ai potenziali impatti di cantiere sulla salute umana, è strutturata analizzando 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".

### 8.2 Qualità dell'aria

Per quanto concerne la tematica della dispersione di inquinanti in atmosfera, a differenza dello scenario attuale e di progetto, data la temporaneità della fase di cantierizzazione sono stati ragionevolmente considerati i soli livelli di concentrazione di PM<sub>10</sub> che verranno generati dalle lavorazioni di cantiere, risultando trascurabili le emissioni di inquinanti prodotte dall'operatività dei mezzi d'opera. Per quanto concerne gli effetti prodotti dal traffico veicolare di cantierizzazione, stante la sua scarsa entità, il relativo contributo è stato trascurabile.

La metodologia utilizzata, meglio descritta nel capitolo relativo alla componente "Atmosfera", è quella relativa al *Worst Case Scenario*", che prevede la simulazione della situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili": è infatti possibile definire le attività maggiormente impattanti all'interno di un singolo cantiere, analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

---

<sup>6</sup> ed in particolare su quanto indicato dall'Allegato VI, così come modificato dal D.Lgs. 104/17

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere è stata valutata anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere. Data la specificità del cantiere infatti, si prevedono differenti attività riguardanti diverse squadre i cui effetti devono essere valutati in maniera cumulata al fine di poter giungere alla corretta stima delle interferenze tra i cantieri e l'ambiente circostante.

In ultimo, al fine di poter realizzare gli scenari di analisi è stata definita la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia Worst Case implementata.

Per approfondimenti sulla metodologia si rimanda a quanto illustrato nel capitolo inerente la componente in esame.

La logica con cui sono stati scelti i ricettori si basa sulla selezione di quelli maggiormente interferiti dalle lavorazioni, ovvero i più prossimi alle aree di cantiere. I ricettori così individuati sono riportati nella figura e nella tabella seguente.

Localizzazione	Punto	Coordinate	
		X	Y
	C1	553828	5058215
	C2	552555	5056713
	C3	556285	5056388
	C4	555681	5058307

Figura 8-1 Ubicazione ricettori nella fase di cantierizzazione

Nella figura seguente si riportano i livelli di concentrazione di PM<sub>10</sub> ottenuti dalle simulazioni.



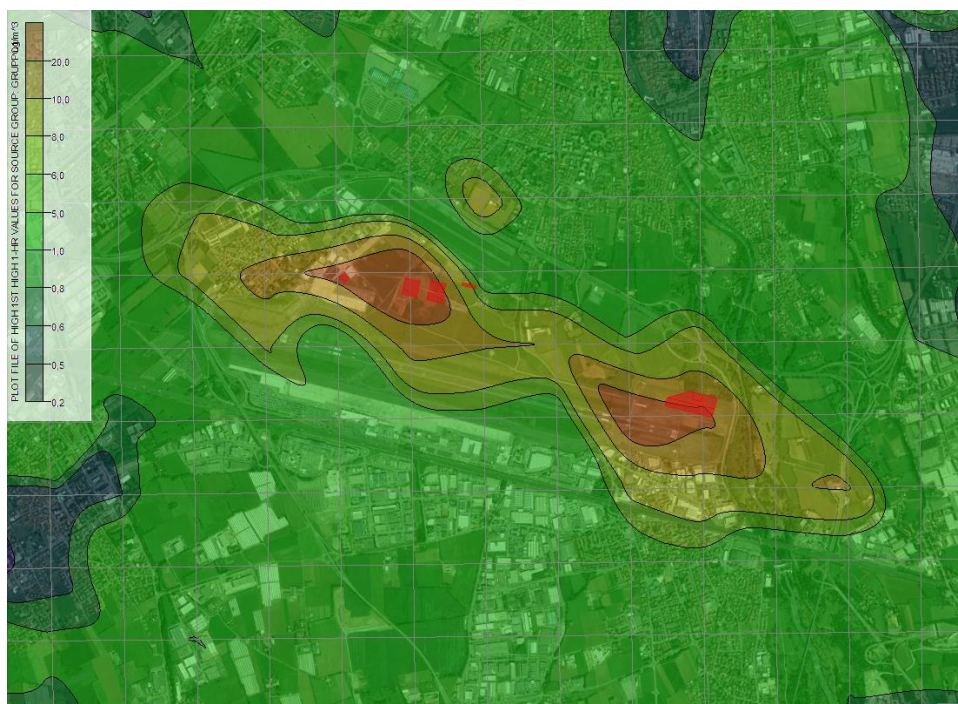


Figura 8-2 Concentrazioni di PM10 (in rosso le aree operative di lavorazione)

Dalla figura precedente emerge come i valori più alti di concentrazione di PM<sub>10</sub> siano localizzati in prossimità degli edifici previsti a nord della pista di volo, con il massimo valore che sfiora i 15 µg/m<sup>3</sup>. Con riferimento ai punti ricettori scelti i valori di concentrazione registrati, relativi al massimo valore giornaliero di PM<sub>10</sub>, sono riportati in Tabella 3-19.

	C1	C2	C3	C4
Max media giornaliera PM <sub>10</sub>	7,00	0,65	5,00	2,94

Tabella 8-1 Valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> calcolati sui ricettori

Come si evince dai risultati del modello di simulazione, per la fase di cantierizzazione i valori di PM<sub>10</sub> sono bassi e significativamente al di sotto del limite normativo, pertanto, alla luce di quanto esposto, si può concludere che non si rilevano criticità relative alla Salute umana legate alla componente atmosfera durante la fase di cantierizzazione.

### 8.3 Clima acustico

Anche per quanto riguarda il tema del rumore indotto dalla realizzazione dell'opera, l'analisi degli impatti acustici al variare delle condizioni di operatività delle diverse sorgenti presenti all'interno dell'area di studio in funzione dei possibili scenari; in tal modo è stato possibile individuare la condizione peggiore – il "Worst Case Scenario" – così come per l'inquinamento atmosferico, e quindi procedere ad analisi e valutazioni cautelative in riferimento ai limiti normativi.

Quale descrittore acustico, come meglio specificato per la componente Rumore, è stato considerato il Livello acustico equivalente,  $Leq(A)$ , così come previsto dalla normativa di riferimento. Attraverso il modello di simulazione SoundPlan sono stati calcolati i livelli acustici indotti dalle attività di cantiere; nelle figure seguenti sono riportati i risultati ottenuti dalle simulazioni per le tre fasi.



Figura 8-3 Curve di isolivello acustico relative alla Fase 1



Figura 8-4 Curve di isolivello acustico relative alla Fase 2



Figura 8-5 Curve di isolivello acustico relative alla Fase 3

I risultati ottenuti dalla modellazione acustica non evidenziano particolari condizioni di criticità rispetto ai potenziali ricettori residenziali esterni al sedime aeroportuale. Le aree di intervento interessano territori non antropizzati, mantenendo, di fatto, il valore di 70 dB(A) in Leq(A), pari al limite previsto dalla normativa, all'interno del cantiere.

## 9 UTILIZZI E RESIDUI

### 9.1 Inquadramento tematico

Secondo l'impianto metodologico descritto al precedente paragrafo 2.3, nell'ambito del presente parametro di analisi ambientale sono presi in considerazione i potenziali impatti ambientali derivanti dagli utilizzi di risorse e dalla produzione di residui determinati dalla realizzazione degli interventi contenuti nel PSA2030.

In tale prospettiva, per quanto attiene agli utilizzi, ossia ai consumi di risorse ed alla conseguente modifica del loro livello quantitativo, tali impatti hanno quale loro fattore causale l'approvvigionamento di materie prime ai fini costruttivi.

Nello specifico, stanti le tipologie di fabbisogni costruttivi relative alle opere ed interventi contenuti nel PSA2030, è possibile distinguere i seguenti approvvigionamenti:

- Approvvigionamento di terre, determinato dall'esecuzione di opere in terra (AC.04), quali rilevati e rinterri
- Approvvigionamento di inerti, conseguente alle azioni di esecuzione degli strati fondazione delle pavimentazioni (AC.05), quali per l'appunto quelle delle infrastrutture di volo e delle infrastrutture viarie, e di esecuzione delle opere in conglomerato cementizio (AC.06), con riferimento agli elementi strutturali dei diversi edifici aeroportuali ed alle pavimentazioni rigide dei piazzali aeromobili.

Inoltre, ancorché legata alle attività di cantierizzazione in senso lato e non al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi, nell'ambito degli utilizzi di risorse si è inoltre ritenuto di dover considerare anche l'approntamento delle aree di cantiere (AC.01) in quanto l'attività di scotico, compresa all'interno di detta azione di progetto, determina un consumo ed una potenziale perdita di terreno vegetale.

Ricordato che relativamente agli impatti potenziali generati dalla produzione di emissioni detto tema è stato affrontato nell'ambito dei capitoli dedicati ad Aria e Clima (cfr. cap. 3), ed a Rumore (cfr. cap. 7), relativamente alla produzione di residui, stanti le Azioni di progetto identificate nel precedente paragrafo 2.2.1, in questa sede sono state prese in esame le seguenti tipologie di impatti potenziali:

- Produzione di scarti provenienti dalle lavorazioni di cantiere e segnatamente dalle attività di scavo (AC.02) e da quelle di demolizione (AC.03)
- Produzione di acque meteoriche e reflue generate dall'operatività dell'eventuale area di cantiere logistico<sup>7</sup> (AC.08). Nello specifico, come sviluppato nel successivo paragrafo 9.4,

<sup>7</sup> Come indicato alla Parte 3 del presente SIA, l'approntamento di un'area di cantiere logistico, destinata alla localizzazione di alcuni baraccamenti per l'alloggiamento di uffici e servizi, e delle aree di parcheggio dei mezzi di cantiere, è subordinata alla verifica della sua effettiva necessità, che sarà condotta in sede di attuazione

sono stati indagati gli impatti potenziali derivanti, da un lato, dal dilavamento delle aree pavimentate di cantiere e, dall'altro, dallo svolgimento di alcune normali attività condotte in cantiere, quali il lavaggio dei mezzi di cantiere o lo scarico dei servizi igienici presenti nei baraccamenti

Per quanto segnatamente concerne l'operatività dei mezzi d'opera (AC.07) in corrispondenza di aree non pavimentate, quali ad esempio quella relativa allo svolgimento delle lavorazioni di scotico, scavo di sbancamento o formazione di rilevati e di sottofondazioni, ed i connessi potenziali impatti generati da liquidi inquinanti prodotti a seguito del verificarsi di sversamenti accidentali dovuti a perdite/guasti delle macchine operatrici, occorre in primo luogo evidenziare che il determinarsi di detta circostanza è da ritenersi modesta, in quanto legata all'eccezionalità di un evento incidentale.

Inoltre, al preciso fine di prevenire il determinarsi di qualsiasi impatto sulla qualità delle acque e dei suoli, si prevede l'adozione di specifici protocolli operativi che prevedono l'assorbimento degli eventuali sversamenti di olii con panni speciali, i quali saranno raccolti e depositati all'interno di contenitori o sacchi chiusi e di seguito consegnati ad una ditta specializzata per lo smaltimento.

## **9.2 Consumo di risorse non rinnovabili**

### **9.2.1 Perdita di suolo**

L'approntamento delle aree di cantiere operativo comporterà l'asportazione della coltre vegetale e la conseguente potenziale perdita di suolo.

Al fine di evitare il prodursi di detta circostanza, durante la esecuzione degli interventi previsti, si provvederà ad accantonare separatamente le zolle di terreno vegetale, in vista di un successivo rinverdimento; questo sarà riutilizzato in sito per il rinverdimento delle opere di mitigazione ambientale, l'eventuale quantitativo in eccesso sarà stoccato in un deposito temporaneo prima di essere rimpiegato per le altre sistemazioni a verde.

Così come meglio illustrato nella Parte 5 "Lo stato post operam" nell'ambito del capitolo dedicato agli interventi di inserimento ambientale e territoriale, detti interventi contemplano la realizzazione di un articolato di opere a verde, comprendenti deimpermeabilizzazioni del suolo, creazione di nuove fasce vegetate, formazione di rimodellamenti morfologici, la cui esecuzione comporta la necessità di terreno vegetale.

In ragione delle modalità di gestione documentate nel "Piano di utilizzo delle terre – Documento programmatico", allegato al presente SIA, tale fabbisogno sarà coperto mediante il riutilizzo del terreno vegetale derivante dalle attività di scotico, secondo le quantità meglio descritte nel successivo paragrafo 9.2.2 alle Tabella 9-3 e Tabella 9-4.

A fronte di tale procedura gestionale e del conseguente riutilizzo del terreno vegetale asportato, l'impatto relativo alla perdita di suolo può essere considerato di entità trascurabile.

---

degli interventi; ai fini della redazione del presente studio, in via cautelativa, è stata tuttavia assunta la scelta di prendere in considerazione la presenza di detta area di cantiere.

## 9.2.2 Consumo di terre ed inerti

In riferimento al potenziale impatto relativo al consumo di risorse non rinnovabili, nella tabella seguente si riportano i quantitativi inerenti all'approvvigionamento di materiale necessario per la realizzazione di tutti gli interventi previsti nel PSA.

<b>Materiali di approvvigionamento</b>			
<i>Terre [m<sup>3</sup>]</i>	<i>Inerti [t]</i>	<i>Bitumi [t]</i>	<i>Cls [t]</i>
16.939	1.289.401	271.077	249.031

Per quanto segnatamente concerne il tema del consumo di terre, sulla base delle modalità di gestione individuate nell'elaborato "Piano di utilizzo delle terre - Documento programmatico", allegato al presente studio, il quadro dei fabbisogni e delle produzioni connessi alla realizzazione delle opere in progetto risulta così articolato nelle tre fasi di attuazione (cfr. Tabella 9-1).

<i>Fase</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D (= A - C)</i>
	<i>Terre Fabbisogni (mc)</i>	<i>Produzione terre al netto del terreno vegetale (mc)</i>	<i>Riutilizzo Terre stesso progetto (mc)</i>	<i>Approvv. (mc)</i>
I	51.444	180.309	50.694	750
II	151.257	384.133	136.868	14.389
III	1.800	25.375	0	1.800
TOT	204.501	589.817	187.562	16.939

Tabella 9-1 Bilancio terre

Come si evince dalla tabella precedente, le modalità di gestione delle terre di scavo, definite nel citato documento ed illustrate nel successivo paragrafo 9.3, consentono di contenere i fabbisogni di terre, portando gli approvvigionamenti a circa 17.000 m<sup>3</sup>.

I siti di approvvigionamento riguardano impianti e/o cave presenti nel territorio; relativamente alle quantità di materiale in esubero proveniente dalle demolizioni di edifici ed aree pavimentate, queste in funzione della loro natura saranno destinate a specifici impianti di trattamento o direttamente in discarica. All'interno della Parte 3 "L'intervento: alternative e soluzioni" è presente un'analisi delle cave, discariche ed impianti di recupero presenti in prossimità dell'infrastruttura effettuata secondo i criteri di:

- vicinanza all'area d'intervento,
- assenza sostanziale di aree residenziali lungo gli itinerari,
- raggiungimento dei siti attraverso assi viari appartenenti alla rete principale.

### 9.3 Smaltimento di scarti

La realizzazione degli interventi inseriti nel PSA2030 comportano attività di scotico, scavo e demolizione di pavimentazioni esistenti e di demolizioni di edifici, che determinano la produzione di materiali, quali terreno vegetale, terre e rocce, ed inerti da demolizione.

Al fine di contenere lo smaltimento degli scarti derivanti dalle attività di cantierizzazione e, con esso, i quantitativi di esuberanti di materiale da dover portare in discarica o in impianto di recupero, è stato definito un quadro di modalità gestionali specifico per ciascuna tipologia di materiali prodotti.

#### Produzione terre

Nello specifico, per quanto concerne le terre provenienti dalle attività di scavo, queste verranno riutilizzate ai sensi del DPR n. 120/17 per gli interventi previsti in progetto o per opere di ripristino ambientale all'interno del sedime aeroportuale, in funzione dei tempi e delle fasi di realizzazione.

Nella tabella seguente sono riportati i volumi riutilizzati in sito e quelli utilizzati nelle diverse fasi per la realizzazione di opere di mitigazione.

Produzione [m <sup>3</sup> ]						Quantità terra movimentata [m <sup>3</sup> ]			
Fase			Terre	Terreno vegetale	Riutilizzo in situ	Opere mitigazione	Fase		
I	II	III					I	II	III
211.999	453.115	29.200	589.818	104.498	187.562	402.256	129.615	247.266	25.375

Tabella 9-2 Tabella sinottica interventi in fase I, fase II e fase III

Per quanto concerne il terreno vegetale derivante dalle attività di scotico, il volume, riportato nella seguente Tabella 9-3 con riferimento ad ogni singolo intervento, complessivamente ammonta a 104.498 metri cubi.

Interventi		Quantitativi prodotti (m <sup>3</sup> )
A2	Aerostazione di aviazione generale	300
B1	Ampliamento piazzali aeromobili	36.380
B2	Completamento vie di rullaggio e raccordi	20.055
C2	Edifici servizi aeroportuali area Nord	11.607
D2	Viabilità e parcheggi area Nord	34.310
E2	Strutture tecnologiche	1.846
Totale		104.498

Tabella 9-3 Terreno vegetale: Produzione

Come premesso, tale quantitativo di terreno vegetale sarà riutilizzato nell'ambito degli interventi di inserimento territoriale ed ambientale, previsti dal PSA2030 ed implementati nell'ambito del presente SIA, secondo la seguente articolazione (cfr. Tabella 9-4).

<i>Fase di attuazione</i>	<i>Interventi di inserimento territoriale ed ambientale</i>	<i>Quantitativi riutilizzati (m<sup>3</sup>)</i>
I	Quinta paesaggistica R1	12.961
II	Quinta paesaggistica R2	15.273
	Quinta paesaggistica R3	6.029
	Quinta paesaggistica R4	3.424
	Altri interventi di inserimento territoriale ed ambientale	38.886
III	Quinta paesaggistica R5	2.537
	Altri interventi di inserimento territoriale ed ambientale	25.385
Totale		104.495

Tabella 9-4 Terreno vegetale: Riutilizzo

Come si evince dalle tabelle precedenti, le modalità gestionali consentono il pressoché completo riutilizzo del terreno vegetale prodotto, evitando con ciò alcuna perdita di suolo e la produzione di scarti.

Le terre da scavo saranno prodotte nel corso delle operazioni di sbancamento necessarie alla realizzazione delle fondazioni delle infrastrutture di volo e degli interventi edilizi.

Le modalità di gestione ed il conseguente destino delle terre provenienti da detta operazione sono duplici e la loro scelta deriva dalle tecniche esecutive previste per ciascun intervento.

La prima modalità di gestione sarà attuata in occasione degli interventi B1, B2, B3, D1 e D2 con un quantitativo riutilizzato in sito rispettivamente pari a 97.463 m<sup>3</sup>, 56.823 m<sup>3</sup>, 2.000 m<sup>3</sup>, 2.780 m<sup>3</sup> e 28.496 m<sup>3</sup>, per un totale pari a 187.562 m<sup>3</sup>.

Il restante quantitativo di terra proveniente dalle lavorazioni di fase I sarà riutilizzato nei rimodellamenti morfologici previsti nell'ambito degli interventi di inserimento paesaggistico e territoriale; nello specifico per la realizzazione dell'opera di mitigazione R1 (129.615 m<sup>3</sup>), quello proveniente dalle lavorazioni di fase II sarà riutilizzato per la realizzazione delle opere di mitigazione R2 (152.733 m<sup>3</sup>), R3 (60.292 m<sup>3</sup>) e R4 (34.241 m<sup>3</sup>), e quello proveniente dalle lavorazioni di fase III per la realizzazione dell'opera di mitigazione R5 (25.375 m<sup>3</sup>). Il quantitativo totale ammonta quindi a 402.256 m<sup>3</sup>.

Nello specifico i quantitativi provenienti dagli interventi:

- A1 sono pari a 12.750 m<sup>3</sup> in fase I e 18.500 m<sup>3</sup> in fase II;
- A2 sono pari a 1.700 m<sup>3</sup> in fase II;
- B1 sono pari a 40.843 m<sup>3</sup> in fase I e 63.040 m<sup>3</sup> prodotti in fase II;
- B2 sono pari a 3.702 m<sup>3</sup> in fase I e 51.121 m<sup>3</sup> prodotti in fase II;



- C1 sono pari a 8.250 m<sup>3</sup> in fase I e 6.240 m<sup>3</sup> prodotti in fase II;
- C2 sono pari a 21.195 m<sup>3</sup> in fase I e 38.285 m<sup>3</sup> prodotti in fase II;
- C3 sono pari a 13.900 m<sup>3</sup> in fase III;
- D1 sono pari a 10.980 m<sup>3</sup> in fase I e 26.360 m<sup>3</sup> prodotti in fase II;
- D2 sono pari a 29.324 m<sup>3</sup> in fase I, 33.633 m<sup>3</sup> prodotti in fase II e 11.475 m<sup>3</sup>;
- E1 sono pari a 314 m<sup>3</sup> in fase I;
- E2 sono pari a 2.257 m<sup>3</sup> in fase I e 8.387 m<sup>3</sup> prodotti in fase II.

Si evidenzia infine che per quanto concerne le caratteristiche ambientali delle terre, la società SACBO ha commissionato delle specifiche indagini in diversi punti dell'area compresa entro l'attuale sedime aeroportuale; la loro ubicazione (cfr. Figura 9-1) è stata scelta nello specifico in prossimità delle aree oggetto di alcuni interventi previsti nel PSA, in particolare in riferimento agli su cui sono previsti scavi, ovvero nelle aree:

- dei nuovi piazzali nord,
- del nuovo parcheggio e della pista di rullaggio prevista a nord,
- delle RESA est e ovest,
- presso il deposito carburanti a sud.

Tali sondaggi sono stati condotti nel 2016 attraverso l'esecuzione di 18 trincee esplorative, dalle quali sono stati prelevati campioni su cui valutare i parametri chimici previsti dall'Allegato 4 all'Art. 4 del DPR 120/2017<sup>8</sup> Titolo II.

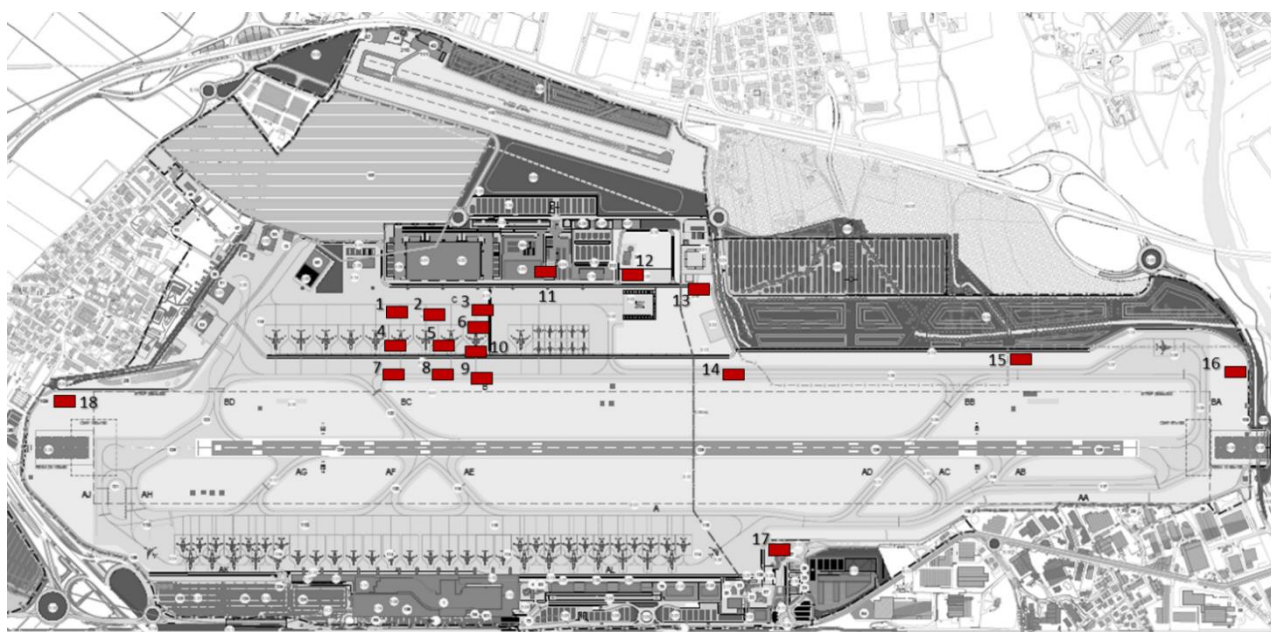


Figura 9-1 Ubicazione trincee esplorative

<sup>8</sup> Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo

Per ogni trincea esplorativa è stato prelevato un unico campione alla profondità di 0-1 metro, ad eccezione delle trincee 10 e 17 per le quali sono stati considerati due campioni a profondità differenti (cfr. Tabella 9-5).

Trincea	Campione	Profondità
1	1	0-1 m
2	2	0-1 m
3	3	0-1 m
4	4	0-1 m
5	5	0-1 m
6	6	0-1 m
7	7	0-1 m
8	8	0-1 m
9	9	0-1 m
10	10.1	0-1 m
	10.2	1-2 m
11	11	0-1 m
12	12	0-1 m
13	13	0-1 m
14	14	0-1 m
15	15	0-1 m
16	16	0-1 m
17	17.1	0-1 m
	17.2	1-2 m
18	18	0-1 m

Tabella 9-5 Profondità di prelievo campioni

A valle delle analisi chimiche condotte su tali campioni di terra, dagli esiti di tali analisi si è evidenziato come per tutti i campioni e per tutti i parametri chimici i valori fossero entro le soglie di concentrazione definite per i terreni ad uso industriale e commerciale, nonché per le aree verdi residenziali, caratterizzate dai limiti più restrittivi.

Alla luce di tali considerazioni è possibile escludere, quindi, contaminazioni del terreno esaminato legate ad attività antropiche.

Per un dettaglio maggiore sui risultati delle analisi chimiche commissionate dalla società SACBO si rimanda a quanto indicato nel Piano di utilizzo delle terre.

#### Produzione di inerti da demolizione

Gli interventi in progetto localizzati nell'area sud est, comportano la demolizione di alcuni manufatti edilizi:

- palazzina uffici - 1.782 m<sup>3</sup> in fase I;
- capannone spedizionieri -6.194 m<sup>3</sup> in fase I;
- varco doganale che sarà ricollocato a sud est in prossimità del magazzino ex forno inceneritore - 130 m<sup>3</sup> in fase I;
- capannoni DHL - 7.314 m<sup>3</sup> in fase I;
- magazzino mezzi rampa - 2.040 m<sup>3</sup> in fase I;

- mensa/spedizionieri che saranno ricollocati nelle strutture di nuova realizzazione - 6.873 m<sup>3</sup> in fase II;
- magazzini merci SACBO E UPS - 17.805 m<sup>3</sup> in fase II;
- capannone DHL - 72.700 m<sup>3</sup> in fase II;
- capannone di manutenzione - 4.461 m<sup>3</sup> in fase II;
- presidio VVF - 2.880 m<sup>3</sup> in fase II.

A tale riguardo, il PSA 2030 prevede un recupero dei materiali di demolizione per almeno il 50% delle tonnellate complessive, previa vagliatura e frantumazione da non effettuarsi in sito, vista la mancanza di spazi di cantiere sufficientemente ampi.

#### 9.4 Smaltimento acque e reflui

Secondo la ricostruzione dei nessi di causalità intercorrenti tra Azioni di progetto e tipologie di Impatti potenziali, dettagliatamente documentata all'allegato SIA.A02, la produzione di residui in termini di acque meteoriche e di acque reflue, è correlata alla presenza ed all'operatività dell'eventuale area di cantiere logistico.

Nello specifico, le tipologie di acque prodotte sono le seguenti:

- Acque meteoriche esterne all'area di cantiere, ossia le acque di ruscellamento superficiale che si possono formare all'esterno di detta area
- Acque meteoriche di dilavamento delle aree pavimentate dell'area di cantiere logistico
- Acque di attività di lavaggio delle autobetoniere e delle ruote dei mezzi d'opera in uscita dal sedime aeroportuale
- Acque reflue domestiche, provenienti dagli scarichi dei servizi idrosanitari localizzati nell'area di cantiere logistico

Al fine di evitare che la produzione di tali acque possa determinare la compromissione delle caratteristiche qualitative delle acque e dei suoli, nell'ambito degli interventi di mitigazione in fase di cantiere (cfr. Parte 5 "Lo stato post operam") è stato definito un articolato quadro di azioni, che saranno poste in essere congiuntamente all'approntamento di detta area di cantiere, individuando uno specifico modello gestionale e le relative soluzioni tecniche per ciascuna tipologia di acque prodotte.

Rimandando alla citata Parte 5 del presente SIA per la descrizione di dette soluzioni tecniche, in questa sede si è centrata l'attenzione sugli aspetti gestionali (cfr. Tabella 9-6).

<i>Tipologie di acque per origine</i>				<i>Modello di gestione</i>	
1	Meteoriche	1.1	Esterne all'area di cantiere	A	Raccolta in fossi di guardia perimetrali e convogliamento al recapito finale in corpo idrico superficiale / realizzazione strato in materiale drenante

		1.2	Interne (piazzali)	B	Raccolta, trattamento in impianto acque di prima pioggia e recapito finale in corpo idrico superficiale
2	Lavaggio	2.1	Piazzale	B	Raccolta, trattamento in impianto acque di prima pioggia e recapito finale in corpo idrico superficiale
		2.2	Autobetoniere e ruote mezzi di cantiere	C	Impianto di trattamento a ciclo delle acque chiuso e riutilizzo per lavaggio
3	Reflue	3.1	Servizi igienici	D	Bagni chimici

Tabella 9-6 Modello di gestione delle acque prodotte in cantiere per tipologie di origine

Nello specifico, per quanto attiene alle acque meteoriche provenienti dalle aree esterne (cfr. Tabella 9-6 - tipo 1.1), queste, non interferendo con l'area di cantiere, possono essere considerate "acque pulite" e, pertanto, potranno essere raccolte lungo i limiti del cantiere mediante fossi di guardia e direttamente convogliate al recapito finale, ossia nel limitrofo canale artificiale roggia Vescovada di Monte. In alternativa, potrà essere predisposto, sempre all'intorno dell'area di cantiere, uno strato in materiale drenante.

Per quanto concerne le acque meteoriche interne all'area di cantiere provenienti dal dilavamento delle pavimentazioni delle aree di piazzale e delle aree di deposito (cfr. Tabella 9-6 – tipo 1.2), nonché quelle prodotte dall'attività di lavaggio di detti piazzali (cfr. Tabella 9-6 – tipo 2.1), come noto, tali acque possono veicolare liquidi inquinanti, quali idrocarburi ed olii prodotti da perdite nei mezzi di cantiere in sosta, le quali possono modificare le caratteristiche qualitative delle acque e del suolo.

Il modello gestionale previsto al fine di evitare detta circostanza, prevede la raccolta delle acque meteoriche di dilavamento mediante canalette, la loro successiva immissione in una vasca di prima pioggia e, a valle del trattamento, il recapito finale nel limitrofo canale artificiale prima indicato.

Il trattamento operato nella vasca di prima pioggia consentirà il deposito dei solidi sospesi (sedimentazione) e la separazione della frazione oleosa (disoleazione), così da conferire nel corpo ricettore unicamente la portata depurata.

Relativamente alle acque generate dal lavaggio delle autobetoniere e dagli impianti di lavaggio delle ruote dei mezzi di cantiere in uscita dal sedime aeroportuale (cfr. Tabella 9-6 – tipo 2.2), è prevista l'adozione di impianti a ciclo chiuso, con trattamento delle acque e loro successivo riutilizzo, esclusivamente per le operazioni di lavaggio di detti mezzi.

Prescindendo dalla diversità tecniche che connotano gli impianti a servizio del lavaggio delle autobetoniere e delle ruote dei mezzi, in entrambi i casi il modello gestionale adottato consentirà il totale recupero delle acque di processo e l'assenza di scarichi.

Infine, relativamente alle acque provenienti dagli scarichi dei servizi igienici (cfr. Tabella 9-6 – tipo 3), assimilate alle acque reflue domestiche, queste saranno gestite attraverso bagni chimici.

Sulla scorta dei modelli operativi sopra descritti si evince che tutte le diverse tipologie di acque connesse all'area di cantiere logistico saranno gestite in modo tale da prevenire il prodursi di effetti sulle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, in quanto tali da garantire il preventivo trattamento di quelle recapitate nei corpi idrici superficiali (acque meteoriche di dilavamento) o il loro inserimento e riutilizzo all'interno di cicli chiusi (acque di lavaggio mezzi).

## **PARTE 4.3 GLI IMPATTI POTENZIALI DELL'OPERA E DELL'ESERCIZIO**

## 10 ARIA E CLIMA

### 10.1 Inquadramento tematico

L'obiettivo dello studio atmosferico nel presente capitolo è quello di stimare i valori di emissione e concentrazione degli inquinanti in relazione alla configurazione futura dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio (2030). Nei paragrafi successivi si riportano i principali input del modello di simulazione utilizzato EDMS e gli output risultanti.

Si specifica come al fine di effettuare il confronto tra gli scenari siano stati considerati in tale fase gli stessi ricettori e la stessa maglia di calcolo utilizzati per le simulazioni allo stato attuale.

### 10.2 Studio modellistico: Dati di input sorgenti e ricettori allo scenario post operam (2030)

#### 10.2.1 Il quadro delle sorgenti

Con la finalità di stimare la produzione di inquinamento atmosferico prodotta dall'aeroporto a valle della realizzazione degli interventi previsti al 2030, è stato necessario ricreare, come già effettuato per lo scenario attuale, 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.

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

- A. Traffico aeromobili previsto per il 2030 e relativi APU;
- B. Mezzi tecnici di supporto (GSE);
- C. Traffico veicolare medio indotto dall'aeroporto previsto per il 2030;
- D. Parcheggi a servizio dell'area aeroportuale;
- E. Sorgenti puntuali.

#### 10.2.2 Traffico aeromobili ed APU

##### 10.2.2.1 Composizione ed entità della flotta

Per definire la composizione e l'entità della flotta prevista per lo scenario post operam sono state considerate all'interno della simulazione tutte le tipologie di sorgenti emmissive legate al traffico aeromobili, come può essere ad esempio il modello di aereo circolante o il tipo di mezzo tecnico di rampa utilizzato.

In particolare, come è stato precedentemente effettuato per lo scenario attuale, 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, che per il 2030 sono previsti pari a 93748, con un aumento del 23,3% rispetto ai movimenti stimati nell'anno 2015.

Considerando una evoluzione del parco aeromobili connessa alle principali compagnie aeree che attualmente operano presso lo scalo e che si ritiene continuo ad essere operative presso lo scalo di Bergamo Orio al Serio in ragione delle peculiarità proprie dell'aeroporto, è possibile assumere la seguente mix di flotta come rappresentativa dell'operatività al 2030 e costituita dai modelli di aeromobili presumibilmente più ricorrenti per ciascuna componente di traffico. Inoltre, come già evidenziato nella definizione degli input per lo scenario attuale, a fini cautelativi, è stato assunto, per il peso degli aeromobili, il valore di default previsto nelle librerie del modello di simulazione per ogni modello di aeromobile.

Tipologia volo	Aerei	%	Movimenti annui	LTO
Passeggeri	737-800	43.44%	38069	19034
	737 Max 200	40.03%	35078	17539
	A320	10.03%	8791	4395
	A321	3.46%	3033	1516
	767-300	0.06%	51	25
	EMB190	2.98%	2608	1304
Courier	737-800	27.41%	1102	551
	757-200	23.14%	930	465
	767-300(CF6)	49.46%	1988	994
AG	Lear35	50.00%	1050	525
	GV	50.00%	1050	525

Tabella 10-1 Tipologie e percentuali di aeromobili al 2030

All'interno del software EDMS, quindi, sono stati inseriti gli input necessari per la definizione della composizione e dell'entità della flotta come prevista allo scenario post operam, in termini di LTO. Si specifica come, non essendo presente all'interno del modello di EDMS la tipologia di aereo Boeing 737 Max 200, la quota percentuale di movimenti annuali relativa a tale aereo è stata attribuita al Boeing 737-800, restando comunque cautelativi da un punto di vista di inquinamento atmosferico.

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) che è rimasta la stessa dello stato attuale, le 'taxiways' percorse che sono aumentate, i 'gates' di sosta e la tipologia delle macchine utilizzate dopo l'atterraggio per le attività di supporto all'aeromobile.



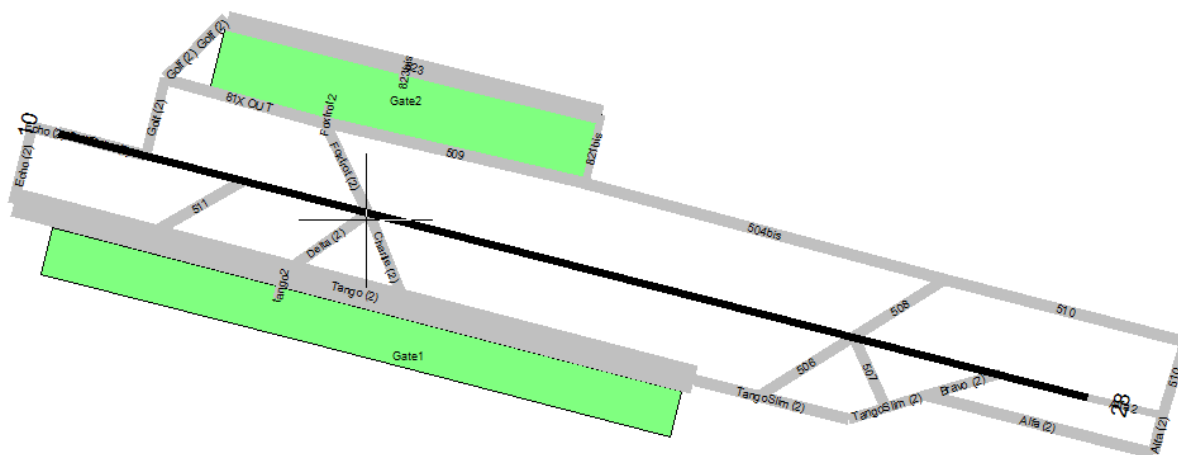


Figura 10-1 Configurazione della pista, delle taxiways e dei gates post operam

In termini di configurazione operativa futura è stata considerata una configurazione a tre punti così definita:

Punti	Picco arrivi (mov/h)	Picco partenze (mov/h)
1	7	23
2	18	5
3	19	4

Tabella 10-2 Capacità futura dell'aeroporto

Con riferimento all'operatività futura riportata nella Parte 3 "L'intervento: alternative e soluzioni", le modalità di uso della pista di volo che caratterizzano l'operatività dell'aeroporto al 2030 sono quelle rappresentate in Figura 10-2.

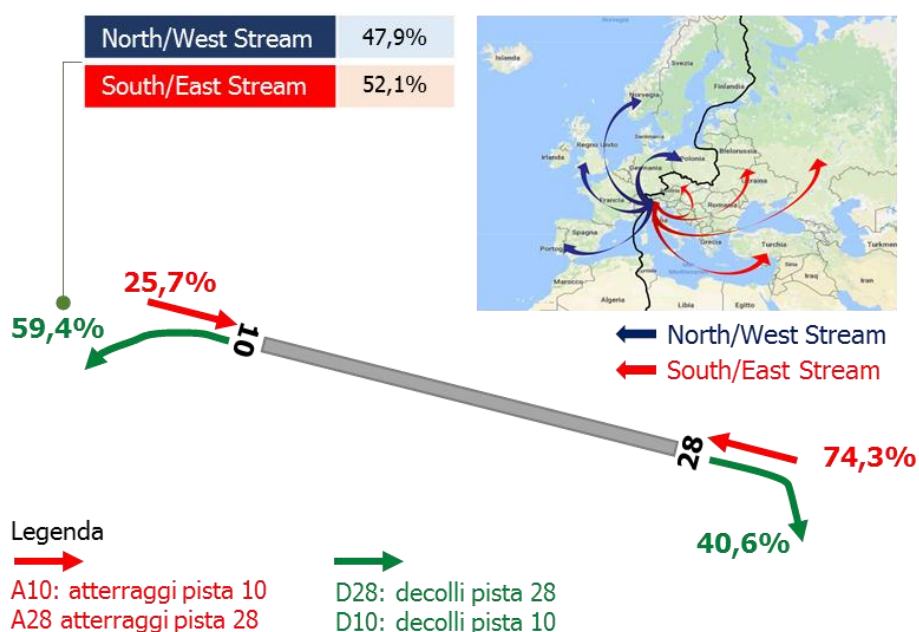


Figura 10-2 Utilizzo pista futura dell'aeroporto

Pertanto, all'interno di EDMS sono state considerate le seguenti percentuali di utilizzo pista:

Testata	Arrivi %	Partenze%
10	25,7	40,6
28	74,3	59,4

Tabella 10-3 Percentuali di utilizzo pista future

#### 10.2.2.2 Aircraft Power Unit

È 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, 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 5 minuti, come per lo scenario attuale.

Le configurazioni adottate sono quelle standard, proposte dal modello EDMS stesso e riportate nella Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" nell'ambito del capitolo relativo allo stato attuale della presente componente ambientale.

#### 10.2.3 Mezzi tecnici di supporto (GSE)

Al fine di poter correttamente simulare lo scenario post operam dell'aeroporto, sono stati definiti i GSE associati ad ogni tipologia di aeromobile come riporta la Tabella 10-4.

Tipologie di aeromobili	GSE
Aviazione Generale	GPU
	Generator

Tipologie di aeromobili	GSE
	Air start
	Deicer
	Sweeper
Cargo	GPU
	Generator
	Air start
	Deicer
	Sweeper
	Lift
	Cargo Loader
Passeggeri	GPU
	Generator
	Air start
	Deicer
	Sweeper
	Catering track
	Belt Loader
	Baggage Tractor
	Water Service
	Service Truck
	Passenger Stand
	Lavatory Truck

Tabella 10-4 Tipologie di GSE

Le tipologie di GSE considerate sono equivalenti a quelle viste per lo stato attuali. Per ognuna delle quali, però, è stato aumentato il tempo di funzionamento annuale in modo proporzionale all'aumento dei voli totali dal 2015 al 2030.

## 10.2.4 Sorgenti stradali

### 10.2.4.1 Finalità e metodologia

Al fine di considerare il contributo inquinante derivante dalla sorgente traffico veicolare allo scenario di progetto, 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 preso a riferimento il 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.

#### *10.2.4.2 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, si è fatto riferimento ai dati ufficiali forniti dall'Automobile Club d'Italia, nello specifico si è fatto riferimento al documento "Autoritratto 2015" il quale risulta essere la rappresentazione del parco veicolare italiano, aggiornato all'anno 2015.

In tal 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 in esame.

Per considerare il parco veicolare futuro, relativo all'anno di riferimento 2030, è stato ipotizzato lo spostamento di tutti i veicoli Euro 0 ed Euro 1 sugli Euro 6 considerando la scomparsa dei veicoli più datati nel corso degli anni.

Le tipologie veicolari prese in considerazione nello studio sono le stesse viste per l'analisi dello stato attuale.

Autovetture Regione Lombardia									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	343,800	386,701	866,833	530,639	393,315		1,477	2,522,765
	1401 - 2000	130,726	91,288	210,246	86,732	148,867		333	668,192
	Oltre 2000	10,912	10,494	25,785	7,944	27,789		74	82,998
	Non definito			1	1	45		7	54
<b>BENZINA Totale</b>		<b>485,438</b>	<b>488,483</b>	<b>1,102,865</b>	<b>625,316</b>	<b>570,016</b>		<b>1,891</b>	<b>3,274,009</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	4,902	5,024	122,157	64,091	20,542		20	216,736
	1401 - 2000	9,477	5,971	37,054	16,975	13,026		11	82,514
	Oltre 2000	1,276	1,293	4,467	352	1,602		3	8,993
	Non definito			1	1	1		1	3
<b>BENZINA E GAS LIQUIDO Totale</b>		<b>15,655</b>	<b>12,288</b>	<b>163,679</b>	<b>81,418</b>	<b>35,171</b>		<b>35</b>	<b>308,246</b>
BENZINA E METANO	Fino a 1400	1,029	958	20,378	22,387	5,489		2	50,243
	1401 - 2000	1,423	1,952	9,778	1,905	1,496		2	16,556
	Oltre 2000	59	50	415	37	132			693
<b>BENZINA E METANO Totale</b>		<b>2,511</b>	<b>2,960</b>	<b>30,571</b>	<b>24,329</b>	<b>7,117</b>		<b>4</b>	<b>67,492</b>
GASOLIO	Fino a 1400	354	55,813	181,406	107,188	8,728		2	353,491
	1401 - 2000	77,682	317,484	491,331	548,689	78,946		14	1,514,146
	Oltre 2000	36,879	93,613	113,460	90,674	43,754		11	378,391
	Non definito	1				6			7
<b>GASOLIO Totale</b>		<b>114,916</b>	<b>466,910</b>	<b>786,197</b>	<b>746,551</b>	<b>131,434</b>		<b>27</b>	<b>2,246,035</b>
IBRIDO-ELETTRICO	Fino a 1400			222	2,009	117			2,348
	1401 - 2000		1	1,491	17,351	2,324			21,167
	Oltre 2000		7	1,094	1,712	421			3,234
	Non contemplato					0	829		829
<b>IBRIDO-ELETTRICO Totale</b>			<b>8</b>	<b>2,807</b>	<b>21,072</b>	<b>2,862</b>	<b>829</b>		<b>27,578</b>
ALTRE	Fino a 1400					74			74
	1401 - 2000		2	6		0			8
	Oltre 2000	1				0			1
	Non definito					1			1
<b>ALTRE Totale</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>75</b>			<b>84</b>
NON DEFINITO	Fino a 1400	3	16	3		213		9	244
	1401 - 2000	10	15	3		42		3	73
	Oltre 2000	2	4	1		7		1	15
	Non definito		1	2		48		22	73
<b>NON DEFINITO Totale</b>		<b>15</b>	<b>36</b>	<b>9</b>		<b>310</b>		<b>35</b>	<b>405</b>
<b>TOTALE</b>		<b>618,536</b>	<b>970,687</b>	<b>2,086,134</b>	<b>1,498,686</b>	<b>746,985</b>	<b>829</b>	<b>1,992</b>	<b>5,923,849</b>

Tabella 10-5 Suddivisione Autovetture, Regione Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 – previsione futuro*)

Veicoli industriali leggeri Regione Lombardia									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
BENZINA	Fino a 3,5	5,569	5,982	7,948	3,151	10,244		115	33,009
	Non definito	4	2	2	2	481		1	492
BENZINA Totale		5,573	5,984	7,950	3,153	10,725		116	33,501
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	314	455	4,786	1,362	1,295		3	8,215
	Non definito			1		115			116
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		314	455	4,787	1,362	1,410		3	8,331
BENZINA E METANO	Fino a 3,5	194	587	6,606	7,088	1,011		3	15,489
	Non definito				1	4			5
BENZINA E METANO Totale		194	587	6,606	7,089	1,015		3	15,494
GASOLIO	Fino a 3,5	78,746	142,222	151,864	96,885	75,519		29	545,265
	Non definito	30	26	20	35	4,053		4	4,168
GASOLIO Totale		78,776	142,248	151,884	96,920	79,572		33	549,433
IBRIDO - ELETTRICO	Fino a 3,5		1	16	27	0			44
	Non contemplato					0	534		534
	Non definito			2		0			2
IBRIDO - ELETTRICO Totale			1	18	27	0	534		580
ALTRE	Fino a 3,5							2	2
ALTRE Totale								2	2
NON DEFINITO	Fino a 3,5	3	13	1		6			23
	Non definito					7			7
NON DEFINITO Totale		3	13	1		13			30
TOTALE		84,860	149,288	171,246	108,551	92,737	534	155	607,371

Tabella 10-6 Suddivisione veicoli industriali leggeri, Regione Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 – previsione futuro*)

Veicoli industriali pesanti Regione Lombardia								
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	10	9	14	4	362	7	406
BENZINA Totale		10	9	14	4	362	7	406
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	3	7	5	1	43	1	60
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		3	7	5	1	43	1	60
BENZINA E METANO	Oltre 3,5	13	10	56	220	14	1	314
BENZINA E METANO Totale		13	10	56	220	14	1	314
GASOLIO	3,6 - 7,5	3,024	4,444	2,279	2,541	9,400	48	21,736
	7,6 - 12	3,387	3,905	796	2,129	7,949	40	18,206
	12,1 - 14	197	439	106	395	1,583	18	2,738
	14,1 - 20	2,701	3,747	788	2,784	4,197	29	14,246
	20,1 - 26	4,195	6,126	891	5,263	5,831	10	22,316
	26,1 - 28	7	5	1	20	51	1	85
	28,1 - 32	869	2,524	466	2,085	291		6,235
	Oltre 32	66	105	40	40	170		421
GASOLIO Totale		14,446	21,295	5,367	15,257	29,472	146	85,983
ALTRE	Oltre 3,5				3	0		3
ALTRE Totale					3	0		3
NON DEFINITO	3,6 - 7,5					4		4
	7,6 - 12		1			2		3
	12,1 - 14		1			0		1
	14,1 - 20					1		1
	20,1 - 26		3			0		3
	28,1 - 32		1			0		1
	Oltre 32		1			0		1
NON DEFINITO Totale			7			7		14
TOTALE		14,472	21,328	5,442	15,485	29,898	155	86,780

Tabella 10-7 Suddivisione veicoli industriali pesanti ,Regione Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 - previsione futuro*)

Autobus Regione Lombardia								
USO	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	non contemplato	non definiti	TOTALE
Noleggio	596	783	368	652	530		1	<b>2,930</b>
Privato	375	309	195	126	421		2	<b>1,428</b>
Pubblico	1,492	1,605	477	1,994	819		4	<b>6,391</b>
Altri usi	17	10	1	1	45		2	<b>76</b>
Non contemplato					0	28		<b>28</b>
<b>TOTALE</b>	<b>2,480</b>	<b>2,707</b>	<b>1,041</b>	<b>2,773</b>	<b>1,815</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>10,853</b>

Tabella 10-8 Suddivisione autobus, Regione Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 - previsione futuro*)

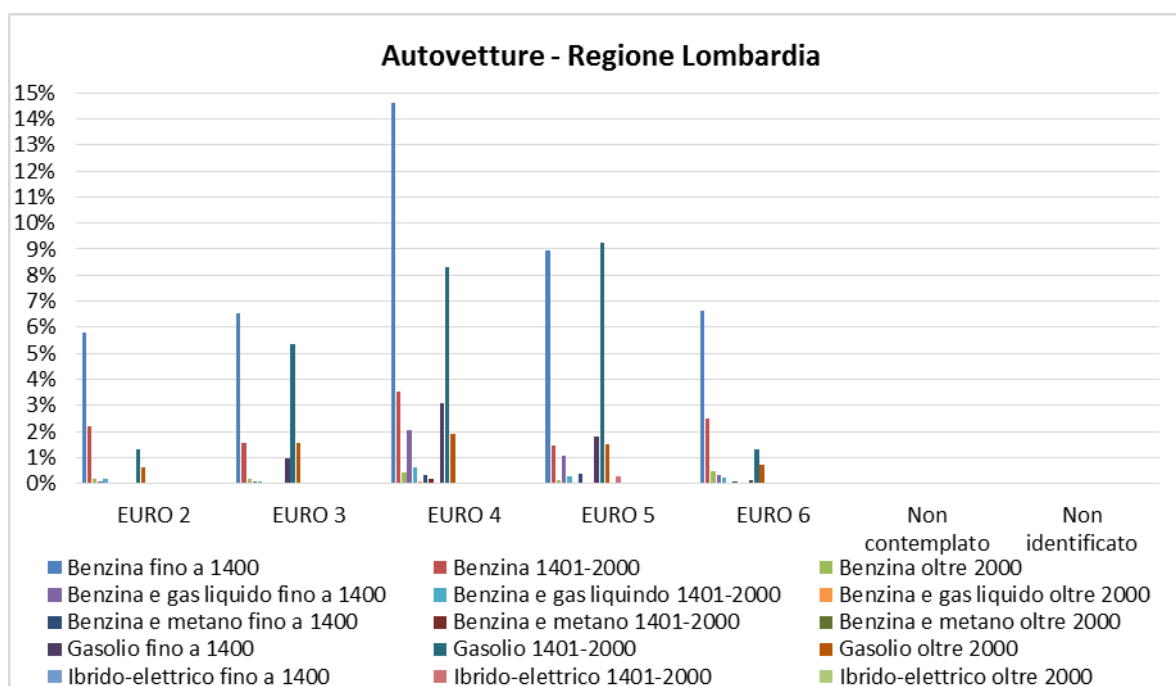


Figura 10-3 Percentuale veicoli leggeri circolanti in Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 - previsione futuro*)

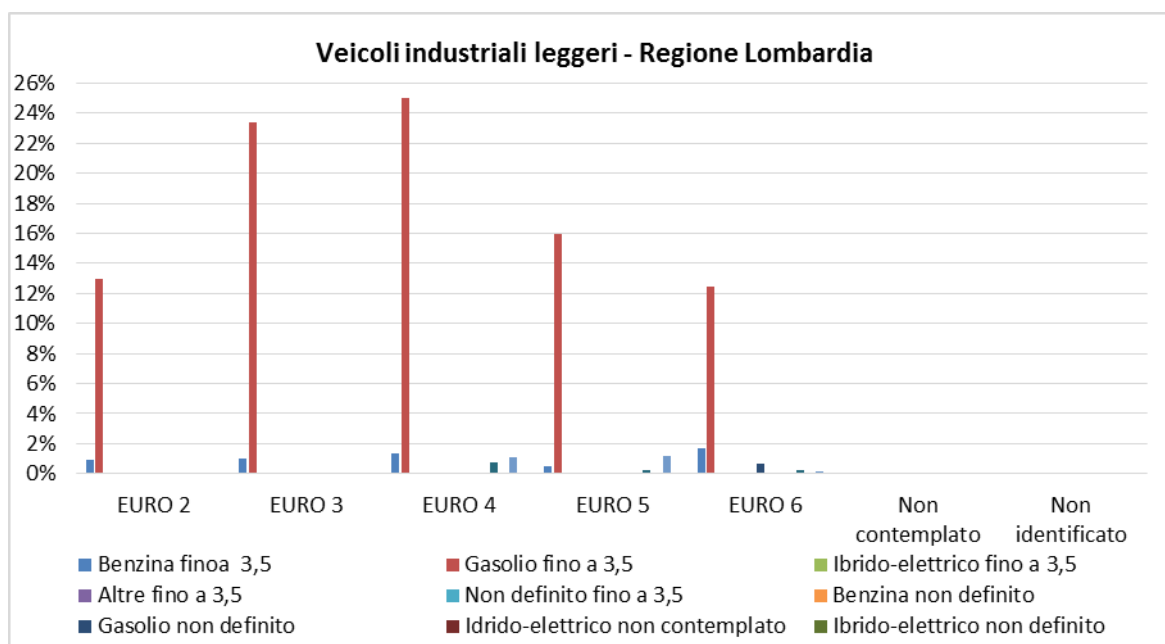


Figura 10-4 Percentuale veicoli leggeri circolanti il Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 - previsione futuro*)

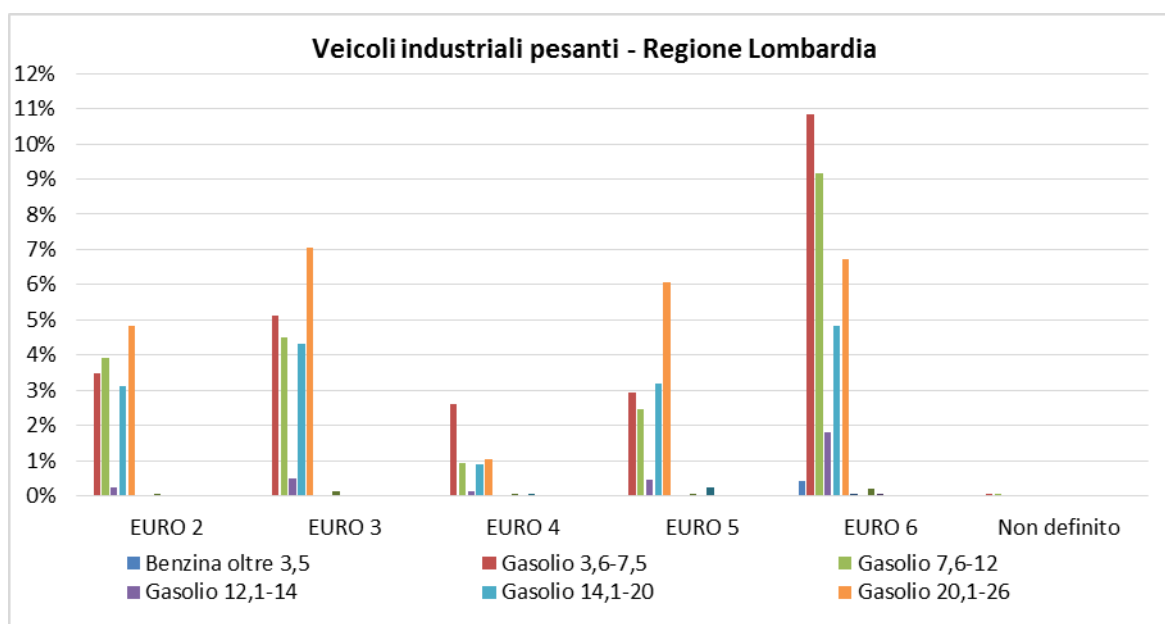


Figura 10-5 Percentuale veicoli pesanti circolanti il Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 - previsione futuro*)



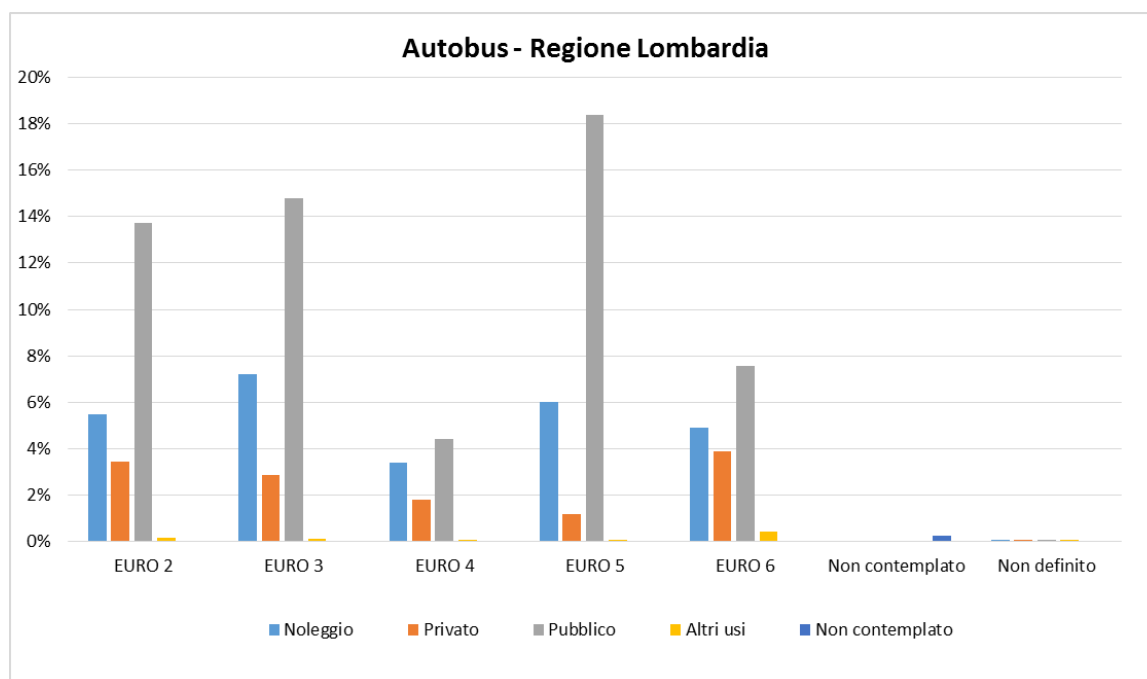


Figura 10-6 Percentuale autobus circolanti in Lombardia (fonte: *elaborazione dati ACI Autoritratto 2015 – previsione futuro*)

#### 10.2.4.3 Archi e volumi di traffico considerati

La fase successiva comprende la definizione della rete stradale che verrà considerata nel software di simulazione EMDS e i volumi di traffico previsti al 2030 su ciascun arco delle rete.

Il criterio con cui sono stati selezionati gli archi stradali della rete segue gli spostamenti da e verso l'aeroporto. Considerando come per lo stato attuale le tre direzioni principali caratterizzate da Milano, Bergamo e Brescia, si è fatto riferimento alle percentuali riportate nel PSA relative agli arrivi da ovest, pari al 66% e da est pari al 34%. Inoltre sempre da PSA si è tenuto conto dei percorsi e degli accessi utilizzati dalle diverse tipologie veicolari in modo da suddividere correttamente i movimenti totali. Per la stima dei movimenti veicolari, ovvero del TGM relativo alle diverse tipologie veicolari, è stato incrementato e/o ridotto il valore di traffico attuale in funzione dell'aumento dei passeggeri e della riduzione delle tonnellate di merci previste per lo scenario 2030. La schematizzazione è riportata in Figura 10-7.

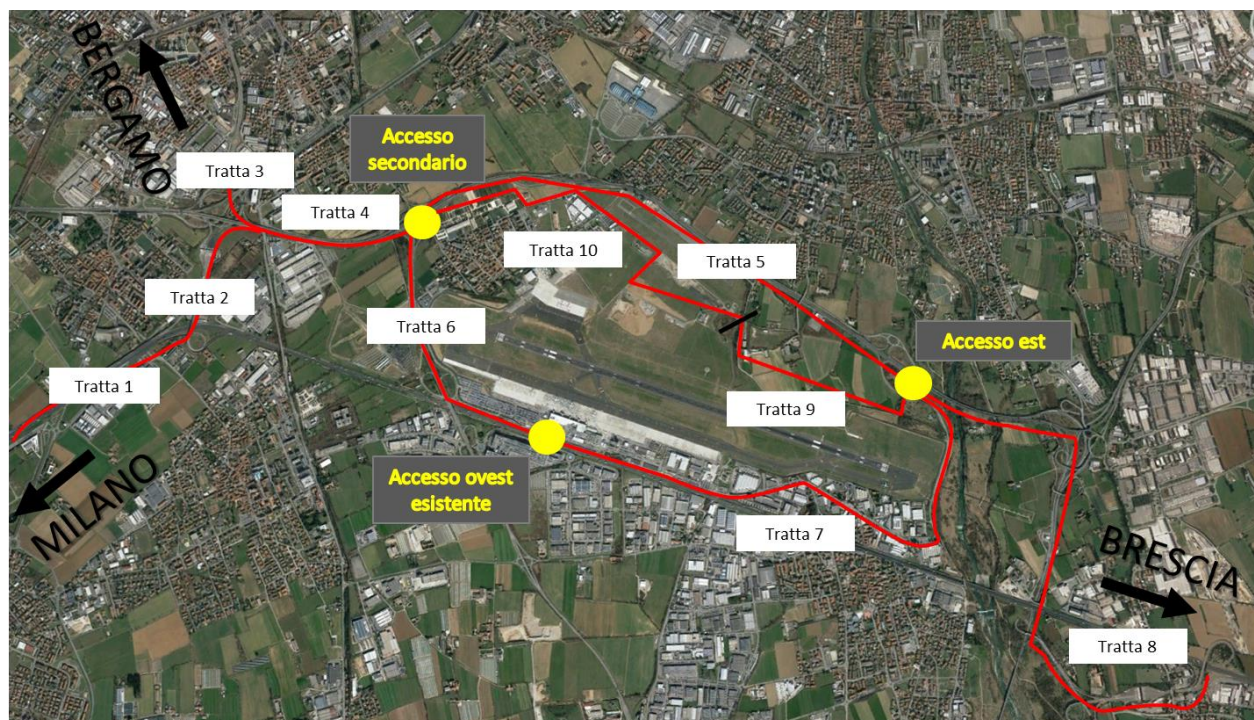


Figura 10-7 Schematizzazione rete stradale simulata

Di seguito si riportano i dati di traffico e le velocità considerate per le simulazioni allo scenario post operam.

Tratte	Velocità (Km/h)	Volume Annuo
Tratta 1	100	2.191.212
Tratta 2	70	2.191.212
Tratta 3	70	1.120.120
Tratta 4	70	3.311.332
Tratta 5	70	0
Tratta 6	50	3.305.492
Tratta 7	50	356.111
Tratta 8	70	1.656.771
Tratta 9	50	1.300.660
Tratta 10	50	5.840
Perimetrale	50	154.700

Tabella 10-9 Dati di traffico della rete simulata allo stato post operam

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, come già visto per lo scenario attuale, lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli e alla composizione del parco veicolare.

I fattori di emissione così ottenuti, espressi in g/km sono stati pesati in relazione alle percentuali del parco veicolare.

Tratte	Nox (g/Km)	CO (g/Km)	PM (g/Km)	VOC (g/Km)	PM2.5 (g/Km)
Tratta 1	1.07	0.80	0.07	0.05	0.04
Tratta 2	0.90	0.44	0.04	0.05	0.02
Tratta 3	0.88	0.44	0.04	0.05	0.02
Tratta 4	0.89	0.44	0.04	0.05	0.02
Tratta 5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tratta 6	0.96	0.44	0.03	0.06	0.02
Tratta 7	0.98	0.44	0.03	0.06	0.02
Tratta 8	0.84	0.43	0.03	0.05	0.02
Tratta 9	0.89	0.43	0.03	0.05	0.02
Tratta 10	4.49	1.04	0.08	0.15	0.05
Perimetrale	0.95	0.44	0.03	0.06	0.02

Tabella 10-10 Fattori di emissione

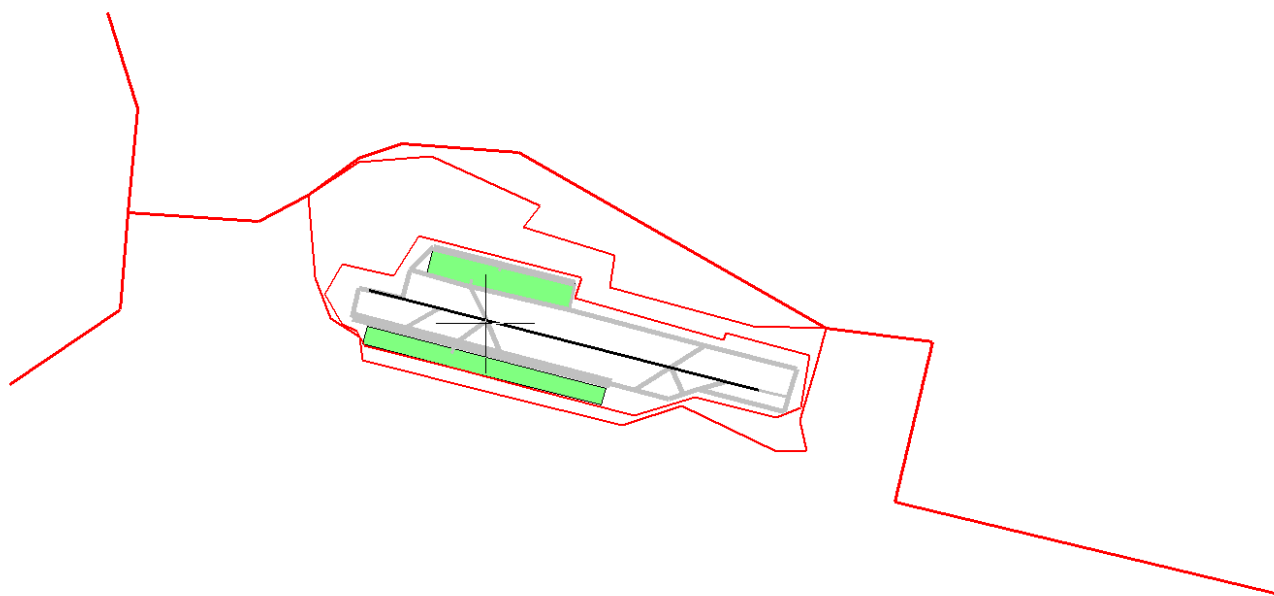


Figura 10-8 Rete Stradale Simulata in EDMS

#### 10.2.4.4 Parcheggi

Gli interventi previsti in progetto prevedono la realizzazione e l'ampliamento di diverse aree destinate ai parcheggi per la sosta breve e lunga dei veicoli di passeggeri e addetti ma anche di parcheggi destinati alla sosta degli autobus.

In simulazione sono stati inseriti solamente i parcheggi previsti allo scenario post operam di entità tali da interferire con la componente atmosfera in esame, nello specifico quei parcheggi utilizzati dai passeggeri per la sosta breve e lunga. Di seguito si riportano gli input di progetto determinati a partire dal numero di posti auto presenti in ogni parcheggio e dal numero di autovetture stimate per il 2030.

Denominazione parcheggio	Intervento	Posti auto	Traffico annuo
P1	Razionalizzazione/ Ampliamento	717	154.203
P2	Razionalizzazione	2.877	1.050.105
P3	Ampliamento	5.000	1.825.000
P5	Nuova realizzazione	3.560	1.300.000

Tabella 10-11 Definizione parcheggi scenario post operam

Inoltre per ripartire i traffici stimati tra i tre parcheggi a lunga sosta, P2, P3 e P5, sono state considerate le percentuali di accesso ai due varchi ad est e ovest dell'aeroporto pari rispettivamente al 34% (P5) ed al 66% (P2 e P3).

Per il parcheggio P1 a sosta breve, data la sua diversa funzione, il traffico annuo è stato stimato incrementando il valore allo stato attuale di una quota percentuale corrispondente all'aumento dei posti auto interni a P1.

La schematizzazione dei parcheggi all'interno del software è riportata in Figura 10-9.

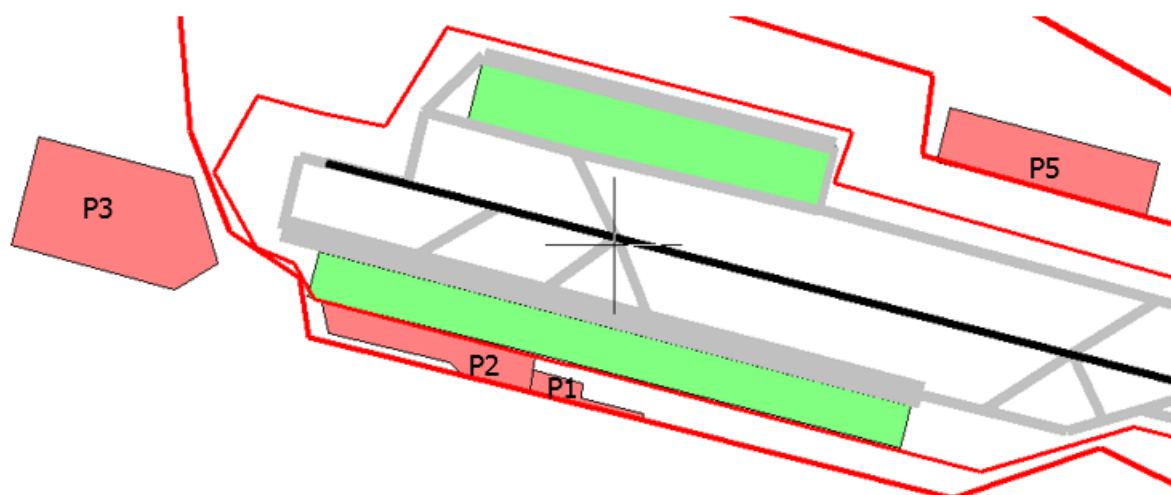


Figura 10-9 Schematizzazione del sistema parcheggi simulato all'interno di EDMS

## 10.2.5 Sorgenti Puntuali

### 10.2.5.1 Centrali termiche ed aree de-icing

Ultimo aspetto ha riguardato la definizione delle sorgenti puntuali.

E' prevista da PSA la realizzazione di una centrale di trigenerazione, localizzata nell'area sud est del sedime aeroportuale, in cui verrà prodotta energia elettrica, termica e frigorifera.

Le caratteristiche di tale centrale sono riportate di seguito:

- Altezza fumi: 12 m
- Diametro camino: 1 m
- Temperatura gas al camino: 220 F
- Consumo di gas metano: 720 Nmc/h
- Emissione NOx: 250 mg/Nmc
- Emissione CO: 300 mg/Nmc

Nell'area a nord, invece, sono state implementate in simulazione altre tre centrali termiche, oltre l'attuale interna all'hangar SACBO. Tali centrali sono previste in prossimità dei nuovi edifici a nord, due caratterizzati da strutture merci ed uno costituito dal nuovo terminal per l'aviazione generale. Le caratteristiche di tali centrali sono state ipotizzate omogenee tra loro, riprendendo quelle definite per la centrale dell'hangar SACBO vista per lo stato attuale.

Con riferimento alle aree di deicing, infine, sono previste da PSA tre nuove aree di cui due a sud localizzate ad ovest e ad est del piazzale aeromobili ed una a nord-est della pista di volo, con capacità pari a 350 Kilolitri l'anno.

#### 10.2.5.2 Building Downwash

Come effettuato per lo stato attuale, anche per lo scenario di progetto è stato determinato il Building Downwash al fine di individuare quegli edifici che generano perturbazioni idrodinamiche sul plume delle sorgenti puntuali. Tale modello è stato applicato sulle nuovi centrali in esame, costituite nello specifico dalla centrale di trigenerazione (TR) e dalle tre nuove centrali termiche localizzate a nord (N1, N2, N3), e sulla centrale già esistente a nord all'interno dell'edificio SACBO (MFI), come rappresentato in Figura 10-10.

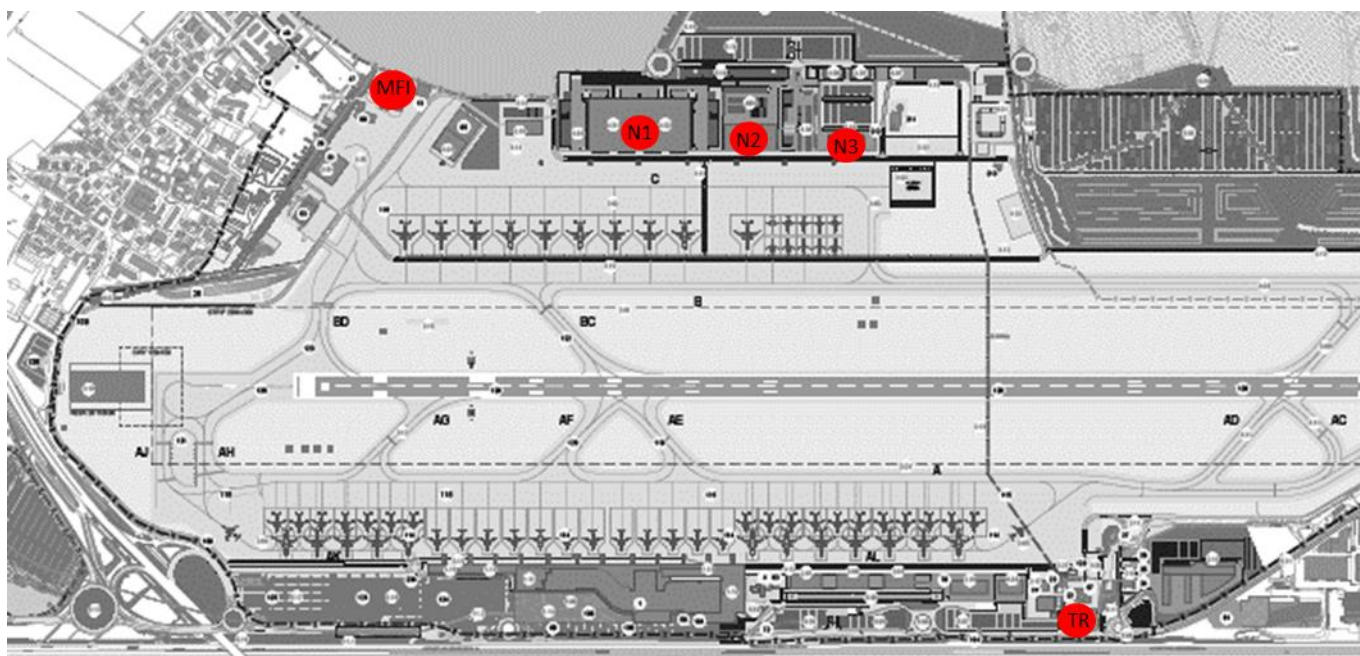


Figura 10-10 Centrali termiche nord e sud

Si è evidenziata, quindi, l'esigenza di valutare quali edifici, tra quelli più prossimi alle sorgenti emmissive, possano influenzare la dispersione degli inquinanti.

Per effettuare tale valutazione è stato utilizzato il software sviluppato dalla Lakes Environmental Aermod View ed il codice di calcolo in esso BPIP. Dal punto di vista operativo, il primo passaggio è quello di modellare in 3D gli edifici e le sorgenti emmissive. Dalla Figura 10-11 si possono osservare gli edifici e le sorgenti esportati, modellati all'interno del programma.



Figura 10-11 Edifici e sorgenti esportati da Aermod View in Google Earth

Dopo aver inserito gli edifici è possibile visualizzare l'area di influenza dell'edificio e lo Structure Influence Zone.

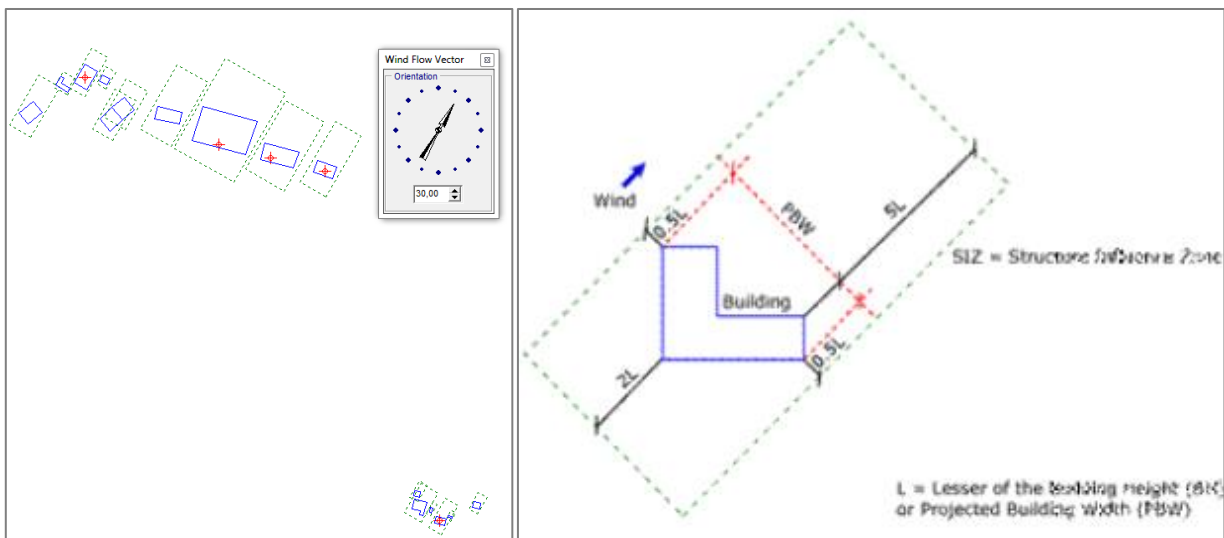


Figura 10-12 Screen shot AERMOD view

E' quindi possibile integrare tali rettangoli per tutte le direzioni del vento, determinando così un'area circolare denominata GEP 5L (Area di influenza). Ogni sorgente, che si trova all'interno della di tale area risente degli effetti del building downwash.

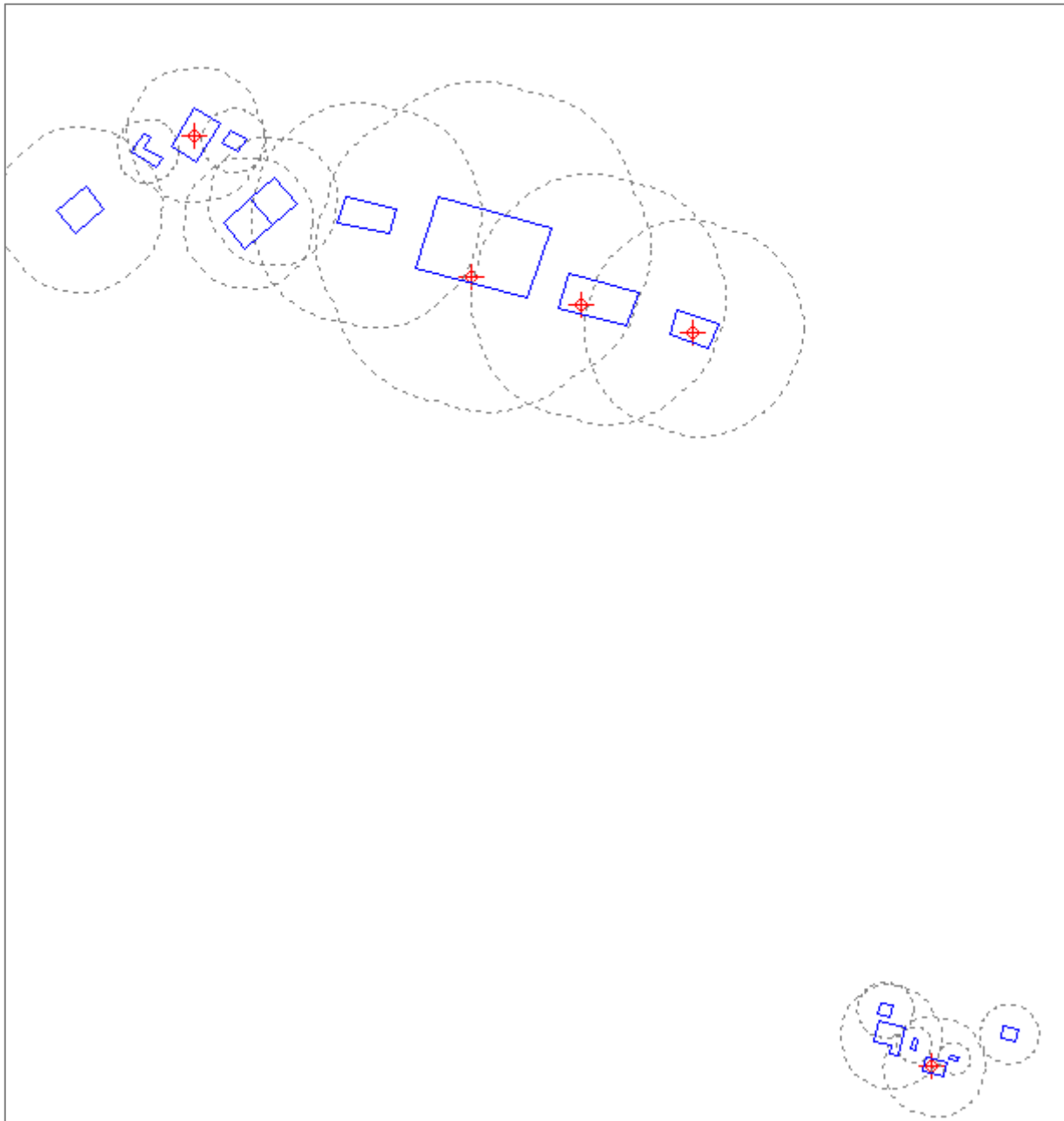


Figura 10-13 GEP 5L

Dall'analisi sin qui effettuata risultano essere sei gli edifici che influenzano le sorgenti emissive, rappresentati, a sud, dall'edificio contenente la centrale di trigenerazione e la centrale elettrica est e a nord dalle due strutture merci, dal terminal destinato all'aviazione generale e dall'edificio SACBO. Gli altri edifici prossimi alle sorgenti, infatti, si trovano ad una distanza tale che, in relazione alle loro dimensioni (altezza e larghezza trasversale), non influenzano il plume e non forniscono un contributo all'incremento delle emissioni.





Figura 10-14 Edifici che influenzano le sorgenti

Tali edifici, sono, quindi, stati inseriti all'interno del modello EDMS, come rappresentato in Figura 10-15.

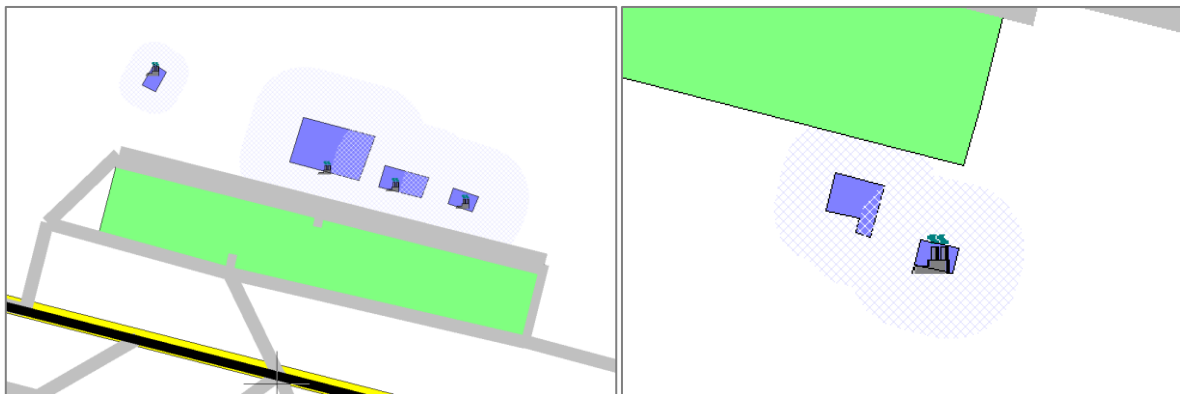


Figura 10-15 Implementazione degli edifici in EDMS a nord (nella figura a sinistra) e a sud (nella figura a destra)

### 10.2.6 Profili Operativi

Come già visto nell'analisi dello scenario attuale, per molte sorgenti è utile definire degli andamenti nell'anno, al fine di avere una migliore fedeltà nella simulazione della sorgente stessa. Il profilo orario relativo agli aeromobili al 2030 è stato modificato in considerazione della riduzione dei voli notturni che al futuro sono stimati pari all'11%.

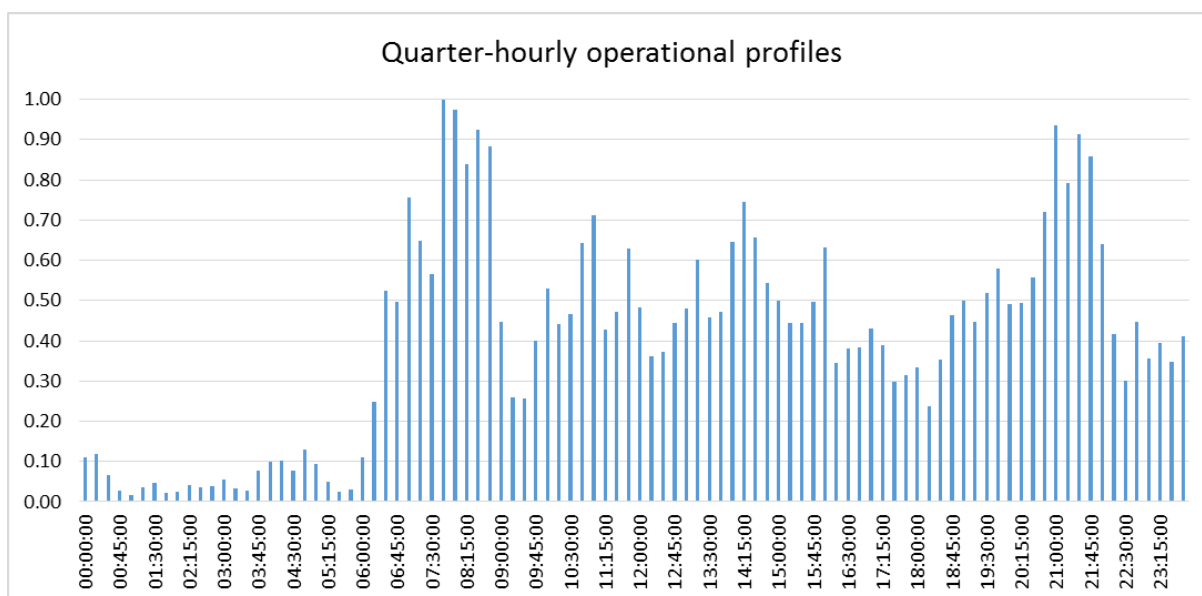


Figura 10-16 Quarter-Hourly Operational Profiles sorgente aeromobile

Relativamente al profilo mensile e giornaliero degli aeromobili e a tutte le altre sorgenti, non avendo ulteriori informazioni, si è ipotizzato un profilo equivalente a quello riportato per l'analisi dello stato attuale.

### 10.2.7I ricettori

#### 10.2.7.1 La maglia di calcolo

Al fine di poter confrontare i due scenari, attuale e futuro, per la simulazione dello scenario post operam è stata considerata la stessa maglia di calcolo definita nella Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" nell'ambito del capitolo relativo allo stato attuale della presente componente.

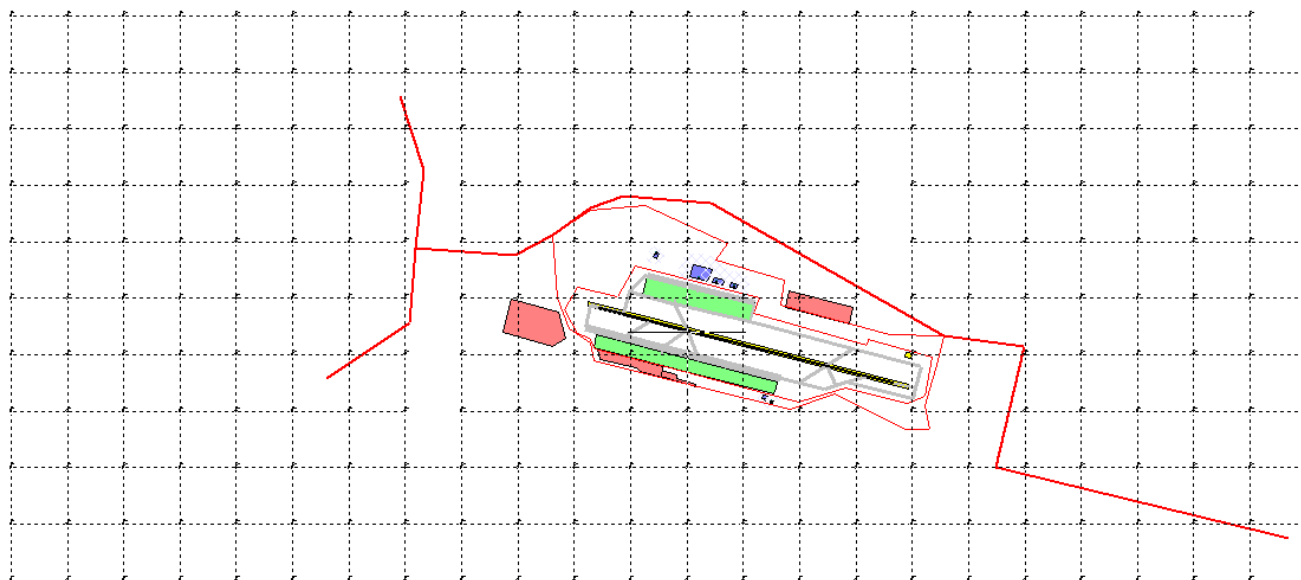


Figura 10-17 Maglie di calcolo per la simulazione dello scenario post operam

#### 10.2.7.2 I ricettori di riferimento

Coerentemente a quanto sottolineato nel precedente paragrafo, anche i punti ricettori scelti per lo scenario post operam sono equivalenti a quelli utilizzati nell'analisi dello scenario attuale, al fine di avere la possibilità di confrontare i due scenari in termini di concentrazione di inquinanti in atmosfera.

Si fa riferimento quindi a sei ricettori per la salute umana, denominati con la lettera R, ed a tre ricettori per la vegetazione (V), le cui caratteristiche sono riportate nella Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" nell'ambito del capitolo relativo allo stato attuale della presente componente.

### 10.3 Risultanze dello studio modellistico: Emissioni

Il presente paragrafo riporta l'analisi emissiva condotta alla luce dei risultati derivanti dalla simulazione della scenario al 2030. L'output ricavato dalle simulazioni in EDMS è stato conseguentemente elaborato in modo da ottenere i valori di emissione finali effettivi dello scenario futuro, considerando pertanto il funzionamento della procedura A-CDM (Airport Collaborative Decision Making) che la Società di gestione sta attualmente implementando.

A tale riguardo si evidenzia che:

- **SACBO SpA ha partecipato al bando Connecting Europe Facility (CEF) for Transport - 2016 con il progetto dal titolo A-CDM Bergamo, con riferimento al quale l'Agenzia esecutiva per l'innovazione e le reti (Innovation and Networks Executive Agency -INEA), alla quale spetta la gestione operativa di CEF, si è espressa riconoscendo che «la pertinenza, la maturità, l'impatto e la qualità dell'azione proposta sono molto buone» e che «la tecnologia implementata è matura»**
- **SACBO ed ENAC, in data 09 giugno 2017, hanno firmato un memorandum d'intesa per dare attuazione al Programma A-CDM, in cui SACBO ribadisce l'impegno all'attuazione di detto progetto, finalizzato al miglioramento della gestione dei flussi di traffico dell'aeroporto di Bergamo e all'ottimizzazione dei processi legati all'utilizzo delle infrastrutture e delle risorse aeroportuali. In termini di tempistica, la realizzazione dell'A-CDM sull'aeroporto di Bergamo Orio al Serio è prevista entro il secondo trimestre del 2019.**

Tale progetto è in grado di apportare numerosi benefici al gestore aeroportuale ed alle compagnie aeree e grazie ad esso le fasi di volo, dalla partenza all'atterraggio, vengono considerate un "processo unico" che garantisce l'ottimizzazione della gestione del traffico aereo, attraverso una maggiore puntualità del servizio ed una riduzione del consumo di carburante, con conseguente riduzione dell'impatto ambientale. Ciò in termini modellistici, che andremo ad analizzare nel proseguo della trattazione, si traduce in una riduzione dei tempi di "taxi in" e "taxi out".

L'aeroporto di Bergamo Orio al Serio, che ha aderito in forma volontaria all'importante progetto europeo, sarà, quindi, il sesto scalo nazionale ad essere dotato di tale modello gestionale, unitamente

agli scali di Roma Fiumicino, Milano – Malpensa, Venezia – Tessera e Milano Linate già operativi, nonché allo scalo di Napoli – Capodichino, in fase di implementazione.

E' dimostrato, infatti, che l'applicazione dell'A-CDM al sistema aeroportuale garantisce la riduzione dei tempi di taxi in e di taxi out, agendo conseguentemente sul miglioramento in termini emissivi. In termini percentuali questo si traduce in una riduzione del 25% per "taxi in" e del 16% per "taxi out".

A valle dell'applicazione di tali valori percentuali, nella tabella seguente si riportano i valori emissivi (espressi in tonnellate) degli inquinanti relativi alla sorgente di traffico aereo, suddivisi per modalità di funzionamento degli aeromobili.

Aircraft	CO2 (t)	H2O (t)	CO (t)	THC (t)	NMHC (t)	VOC (t)	TOG (t)	NOx (t)	SOx (t)	PM-10 (t)	PM-2.5 (t)
Approach	19686,60	7718,65	22,28	1,08	1,25	1,24	1,25	54,79	7,31	0,37	0,37
Climb Out	8638,98	3387,14	1,11	0,12	0,13	0,13	0,13	52,04	3,21	0,27	0,27
Startup	-	-	-	13,11	15,16	15,08	15,16	-	-	-	-
Takeoff	35031,19	13734,89	3,65	0,39	0,45	0,45	0,45	241,11	13,00	1,17	1,17
Taxi In	5090,99	1996,05	27,84	1,95	2,26	2,24	2,26	11,54	1,89	0,11	0,11
Taxi Out	8367,43	3280,67	80,98	5,80	6,70	6,67	6,70	11,07	3,11	0,18	0,18
<b>Totale</b>	<b>76815,19</b>	<b>30117,40</b>	<b>135,85</b>	<b>22,45</b>	<b>25,95</b>	<b>25,81</b>	<b>25,95</b>	<b>370,54</b>	<b>28,52</b>	<b>2,10</b>	<b>2,10</b>

Tabella 10-12 Emissioni aeromobili

Con specifico riferimento i mezzi a terra presenti in ambito aeroportuale (GSE) è possibile osservare la Tabella 10-13.

Categoria	CO (t)	NMHC (t)	VOC (t)	TOG (t)	NOx (t)	SOx (t)	PM-10 (t)	PM-2.5 (t)
GSE	18,80	2,78	2,97	3,04	34,01	0,35	2,88	2,79

Tabella 10-13 Emissioni GSE

In termini di APU si può far riferimento alla Tabella 10-14.

Categoria	CO (t)	THC (t)	NMHC (t)	VOC (t)	TOG (t)	NOx (t)	SOx (t)	PM-10 (t)	PM-2.5 (t)
APUs	3,91	0,30	0,35	0,35	0,35	6,10	0,86	0,68	0,68

Tabella 10-14 Emissioni APU

Per quanto riguarda invece, la sorgente parcheggi, i valori di emissione dei diversi inquinanti sono riportati in Tabella 10-15.

Categoria	CO (t)	THC (t)	NMHC (t)	VOC (t)	TOG (t)	NOx (t)	SOx (t)	PM-10 (t)	PM-2.5 (t)
Parking	1,33	0	0	0,13	0	1,68	0	0,05	0,03

Tabella 10-15 Emissioni parcheggi

Relativamente alla sorgente stradale in termini di traffico indotto, l'analisi emissiva ha portato ai seguenti risultati, espressi in Tabella 10-16.

Categoria	CO (t)	NMHC (t)	VOC (t)	TOG (t)	NOx (t)	SOx (t)	PM-10 (t)	PM-2.5 (t)
Roadways	8,12	0	0,93	0	16,07	0	0,62	0,38

Tabella 10-16 Emissioni rete stradale

Infine, i valori di emissione relativi alle sorgenti stazionarie presenti allo stato attuale sono riportati in Tabella 10-17.

Categoria	CO (t)	THC (t)	NMHC (t)	VOC (t)	TOG (t)	NOx (t)	SOx (t)	PM-10 (t)	PM-2.5(t)
Stationary	2,02	0,17	0,12	0,34	0,42	2,08	0,004	0,05	0,05

Tabella 10-17 Emissioni sorgenti stazionarie

Per avere un quadro generale sulle emissioni prodotte dalla totalità delle sorgenti simulate allo scenario futuro al 2030, nel seguito si riportano i valori emissivi totali per ogni inquinante.

Categoria	CO2 (t)	H2O (t)	CO (t)	THC (t)	NMHC (t)	VOC (t)	TOG (t)	NOx (t)	SOx (t)	PM-10 (t)	PM-2.5 (t)
TOTALE	76815,19	30117,40	170,02	22,91	29,20	30,53	29,76	430,49	29,73	6,38	6,03

Tabella 10-18 Emissioni totali

## 10.4 Risultanze dello studio modellistico: Concentrazioni

### 10.4.1 Analisi delle concentrazioni sulla maglia di calcolo

Dalla Tavola "Carta delle isoconcentrazioni: Scenario di progetto" (Cod. SIA.T15), è possibile osservare per l'intera maglia di calcolo i valori di concentrazione media annua relativi a:

- Biossido di Azoto NO<sub>2</sub>;
- Particolato PM<sub>10</sub>;
- Particolato PM<sub>2.5</sub>;

Con riferimento al biossido di zolfo, invece, per le concentrazioni, si riporta la maglia dei 1° valori più elevati calcolati rispetto alla media giornaliera.

Dalla tavola si osserva come per quanto riguarda i valori di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> 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 di circa un ordine di grandezza 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 critico rispetto a tutti gli inquinanti analizzati.

Nei paragrafi successivi si riportano i risultati delle concentrazioni degli inquinanti NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>x</sub> generati dalle sorgenti aeroportuali più critiche in corrispondenza dei punti ricettori scelti per la salute umana e per la vegetazione.

#### **10.4.2 Il contributo delle sorgenti allo scenario post operam**

Analogamente a quanto fatto per i valori emissivi, anche per i valori relativi alle concentrazioni degli inquinanti sono state apportate delle modifiche al dato risultate dalle simulazioni, attraverso la riduzione percentuale della sorgente "taxiways", ricavata come media delle percentuali di riduzione di taxi in e taxi out precedentemente riportate per tenere in considerazione il funzionamento A-CDM previsto al 2030. Tale percentuale di riduzione risulta pari al 20%.

Nel presente paragrafo, prima di analizzare i livelli di concentrazione degli inquinanti di cui sono responsabili tutte le sorgenti identificate all'interno dell'area dell'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio, è stata analizzata, in termini percentuali, la responsabilità di ogni sorgente nei nove punti ricettori scelti.

Al fine di effettuare una stima generalizzabile e al tempo stesso significativa si è scelto di fare riferimento all'inquinante NO<sub>x</sub> in quanto maggiormente critico in termini di concentrazioni in atmosfera, rispetto agli altri inquinanti su cui è stata analizzata la diffusione prodotta dalle sorgenti del sistema aeroportuale.

Le sorgenti inquinanti analizzate sono:

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

In valore assoluto sono stati ottenuti i seguenti valori di concentrazione di NO<sub>x</sub> per ogni sorgente (cfr. Figura 10-18).

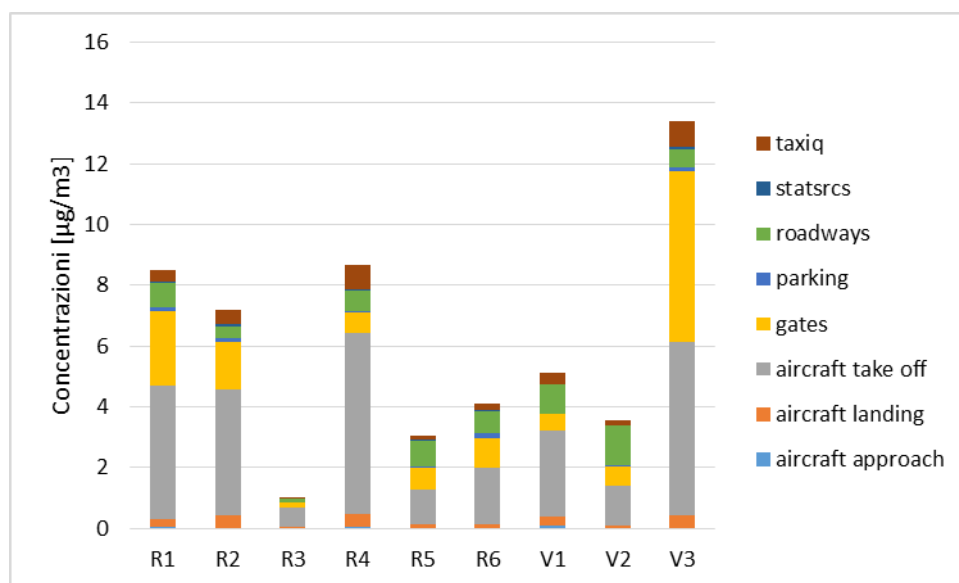


Figura 10-18 Valore assoluto di concentrazione di NO<sub>x</sub> per ogni sorgente

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

Per i ricettori R1, R2, R3 ed R4 le quote percentuali maggiori, come si può osservare dalle figure sottostanti, sono rappresentate dagli aeromobili.

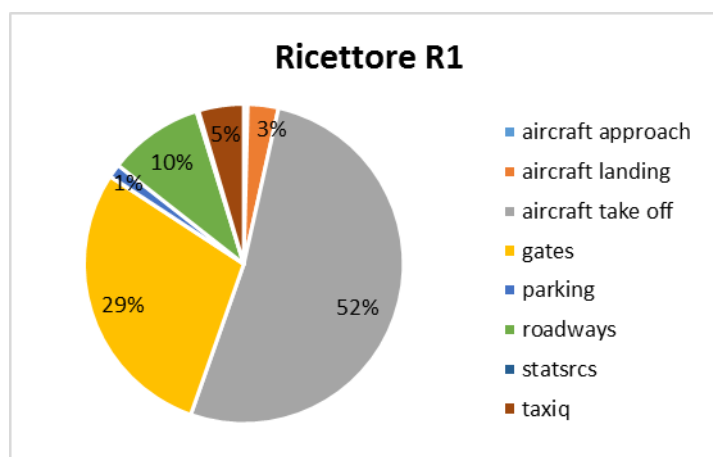


Figura 10-19 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R1

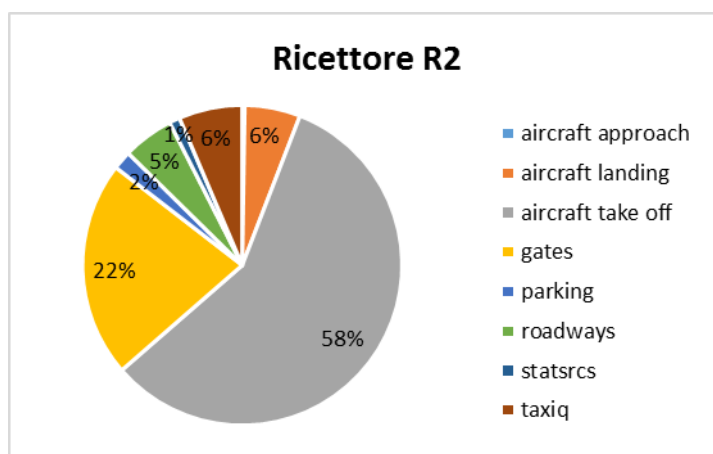


Figura 10-20 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R2

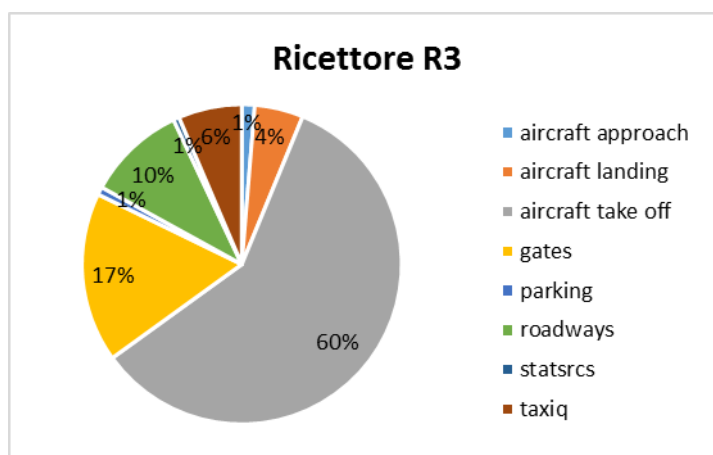


Figura 10-21 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R3

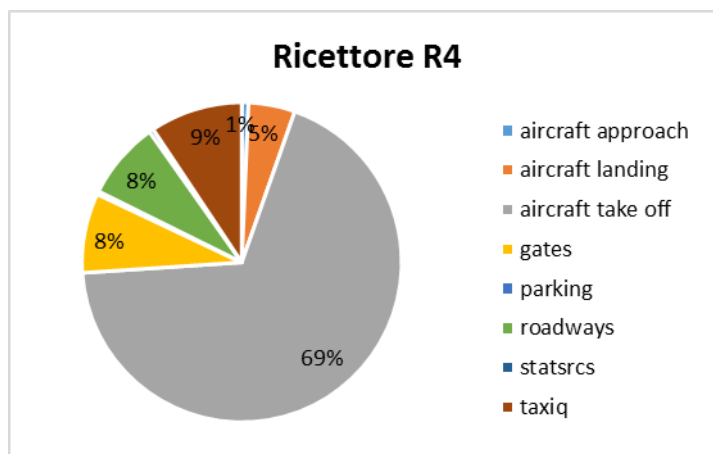


Figura 10-22 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R4

Per il ricettore R5, invece, si evidenzia un elevato valore della percentuale dovuto alla componente stradale. Questo è spiegato dalla vicinanza del ricettore alla viabilità stradale simulata, di accessibilità



all'aeroporto. Infatti il valore percentuale relativo alla componente stradale risulta pari al 28% (cfr. Figura 10-23).

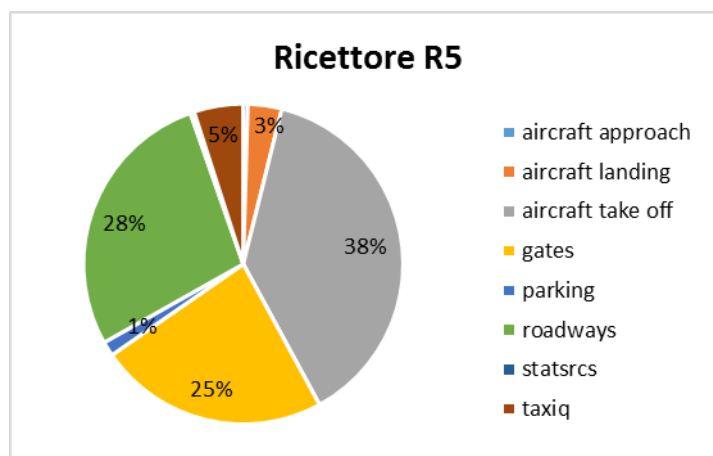


Figura 10-23 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R5

Il ricettore R6, posizionato vicino alla pista di volo ed in prossimità della viabilità stradale registra un'elevata percentuale dovuta proprio alla presenza di aeromobili con una percentuale che arriva al 47%, ed una quota percentuale, pari al 18%, relativa alla sorgente stradale. (cfr. Figura 10-24).

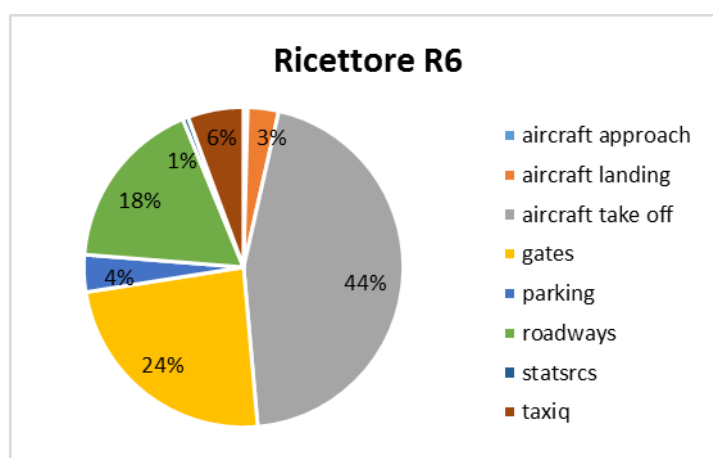


Figura 10-24 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore R6

Relativamente al ricettore V1 si può osservare, da Figura 10-25, come la maggiore percentuale, pari al 64%, è da attribuire alla sorgente aeronautica per la localizzazione propria del ricettore, adiacente alla testata 28 della pista di volo.

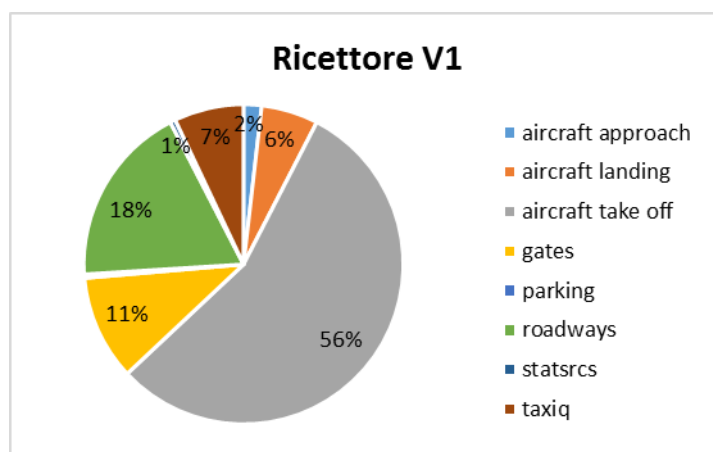


Figura 10-25 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore V1

Il ricettore V2 invece, trovandosi come il ricettore R5, in prossimità della rete stradale simulata, presenta percentuali elevate relative alla sorgente stradale, specificatamente pari al 36%.

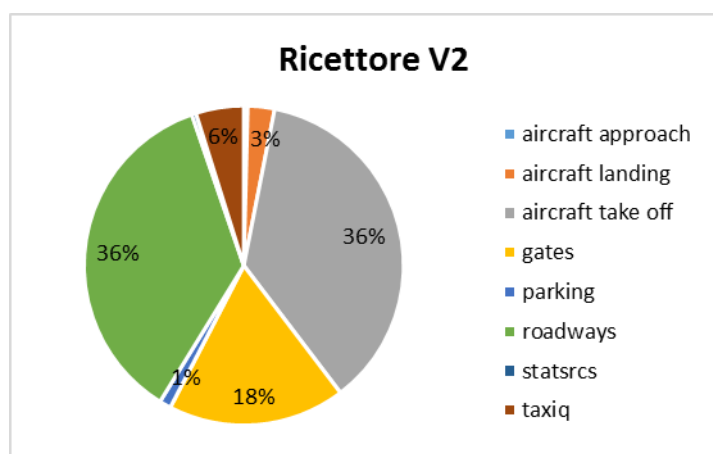


Figura 10-26 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore V2

In ultimo, il ricettore V3, localizzato a sud della pista di volo e quindi prossimo ai piazzali, registra percentuali elevate relative agli "aircraft" e ai "gates", come riportato in Figura 10-27.

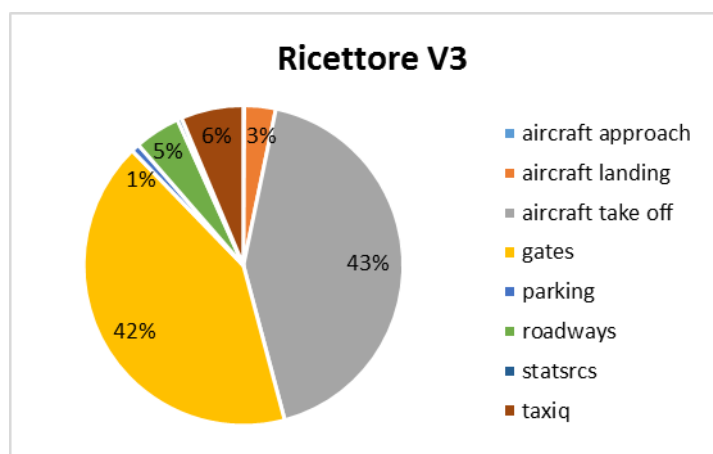


Figura 10-27 Percentuali distribuzione inquinanti sulle sorgenti, ricettore V3

### 10.4.3 Analisi dei ricettori per la salute umana

I primi sei ricettori sono stati scelti per essere rappresentativi della 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 NO<sub>2</sub>, la media annua e giornaliera del PM<sub>10</sub> la media annua del PM<sub>2.5</sub> e la media oraria e giornaliera per gli SO<sub>2</sub>.

I ricettori che hanno registrato valori più elevati sono quelli più prossimi al sedime aeroportuale e alla viabilità stradale, sia per i valori di NO<sub>2</sub> che per i valori di PM. I valori più bassi, invece, si registrano per il ricettore R3 collocato a grandi distanze dall'area aeroportuale.

Di seguito si riporta un'analisi sui percentili volta a verificare quanto incidono i valori più elevati di concentrazione degli inquinanti sul totale dei valori calcolati durante l'intero anno di riferimento. Al fine di rendere più chiara la logica dell'analisi effettuata, come già esplicitato nella Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" nell'ambito del capitolo relativo allo stato attuale della componente, si riporta una breve descrizione del significato di percentile. Facendo un esempio, il valore di concentrazione di un inquinante al 99° percentile corrisponde a dire che solo l'1% dei valori calcolati nell'anno sarà maggiore di tale valore, mentre il restante 99% sarà inferiore. Il medesimo ragionamento, ovviamente, vale anche per gli altri percentili, pertanto si può affermare che se il valore al 99° o 95° percentile risulta basso, significa che il valore massimo, seppur elevato, rappresenta una situazione unica o comunque circoscritta nell'anno, probabilmente causata dalla concomitanza di più fattori critici.

Dall'analisi sui biossidi di azoto emerge come ci sia un unico superamento del limite normativo rispetto alle medie orarie per il ricettore R5, che rappresenta comunque un caso isolato possibilmente riconducibile ad una concomitanza di fattori critici. Infatti, come si osserva dalla tabella sottostante, il valore relativo del 99° percentile, pari a 21,02 µg/m<sup>3</sup> risulta sensibilmente più basso del valore

massimo e pertanto si può affermare come il valore massimo registrato per R5 rappresenti una condizione singolare, non rappresentativa dell'andamento medio annuale.

In generale per tutti i ricettori, il 50° percentile non supera mai  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed il 99° percentile assume valori inferiori al 50% del limite normativo.

Dai risultati relativi alle medie annue è possibile notare come il valore più elevato sia in prossimità del ricettore R4 con un valore medio annuo circa pari a circa  $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore comunque molto basso rispetto al limite normativo ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Quanto esposto per il biossido di azoto è riportato in Tabella 10-19 e in Figura 10-28.

Biossido di Azoto NO <sub>2</sub>								
Ricettore	Medie orarie							Media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
	Min [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	percentili [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]					Max [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
		50°	85°	90°	95°	99°		
R1	≈0	0,08	5,26	7,88	21,40	68,05	113,25	4,06
R2	≈0	0,01	3,55	8,56	25,08	55,38	85,39	3,65
R3	≈0	0,00	0,06	0,13	0,55	8,42	121,28	0,45
R4	≈0	0,05	6,49	11,09	26,91	62,87	133,22	4,24
R5	≈0	0,05	0,77	1,45	3,27	21,02	209,31	1,17
R6	≈0	0,02	1,24	2,33	6,01	54,32	128,00	1,87

Tabella 10-19 Percentili e valori massimi e minimi orari NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

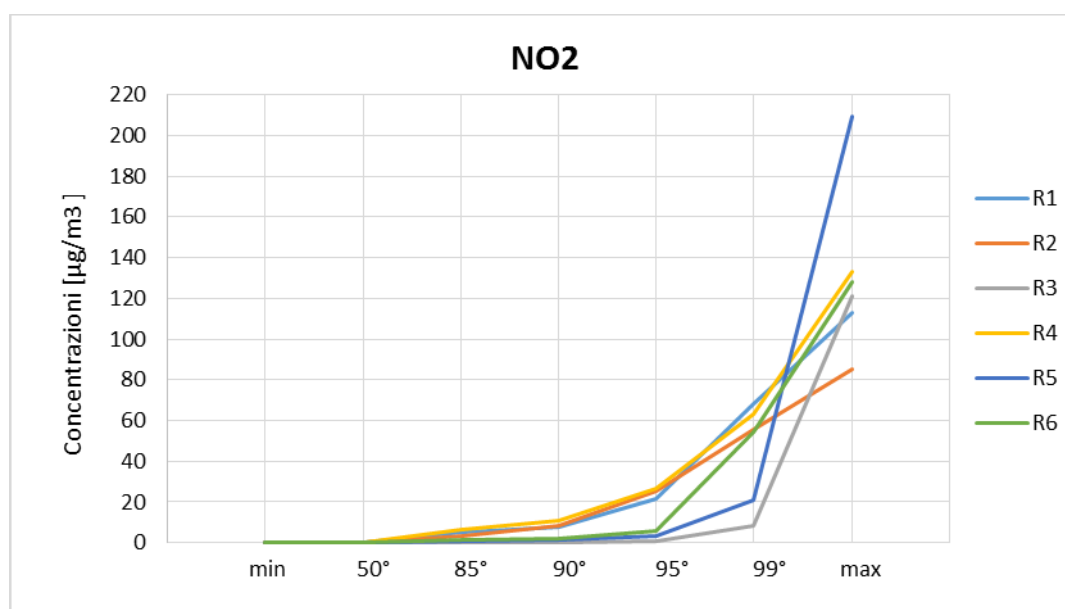


Figura 10-28 Percentili e valori massimi e minimi orari NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Per il particolato PM<sub>10</sub> possono farsi analoghe considerazioni e si può notare come i valori assoluti confrontati con i limiti normativi risultano molto più 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 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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 valore di concentrazione circa pari a 0,28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Quanto esposto per il particolato è riportato in Tabella 10-20 e in Figura 10-29.

Particolato PM <sub>10</sub>								
Ricettore	Medie giornaliere							Media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
	Min [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	percentili [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]					Max [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
		50°	85°	90°	95°	99°		
R1	≈0	0,14	0,55	0,68	0,92	1,90	3,93	0,28
R2	≈0	0,11	0,36	0,45	0,64	1,02	1,31	0,19
R3	≈0	0,00	0,03	0,06	0,13	0,44	0,86	0,03
R4	≈0	0,07	0,18	0,22	0,63	1,42	2,43	0,13
R5	≈0	0,04	0,14	0,20	0,45	2,24	3,21	0,12
R6	≈0	0,05	0,28	0,38	0,60	1,29	2,15	0,14

Tabella 10-20 Percentili e valori massimi e minimi giornalieri PM<sub>10</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

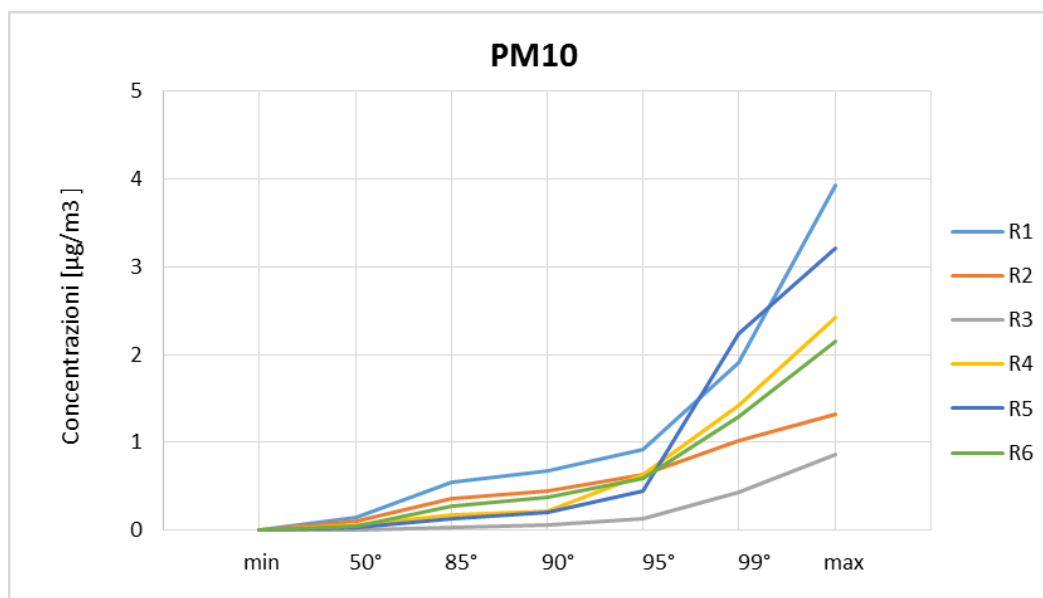


Figura 10-29 Percentili e valori massimi e minimi giornalieri PM<sub>10</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Il PM<sub>2.5</sub> presenta le stesse distribuzioni del PM<sub>10</sub> in termini spaziali, mentre in termini di valori assoluti presenta dei valori leggermente inferiori e comunque molto distanti dal limite normativo (cfr. Tabella 10-21).

Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6
<b>Media annua PM<sub>2.5</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	0,27	0,18	0,02	0,12	0,09	0,12

Tabella 10-21 Valori medi annui di PM<sub>2.5</sub> [µg/m<sup>3</sup>]

Relativamente al Biossido di Zolfo, in Tabella 10-22, sono riportati i risultati dei livelli di concentrazione massimi orari e massimi giornalieri. In prossimità del ricettore con valori maggiori, R5, i livelli di concentrazione massima oraria e giornaliera risultano pari rispettivamente a 75,66 µg/m<sup>3</sup> e 5,45 µg/m<sup>3</sup>.

Ricettori	R1	R2	R3	R4	R5	R6
<b>Max orario SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	33,00	16,32	39,40	46,33	75,66	48,37
<b>Max giornaliero SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	4,41	2,39	2,55	2,85	5,45	3,79

Tabella 10-22 Diossidi di Zolfo SO<sub>2</sub> nei ricettori di riferimento [µg/m<sup>3</sup>]

#### 10.4.4 Analisi dei ricettori per la vegetazione

Ultima analisi ha riguardato la valutazione dei livelli di concentrazione con riferimento alla protezione della vegetazione. Come specificato nei paragrafi precedenti tale verifica è stata effettuata inserendo dei ricettori specifici nelle zone verdi di pregio in prossimità delle aree aeroportuali. A tale scopo sono stati considerati i ricettori V1, V2 e V3.

In Tabella 10-23 sono riportati i valori di media annua di NO<sub>x</sub> in coerenza a quanto richiesto dal limite normativo, pari a 30 µg/m<sup>3</sup>. Il ricettore che registra il valore più alto è V3, dovuto alla vicinanza dalle sorgenti emissive aeroportuali, quali gli aircraft ed i gates. Tale valore, corrispondente a 13,39 µg/m<sup>3</sup> si mantiene comunque al disotto del limite normativo sopracitato.

<b>NO<sub>x</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>			
Ricettori	V1	V2	V3
<b>Media annua [µg/m<sup>3</sup>]</b>	5,12	3,56	13,39

Tabella 10-23 Medie annue NO<sub>x</sub> [µg/m<sup>3</sup>]

Sono, infine, stati valutati gli Ossidi di Zolfo in termini di SO<sub>2</sub>, nonostante la mancanza di tali dati nelle registrazioni della centralina di Via Meucci. Il limite normativo rispetto alla vegetazione è 20 µg/m<sup>3</sup>. I valori ottenuti tuttavia sono molto inferiori rispetto al limite, per cui anche in assenza dei dati territoriali di qualità dell'aria, si può supporre che non vi siano criticità rispetto all'inquinante considerato generato dalle sorgenti aeroportuali.

Ricettori	V1	V2	V3
<b>Media annua SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]</b>	0,31	0,15	0,77

Tabella 10-24 Media annua Diossidi di zolfo SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]

## 11 GEOLOGIA ED ACQUE

### 11.1 Inquadramento tematico

La finalità del presente capitolo risiede nello stimare i potenziali impatti ambientali determinati dalle opere contenute nel PSA2030 sul parametro di analisi Geologia ed Acque, leggendole sotto il profilo della loro consistenza fisica (Dimensione fisica) e rispetto al funzionamento dell'intera infrastruttura aeroportuale (Dimensione operativa).

In ragione delle logiche di analisi riportate nell'allegato SIA.A02, le Azioni di progetto identificate come all'origine di potenziali impatti ambientali rispetto al parametro in esame, sono le seguenti:

- Presenza di nuove aree pavimentate (AF.01), dovuta alle opere infrastrutturali ed edilizie di progetto le quali, comportando l'impermeabilizzazione dei suoli, possono potenzialmente modificare l'apporto idrico in falda delle acque meteoriche e, con ciò, le caratteristiche quantitative delle acque sotterranee
- Presenza di nuovi manufatti infrastrutturali (AF.02), azione dovuta alle opere necessarie alla messa a norma della RESA pista 10, le quali prospettano lungo il corso del Fiume Serio

### 11.2 Modifica delle caratteristiche quantitative delle acque sotterranee

Il PSA in oggetto prevede la realizzazione di nuove pavimentazioni impermeabili (infrastrutture di volo, piazzali, aree pavimentate) che potrebbero interferire con il naturale apporto di acque in falda; la superficie impermeabilizzata infatti, fungendo da barriera, può impedire che le acque meteoriche si infiltrino nel terreno e non vadano ad alimentare le falde presenti nel sottosuolo.

Come già precedentemente trattato, è prevista un sistema di gestione delle acque meteoriche che garantirà, da un lato la comunicazione tra acque di superficie e di falda e dall'altro evitando l'infiltrazione nel terreno di potenziali sostanze inquinanti.

Unitamente a ciò si evidenzia inoltre che gran parte degli interventi di nuova infrastrutturazione previsti dal PSA2030 e segnatamente la totalità di quelle che interessano la porzione del sedime aeroportuale prospettante verso l'Autostrada A4, insistono su aree che allo stato attuale sono già impermeabilizzate.

Si evidenzia inoltre che, nell'ambito degli interventi previsti dal PSA, ed in particolare per quanto concerne le opere di inserimento paesaggistico, è prevista la deimpermeabilizzazione dell'area efferente il parcheggio di pertinenza dell'Aeroclub (ambito a sud ovest dell'Aeroclub) e della nuova viabilità di accesso all'area merci e servizi aeroportuali nord (cfr. Figura 11-1) pari a circa 40.000 m<sup>2</sup> di superficie oggi asfaltata.



Figura 11-1 Stato attuale

Nell'immagine seguente si riporta la previsione dello stato finale al 2030 secondo quanto previsto dal PSA.



Figura 11-2 Stralcio tav. P01a Assetto finale al 2030 e foto simulazione dell'intervento di impermeabilizzazione

Tale intervento garantirà la naturale infiltrazione delle acque piovane nel suolo e in conseguente apporto idrico in falda.

Stanti la localizzazione degli interventi e le modalità di gestione previsti dal PSA, l'impatto relativo alla modifica dello stato quantitativo delle acque sotterranee interessate dal progetto in esame può essere considerato trascurabile.



### 11.3 Modifica delle condizioni di deflusso idrico superficiale

Per quanto attiene la potenziale modifica delle condizioni di deflusso idrico superficiale, tale effetto può essere correlato in massima parte alla presenza delle opere necessarie alla messa a norma della RESA pista 10<sup>9</sup>, acronimo di *runway end safety area*, che identifica l'area di sicurezza di fine pista prevista simmetricamente al prolungamento dell'asse pista di volo al fine di minimizzare i danni in caso di uscita di pista degli aeromobili e di facilitare l'intervento dei veicoli di soccorso ed antincendio.

Prima di entrare nel merito dell'analisi delle potenziali interferenze, al preciso fine di inquadrarle correttamente, si ritiene necessario dare brevemente conto del processo di progettazione della RESA che, come ovvio, ha dovuto necessariamente tenere conto delle disposizioni della normativa aeronautica e precisamente della "Certification Specifications (CS) and Guidance Material (GM) for Aerodromes Design – CS-ADR-DSN – Issue 2 – 29 January 2015" di EASA (European Aviation Safety Agency) e del "Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti" di ENAC.

La soluzione adottata è difatti l'esito di un processo di progettazione che, muovendo da detti riferimenti normativi, è giunto all'elaborazione di due alternative tra loro differenti per principio di funzionamento e per conseguenti dimensioni, e che, attraverso il loro confronto rispetto a diversi parametri ambientali, ha portato all'identificazione della soluzione di progetto<sup>10</sup>.

In breve, nella Soluzione 1, la funzione primaria della RESA, ossia quella di consentire l'arresto dell'aeromobile nel caso di uscita di pista, è assolta mediante la previsione di un'area in erba di larghezza complessiva pari a 150 metri e lunghezza di 240 metri, così come richiesto dai citati riferimenti normativi<sup>11</sup>. A tale ultima dimensione debbono inoltre aggiungersi ulteriori 10 metri per la realizzazione della strada perimetrale interna e della recinzione, arrivando con ciò ad una dimensione complessiva di 250 metri (cfr. Figura 11-3).

Nella soluzione 2, la funzione di arresto degli aeromobili è attuata, oltre che per mezzo della estensione stessa dell'area, mediante i cosiddetti "letti di arresto", ossia dei blocchi alleggeriti di calcestruzzo cellulare che, essendo in grado di collassare sotto l'azione del carrello di un aeromobile, garantiscono una progressiva decelerazione del velivolo fino al suo completo arresto. L'adozione di tale accorgimento ha consentito di modificare le dimensioni della RESA che in tal caso sono pari a 90 metri in larghezza ed a 150 metri in lunghezza. La lunghezza complessiva dell'opera risulta quindi pari a circa a 165 metri (cfr. Figura 11-3).

<sup>9</sup> L'attuale RESA non risulta conforme alla normativa EASA ED Decision 2015/001/R.

<sup>10</sup> Per quanto concerne una più dettagliata illustrazione delle alternative e del loro confronto si rimanda al Quadro delle motivazioni e delle coerenze facente parte del presente SIA.

<sup>11</sup> La normativa vigente, Reg. (UE) 139/2014, alla quale tutti gli aeroporti italiani si uniformeranno, prevede, nelle citate Certification Specifications EASA ED Decision 2015/001/R, per le RESA una larghezza massima ottimale 150 m ed una lunghezza massima ottimale di 240 m.

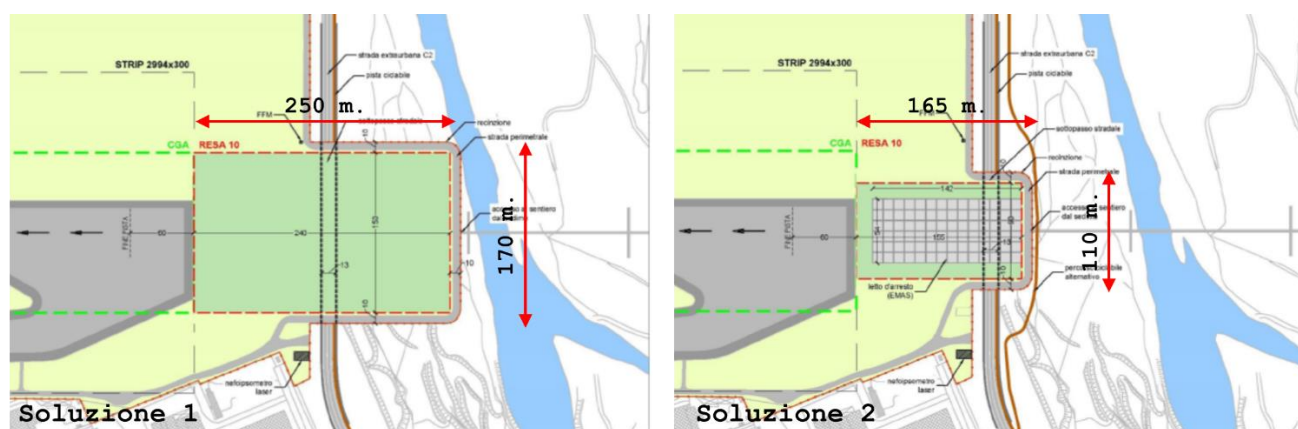


Figura 11-3 RESA pista 10: Alternative di progetto e relative principali dimensioni

Sebbene la Soluzione 1 fosse economicamente più vantaggiosa, in quanto di minor costo, è stata tuttavia assunta la seconda in quanto più performante rispetto a diversi parametri ambientali, aspetto che, con riferimento alla componente in esame, si sostanzia nel minor ingombro dell'opera e nella conseguente riduzione della potenziale modifica delle condizioni di deflusso idrico superficiale.

Ciò premesso, l'analisi delle potenziali interferenze intercorrenti tra le opere in progetto e le condizioni di deflusso idrico superficiale è stata nel seguito condotta distinguendo tra la verifica di capacità di invaso, sviluppata per il nuovo rilevato necessario alla realizzazione della RESA pista 10, ed il rapporto con il regime d'uso derivante dall'armonizzazione del PGRA e del PAI, preso in esame per l'insieme delle opere ricadenti all'interno delle aree allagabili identificate dal PGRA.

#### La verifica della capacità di invaso

Per quanto attiene al primo aspetto, nell'ambito delle verifiche idrauliche condotte in sede progettuale e documentate nell'elaborato D "Relazione illustrativa degli interventi" del PSA sono stati posti a confronto la situazione attuale con quella di progetto, quest'ultima considerata unitamente agli interventi di mitigazione idraulica ipotizzati in detta sede e consistenti in una ricalibrazione del fondo del Fiume Serio volta ad ottenere una pendenza pari a 0,66 mm/m.

Nello specifico, assunto un tempo di ritorno  $T_R$  pari a 200 anni, in primo luogo si è proceduto a calcolare la portata al colmo  $Q_T$  ( $m^3/sec$ ) per la sezione di studio nella sua attuale configurazione, mediante il metodo regionalizzato. Il valore ottenuto, pari a 740 ( $m^3/sec$ ), è del tutto coerente con quelli stimati da ARPA Lombardia per le sezioni di Seriate e Bariano Romano, poste rispettivamente a monte ed a valle della sezione di studio, così come documentati nella Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" nell'ambito del capitolo relativo allo stato attuale della componente.

Sulla base di tale dato sono state stimate la scala delle portate ed il tempo di corrivazione, quest'ultimo attraverso la formula di Pasini, sia per lo stato attuale che per quello di progetto (cfr. Figura 11-4 e Figura 11-5).

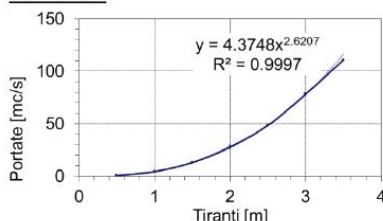
### STATO DI FATTO

$T_R = 200$  ANNI  
 $I_{\text{medio}} = 0.5$  mm/m  
 $Q = 740$  mc/s



#### Scala delle portate

tirante < 4m



tirante  $y \geq 4$ m

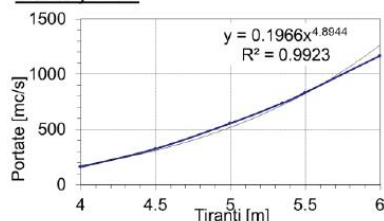


Figura 11-4 Sezione A-A: Scala delle portate allo stato attuale (fonte: PSA - Relazione illustrativa degli interventi – Scheda 3.3)

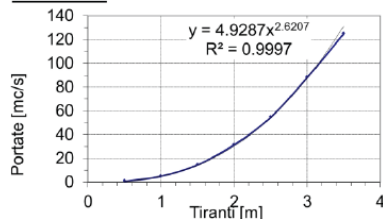
### STATO DI PROGETTO - HP.02

$I_{\text{medio}} = 0.66$  mm/m (ricalibratura del fondo)  
 $Q = 814$  mc/s



#### Scala delle portate

tirante < 4m



tirante  $y \geq 4$ m

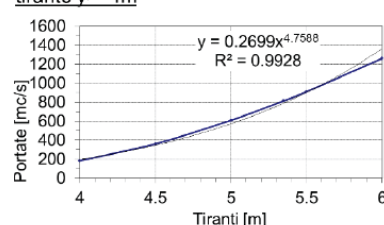


Figura 11-5 Sezione A-A: Scala delle portate allo stato di progetto mitigato (fonte: PSA - Relazione illustrativa degli interventi – Scheda 3.3)

Ricostruite su tali basi le curve di piena relative alla configurazione attuale ed a quello di progetto, il loro raffronto evidenzia come in quest'ultima migliorino le condizioni di deflusso e la capacità di invaso, passando la portata al colmo da circa 740 m<sup>3</sup>/sec a circa 815 m<sup>3</sup>/sec (cfr. Figura 11-6).

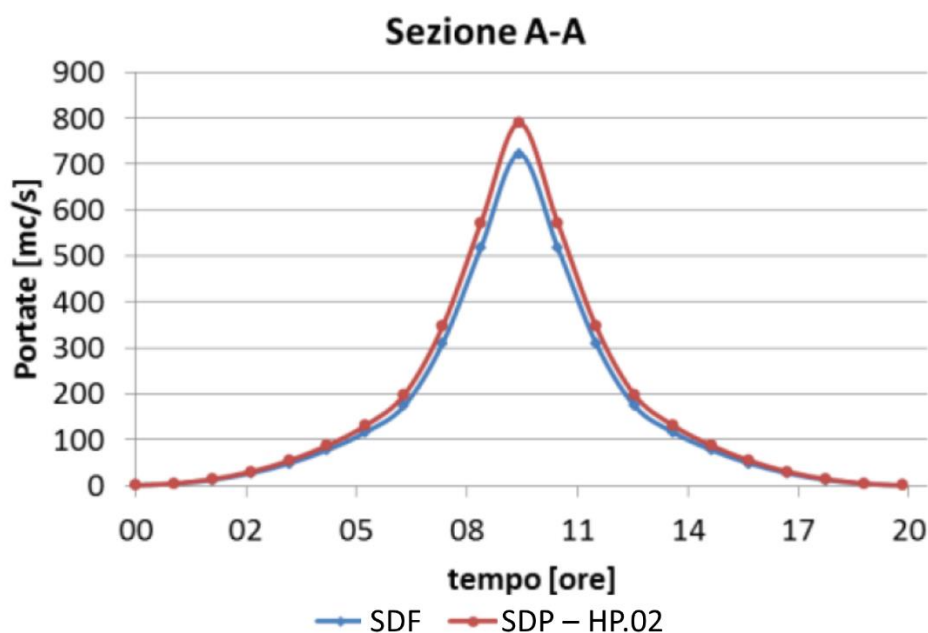


Figura 11-6 Sezione A-A: Idrogramma tipico con TR = 200 anni e durata della piena = 20 ore nello stato attuale (SDF) e nello stato di progetto (SDP) (fonte: PSA - Relazione illustrativa degli interventi – Scheda 3.3)

### Il rapporto con le norme d'uso

Relativamente al secondo aspetto, come documentato nella Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" nell'ambito del capitolo relativo allo stato attuale della componente, il regime d'uso del suolo relativo al tema della pericolosità idraulica è l'esito di quanto disposto dalle Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico, approvate da Regione Lombardia con DGR X/6738 del 17 giugno 2017 in attuazione di quanto previsto dall'articolo 58 co. 1 delle NA del PAI così come integrate con Deliberazione del Comitato istituzionale 5/2016.

Nello specifico, secondo quanto disposto al paragrafo 3.1.4 "Disposizioni per i corsi d'acqua già interessati nella pianificazione di bacino vigente dalla delimitazione delle fasce fluviali", assunto che in detti corsi d'acqua alle perimetrazioni di fascia vigenti si sono sovrapposte le nuove perimetrazioni di aree allagabili e che queste ultime non sostituiscono dette fasce, ma rappresentano un aggiornamento ed una integrazione, le disposizioni stabiliscono che «fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni restano in vigore [e che] in caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva»<sup>12</sup>. In tal senso, sempre secondo le disposizioni regionali:

- a) «Nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme di cui al "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del PAI;

<sup>12</sup> Disposizioni regionali ex DGR X/6738/2017, pag. 24

- b) Nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del PAI;
- c) Nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), si applicano le disposizioni di cui all'art. 31 delle N.d.A. del PAI»<sup>13</sup>.

Ciò premesso, entrando nel merito del caso in specie, come si evince dalla Figura 11-7, le opere di progetto che secondo la classificazione adottata nel presente SIA ricadono all'interno delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità, aggiornate al 2015 così come tratte dal Geoportale della Lombardia - Servizi di mappa Direttiva Alluvioni, sono le seguenti (cfr. Tabella 11-1).

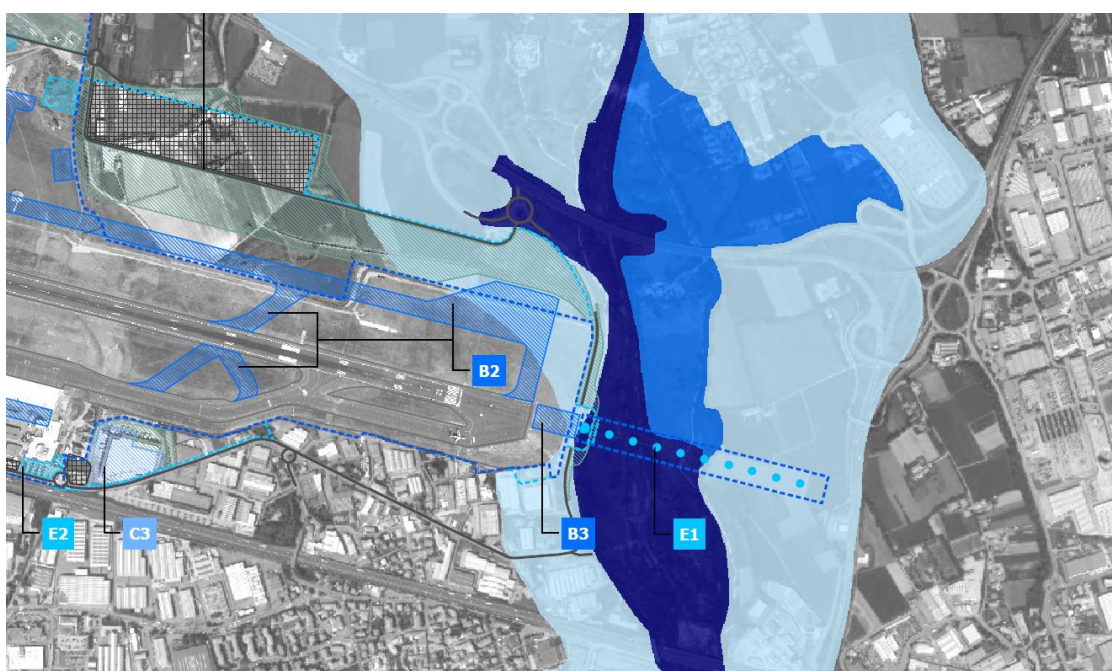


Figura 11-7 Pericolosità idraulica: Aree allagabili da PGRA ed opere in progetto (Fonte: stralcio tavola SIA.T17)

Sistema funzionale	Interventi	Opere	Aree allagabili per pericolosità		
			P1 Scarsa	P2 Media	P3 Elevata
B – Infrastrutture di volo	B2 – Completamento vie di rullaggio e raccordi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Completamento via di rullaggio nord</li> <li>Area de-icing nord-est</li> </ul>	•		
	B3 – Adeguamento infrastrutture di volo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adeguamento RESA pista 10</li> </ul>	•		•
D – Accessibilità aeroportuale	D2 – Sistema di accesso e sosta area nord	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema di accesso nord: nuova viabilità nord-est</li> </ul>	•		•

<sup>13</sup> Ibidem

Sistema funzionale	Interventi	Opere	Aree allagabili per pericolosità		
			P1 Scarsa	P2 Media	P3 Elevata
E – Impianti tecnologici	E1 – Impianti assistenza al volo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adeguamento sentiero luminoso pista 28</li> </ul>	•		•

Tabella 11-1 Opere di PSA ricadenti in aree allagabili da PGRA

Con riferimento al quadro rappresentato nella precedente tabella ed in particolare alle opere ricadenti in aree ad elevata probabilità di allagamento P3, occorre precisare che tale interessamento si determina solo una modesta parte di dette opere; in quanto:

- Adeguamento RESA pista 10. Il rilevato necessario alla realizzazione della RESA interessa solo limitatamente l'area P3, ricadendo la sua maggior parte in area P1 – Pericolosità scarsa;
- Sistema di accesso nord: Nuova viabilità nord-est. Rispetto all'intero intervento, la quota parte che ricade in area P3 è rappresentata dalla rotonda sullo svincolo della SS671 di Grassobbio, della quale è prevista esclusivamente la riconfigurazione. La tipologia di intervento previsto consente quindi di poter escludere alcuna modificazione dell'assetto fisico dell'area;
- Adeguamento sentiero luminoso pista 28. L'intervento consiste nella rimozione del viadotto in calcestruzzo sul quale è attualmente posizionato il sentiero luminoso e nel posizionamento di segnali luminosi su singoli strutture. Anche in questo caso, la tipologia di intervento previsto consente di poter escludere alcune modificazione del contesto;

Per quanto concerne le norme d'uso relative alle aree potenzialmente soggette ad alluvioni frequenti (P3), posto che per dette aree valgono le disposizioni di cui all'articolo 29 "Fascia di deflusso della piena (Fascia A)" delle NA del PAI, si evidenzia che, ai sensi dell'articolo 38 sempre della normativa di PAI, «fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso»<sup>14</sup>.

Relativamente alla normativa per le aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1), rappresentata dall'articolo 31 delle NA del PAI, detto articolo dispone che «nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte [...] delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione»<sup>15</sup>.

Stante il regime d'uso sopra riportato, risulta possibile affermare che l'intervento di adeguamento della RESA pista 10 rientri nelle fattispecie definite dall'articolo 38 delle NA del PAI, non solo in quanto rientrante tra «le opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non

<sup>14</sup> PAI, NA art. 38 "Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico", co. 1

<sup>15</sup> PAI, NA art. 31, co. 1

altrimenti localizzabili», quanto soprattutto in ragione delle risultanze delle verifiche idrauliche riportate all'elaborato D del PSA, le quali hanno evidenziato come la capacità di invaso allo stato di progetto risulti incrementata rispetto all'attualità.

Si evidenzia infine, per quanto riguarda la modifica del deflusso superficiale che la realizzazione degli interventi previsti dal PSA prevede il tombamento di alcuni tratti delle rogge ricadenti all'interno del sedime; le opere quindi comprenderanno la tombinatura dei canali attualmente in terra mediante la posa di canali prefabbricati di sezione analoga a quella delle tombinature già esistenti, senza ostacolare il deflusso verso valle della corrente con restringimenti o cambiamenti di sezione.

La realizzazione del sistema di canalizzazioni sarà destinato a svolgere la funzione di trasporto e di invaso delle portate attualmente convogliate dai collettori a cielo aperto.

Ciascuna tombinatura sarà dotata di camerette d'ispezione lungo il tracciato ed in corrispondenza delle curve ad angolo retto, onde consentire eventuali verifiche per ingombri e/o pulizie varie da eseguire sul canale interrato; inoltre all'inizio della copertura delle rogge dovrà essere installata una grata per la sicurezza.

Stante la soluzione progettuale scelta per la RESA pista 10 ed in particolare per i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche, e la realizzazione delle tombinature in modo da non ostacolare in deflusso, si può ritenere trascurabile l'impatto sulla componente in esame.

## 12 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

### 12.1 Inquadramento tematico

La realizzazione delle opere previste dal PSA2030 comporterà un'occupazione di suolo ed una modifica dell'uso del suolo a carattere permanente. Tale interferenza è stata valutata sulla base della tipologia delle aree sottratte in maniera definitiva dal progetto.

### 12.2 Modifica degli usi in atto

In riferimento alla modifica dell'uso del suolo, è necessario evidenziare che i siti ove si prevede la realizzazione dell'eventuale area di cantiere fisso, ossia il cantiere logistico ed il deposito temporaneo del terreno vegetale, si trovano all'interno dell'attuale area di sedime o di quella di progetto, così da minimizzare l'entità delle superfici occupate temporaneamente (Figura 12-1).



Figura 12-1 Localizzazione delle aree di cantiere (in viola: cantiere logistico; in arancione: area di deposito temporaneo)

In considerazione dell'entità delle aree che, per essere incluse all'interno del sedime aeroportuale di progetto, subiranno una modifica dell'uso del suolo e della vocazione di dette aree, in gran parte adibite ad uso agricolo, tale effetto può essere ritenuto non significativo.



## 13 BIODIVERSITÀ

### 13.1 Inquadramento tematico

Le azioni previste dal Piano rilevanti ai fini della componente in esame possono essere individuate, nella dimensione fisica nella presenza di manufatti infrastrutturali e, nella fase operativa, nel traffico degli aeromobili.

Per quanto attiene alla prima di dette azioni, la tipologia di impatto a questa connessa consiste nella "Modifica della connettività ecologica" dovuta non solo all'eliminazione o alterazione di habitat, quanto anche alla realizzazione di una barriera fisica. Per quanto riguarda la fase di esercizio ed in particolare l'azione di Piano "Traffico aeromobili", inteso non solo in termini quantitativi quanto anche come rotte di volo e modalità di utilizzo delle piste, sono stati individuati due tipologie di potenziali impatti, l'uno dovuto alla sottrazione di individui dell'avifauna e di altra fauna selvatica conseguente al fenomeno del *wildlife strike* e l'altro riguardante le alterazioni comportamentali, sempre dell'avifauna, derivanti dal disturbo prodotto dagli aeromobili in termini di produzione di stimoli acustici e visivi.

Relativamente alla "Modifica della connettività ecologica", la stima di tale impatto è stata eseguita considerando, in particolar modo, il grado di frammentazione indotto dal cambiamento, quale ad esempio:

- scomparsa e/o riduzione in superficie di determinate tipologie ecosistemiche,
- creazione e aumento in superficie di tipologie ecosistemiche di origine antropogenica,
- insularizzazione progressiva e riorganizzazione spaziale dei frammenti ambientali residui.

La riduzione in superficie dei frammenti e l'aumento della distanza fra essi, possono infatti influenzare marcatamente le dimensioni delle popolazioni e i movimenti degli organismi a scale differenti che possono diminuire fino a divenire, in alcuni casi, nulli (Celada, 1995; Davies *et al.*, 2001). Le modalità con le quali gli individui si muovono nel mosaico di paesaggio è, infatti, in gran parte funzione oltre che delle caratteristiche individuali (es. sesso, età, dimensioni corporee), di popolazione (es. densità) ed intrinseche delle diverse specie, anche di fattori ambientali estrinseci, legati alla configurazione spaziale dell'ecomosaico (Fahrig e Merriam, 1994; Hanski, 1994a). E' evidente quindi come le specie maggiormente vagili e con ampio *home range* presentino un'elevata vulnerabilità all'effetto margine a scala regionale (Woodroffe e Ginsberg, 2000).

In quest'ottica, i riferimenti a tal fine presi in considerazione sono stati:

- la rete ecologica provinciale,
- gli elementi naturali connettivi.

L'analisi delle potenziali interferenze è stata supportata dall'analisi del territorio mediante anche la valutazione del grado di naturalità e il grado di connessione ecologica locale, tenendo anche in considerazione gli interventi di inserimento ambientale previsti e identificati come opere progettuali vere e proprie.

Il tema relativo alla mortalità della fauna costituisce un aspetto importante nella gestione delle attività aeroportuali per il duplice aspetto della sicurezza dei voli e degli impatti sulle presenze ornitiche e della fauna selvatica in generale. Il fenomeno attualmente è monitorato e controllato grazie ad una serie di attività svolte da Sacbo e riportate nel manuale dell'aeroporto Sez. III – PO/14 – Piano per la riduzione del rischio dall'impatto con uccelli e animali selvatici. Obiettivo dello studio è riconoscere l'evolversi del fenomeno in relazione all'incremento e alla redistribuzione dei voli.

Il termine *wildlife strike*, come noto, riguarda il fenomeno delle collisioni che possono determinarsi tra la fauna (uccelli e altra fauna) e gli aeromobili nel corso delle operazioni di volo o in movimento a terra. All'interno di tale fenomeno, il *bird strike*, costituisce il termine con il quale si identificano i soli episodi aventi ad oggetto l'avifauna. Tale fenomeno ha un duplice risvolto presentando delle implicazioni sia sulla sicurezza del volo, in quanto gli animali possono causare danni, anche gravi, agli aeromobili, sia sotto il profilo ambientale, in termini di sottrazione di individui.

In generale, in letteratura viene riportato che la quasi totalità degli impatti riguardanti l'aviazione civile avviene all'interno o nelle vicinanze degli aeroporti (il 90% secondo ICAO) soprattutto durante la fase di atterraggio e di decollo, dal momento che gli aeroporti costituiscono spesso un habitat idoneo per alcune specie animali, soprattutto quelle sinantropiche e a maggiore plasticità fenotipica, e che spesso trovano rifugio e/o risorse presso gli aeroporti.

Al fine di comprendere l'andamento del fenomeno e la sua possibile evoluzione in relazione alla variazione di traffico aereo previsto al 2030, il lavoro è stato incentrato su due aspetti rispettivamente rivolti all'analisi della sua attuale consistenza, così come derivante dai dati della serie storica 2010-2015, e alla lettura critica dell'evoluzione del fenomeno nella prospettiva futura.

Nello specifico, per quanto attiene all'analisi dei dati storici i profili rispetto ai quali è stato indagato il fenomeno del *wildlife strike* sono stati i seguenti:

- Variazione dell'indice  $BRI_2$  nel periodo 2010-2015;
- Specie coinvolte in episodi di *wildlife strike* nel periodo 2010-2015;
- Episodi di *wildlife strike* per fase di volo e quota nel triennio 2013-2015;
- Misure di gestione in atto.

Specificatamente alla tematica connessa all'inquinamento acustico sull'avifauna, al fine di inquadrare correttamente le risultanze degli studi modellistici condotti nell'ambito del Quadro di riferimento ambientale, si ritiene opportuno dare brevemente conto di una serie di studi e sperimentazioni a carattere scientifico elaborati a livello internazionale nel corso degli ultimi decenni a riguardo degli stimoli sensoriali causati dalle emissioni acustiche dei velivoli aerei. A tale riguardo si sottolinea che, sebbene gli studi in questione siano riferiti ad aree geografiche diverse da quelle oggetto di intervento o, in taluni casi, presentino una datazione non recente, tali fattori in alcun modo possono pregiudicare le conclusioni alle quali detti studi sono giunti, stanti le caratteristiche di generalità del fenomeno indagato.

Entrando nel merito dei contenuti di tale rassegna, questi riguardano i seguenti temi:

- Analisi delle alterazioni comportamentali nell'avifauna dovute al rumore prodotto dai reattori degli aeromobili ed ai bang sonici e agli stimoli visivi;

- Capacità di adattamento al rumore degli aerei.

### 13.2 Modifica della connettività ecologica

Per quanto concerne la rete ecologica provinciale, le tipologie di elementi interessati dalle aree di intervento sono nella maggior parte rappresentati da quelle identificate come "nodi di secondo livello provinciale" (Aree agricole strategiche di connessione, protezione e conservazione) per una superficie di circa 11 ha e solo in minima parte, per una superficie di 0,15 ha, come "nodi di primo livello regionale" (Parco Regionale del Serio).

Relativamente agli elementi connettivi, sono stati considerati, oltre agli elementi della REP, i principali elementi lineari quali i "sistemi verdi" (filari, siepi, fasce o macchie arboree), i corsi d'acqua e le rogge, che costituiscono la principale biodiversità del sistema agricolo nonché rifugio delle specie frequentanti l'ecosistema agricolo. Tali sistemi saranno in minima parte sottratti, ma opportunamente ripristinati e potenziati rispetto allo stato attuale mediante gli interventi di inserimento ambientale previsti dal Piano, che saranno descritti ed analizzati nel paragrafo relativo al rapporto Opera-Ambiente.

Ai fini valutativi è opportuno considerare il ruolo che questi habitat lineari interessati rivestono nel sistema della rete: la maggior parte di essi, infatti, non connette aree di valenza ecologica, piuttosto termina sul confine aeroportuale. Essi costituiscono piuttosto un ecomosaico, formato da singoli frammenti e tasselli che, se opportunamente valorizzati e riconnessi alla maglia ecologica del contesto in cui si inseriscono, potrebbero essere funzionali alla riconnessione locale del territorio e alla sua valorizzazione. Inoltre, le specie vegetali che caratterizzano i sistemi verdi, come detto in precedenza, sono prevalentemente costituite da vegetazione infestante ed esotica che, in quanto tale, non genera effetti positivi e può funzionare da corridoio ecologico negativo facilitando il trasferimento di specie vegetali o animali alloctone, favorendo lo sviluppo di specie marginali e generaliste. Quanto appena detto viene gestito mediante gli interventi di inserimento ambientale prevedendo, nell'intorno aeroportuale, la sostituzione di tali specie con quelle autoctone.

In conclusione, si può affermare che gli interventi previsti dal Piano di sviluppo aeroportuale comporteranno una riduzione esigua degli elementi areali e lineari della rete ecologica locale, interessando direttamente solo un elemento centrale, quale il Parco del Serio che, come visto in precedenza, prima dell'intervento di adeguamento della RESA di pista 10 sarà soggetto ad un intervento per l'"Adeguamento della vegetazione esistente nell'area di rispetto del sentiero luminoso di avvicinamento / pista 28", soggetto ad altri iter amministrativi, prevedendo il taglio raso delle fitocenosi e la creazione di una fascia arborea come opera di compensazione al suddetto intervento. Tale condizione consente di ritenere l'effetto relativo all'intervento nel Parco contenuto sulla componente naturalistica ed ecosistemica.

Le nuove superfici pavimentate esterne all'attuale sedime aeroportuale, che andranno a sottrarre aree naturali e/o seminaturali, risultate dalla realizzazione degli interventi di Piano che si andranno a sommare a quelle già esistenti, in un contesto ambientale fortemente antropizzato in cui la matrice agricola e i piccoli e rari frammenti boschivi si trovano frammentati all'interno dell'urbanizzato e delle connessioni di trasporto (aeroporto e strade), occuperanno un'area di circa 15 ha. Tali superfici sono

contigue al sedime aeroportuale attuale; in quanto tali e in considerazione dell'area occupata contenuta, si considera che la loro presenza non costituisca un ostacolo al passaggio della fauna peggiorando la situazione rispetto allo stato di fatto, anzi, in considerazione degli interventi di inserimento ambientale previsti dal Piano, si attende un miglioramento dello stato attuale grazie all'incremento del livello di naturalità e di biodiversità, nonché del potenziamento degli habitat e della connettività ecologica.

### 13.3 Sottrazione di volatili e altra fauna selvatica

#### Variazione dell'indice $BRI_2$ nel periodo 2010-2015

Il  $BRI_2$ , ovvero il *Bird Risk Index* versione 2.0, è l'indice nazionale utilizzato per calcolare il rischio di *wildlife strike* all'interno degli aeroporti, secondo quanto sancito dalla Circolare ENAC APT-01B del 23/12/11. Questo indice, mediante una formulazione matematica che comprende le abbondanze medie delle specie presenti in aeroporto, il numero degli impatti per specie, gli effetti sul volo dei suddetti impatti e del traffico aereo, consente di determinare il rischio cui è esposto un aeroporto su una scala di valori che va da 0 a 2:

$$BRI_2 = \left( \frac{\sum_{i=1,N} GSR_i \cdot DF}{TFN} \right)$$

dove

$GSR$ = fattore di rischio calcolato per ogni mese e per ogni gruppo funzionale presente nell'aeroporto;

$DF$ = media giornaliera di voli del mese

$TFN$ = media mensile dei voli per l'anno per il quale si sta calcolando il  $BRI_2$

Da quanto riportato nei report delle diverse annualità il valore del  $BRI_2$  per il periodo compreso tra gli anni 2010-2015 è il seguente (cfr. Figura 13-1):

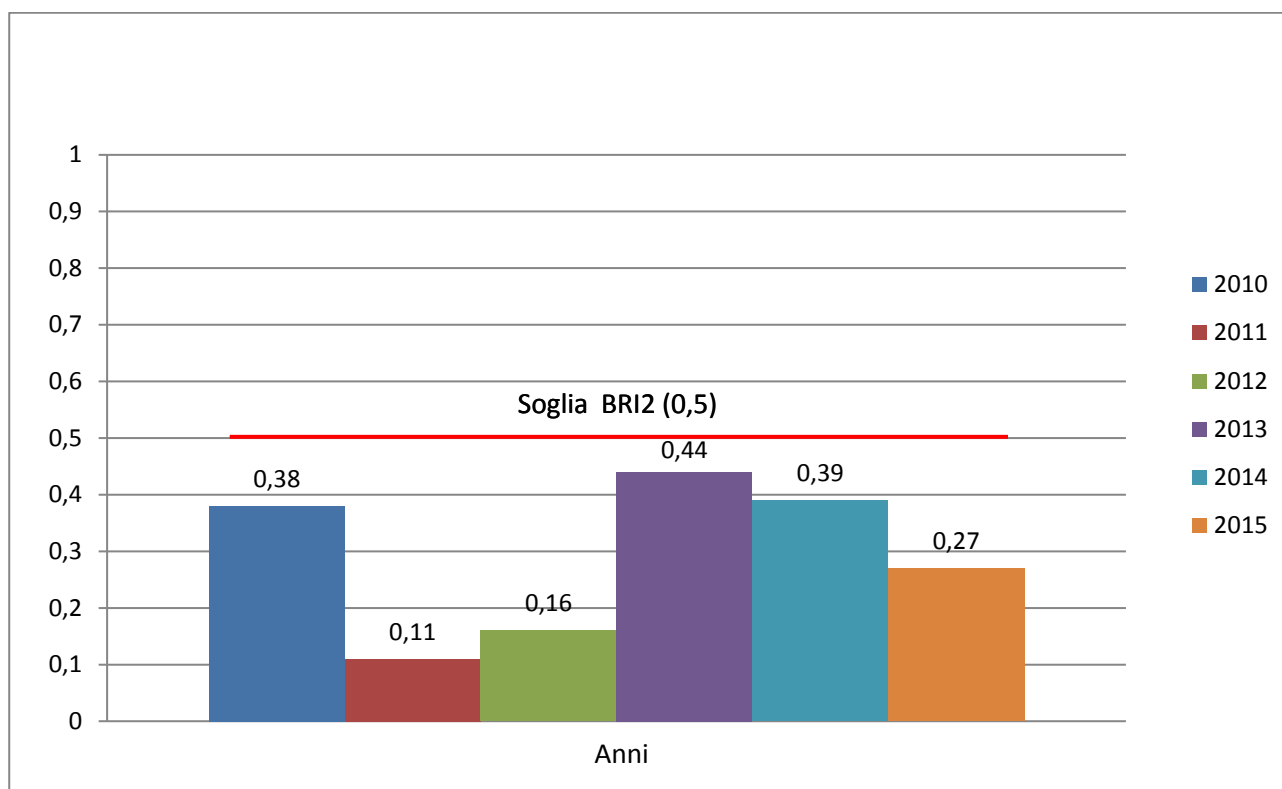


Figura 13-1 Valore BRI<sub>2</sub> negli anni 2010-2015.

Dalla Figura 13-1 è possibile osservare come i valori del BRI<sub>2</sub> siano in generale inferiori al valore di soglia di attenzione, fissato dalla citata circolare in 0,50, ed in particolare come alle annualità 2012 ed in misura maggiore 2011 detto valore sia inferiore allo 0,2 e allo 0,3 nel 2015.

Il trend evolutivo, mentre risulta positivo dal 2011 al 2013, diventa negativo nell'ultimo triennio dal 2013 al 2015, registrando nel 2015 un decremento di circa il 40% rispetto al 2013.

#### Specie coinvolte in episodi di *wildlife strike* nel periodo 2010-2015

Nella Figura 13-2 è riportato il numero degli individui sia volatili, che costituiscono il gruppo più numeroso, sia mammiferi, coinvolti in episodi di *wildlife strike* nel periodo 2010-2015. Nel 2013 si osserva il maggior numero di casi, mentre l'entità del fenomeno, come visto in precedenza, decresce dal 2013 al 2015.

In considerazione della varietà degli episodi di *wildlife strike* avvenuti nel corso degli anni 2010-2015 che hanno interessato sia diverse specie ornitiche sia mammiferi, dalla Tabella 13-1, in virtù del loro valore di incidenza, si può eseguire un accorpamento delle singole specie secondo 4 classi (cfr. Figura 13-3).

La prima classe è costituita da specie sconosciute (26%) e dalla lepre che singolarmente costituisce il 25% delle specie coinvolte nel periodo 2010-2015; seguono il gheppio e la rondine che rispettivamente costituiscono il 13% e l'11%.

Si osserva che complessivamente queste due classi rappresentano il 75% del fenomeno, mentre nella terza, con un valore di incidenza compreso tra il 3% e il 4%, sono presenti il falco pellegrino (4%), la cornacchia e il coniglio selvatico (3%), (2%).

Terminando, l'ultima classe, composta da un gruppo folto di taxa, è rappresentata da specie che hanno incidenza inferiore o pari al 2%, quali airone cenerino, gabbiano comune, passera d'Italia, passero domestico, piccione, allodola, corriere grosso, poiana, sparrow, storno, volpe e riccio comune.

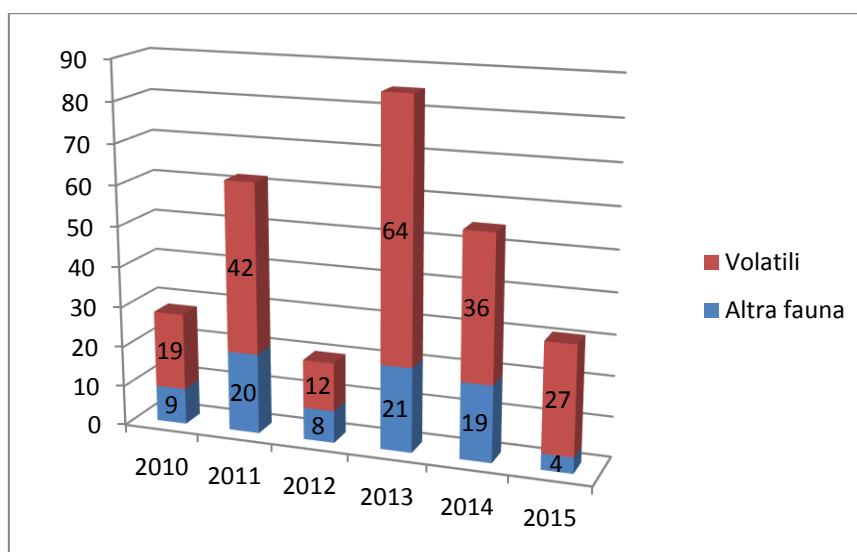


Figura 13-2 Numero di individui coinvolti in casi di *wildlife strike* rilevati nel periodo 2010-2015 ripartiti per volatili e altra fauna selvatica.

Specie		2010-2015		2015		Direttiva 2009/147/EC e Direttiva 92/43/CEE	IUCN Lista Rossa (cat. pop. it.)
		Episodi	Incidenza	Episodi	Incidenza		
Airone Cenerino	<i>Ardea cinerea</i>	7	2%	4	13%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	3	1%	1	3%	Elencata in Allegato II B Direttiva 2009/147/CEE	Vulnerabile
Coniglio selvatico	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	8	3%	0	0%	Non inserita in Direttiva 92/43/CEE	Quasi minacciata
Cornacchia	<i>Corvus cornix</i>	9	3%	0	0%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Corriere grosso	<i>Charadrius hiaticula</i>	1	0%	0	0%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	/
Falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>	10	4%	1	3%	Elencata in Allegato I Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Gabbiano comune	<i>Larus ridibundus</i>	7	2%	1	3%	Elencata in Allegato II B Direttiva 2009/147/CEE	/
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	37	13%	6	19%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Lepre	<i>Lepus</i>	70	25%	4	13%	Non inserita in Direttiva 92/43/CEE	Minor preoccupazione

Specie		2010-2015		2015		Direttiva 2009/147/EC e Direttiva 92/43/CEE	IUCN Lista Rossa (cat. pop. it.)
		Episodi	Incidenza	Episodi	Incidenza		
Passera d'Italia	<i>Passer italiae</i>	6	2%	1	3%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	Vulnerabile
Passero	<i>Passer domesticus</i>	6	2%	0	0%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Piccione	<i>Columba livia</i>	7	2%	3	10%	Elencata in Allegato II A Direttiva 2009/147/CEE	Carente di dati
Poiana	<i>Buteo buteo</i>	1	0%	0	0%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Riccio comune	<i>Erinaceus europaeus</i>	1	0%	0	0%	Non inserita in Direttiva 92/43/CEE	Minor preoccupazione
Rondine	<i>Hirundo rustica</i>	31	11%	4	13%	Non inserita in Direttiva 2009/147/CEE	Quasi minacciata
sconosciuta	/	73	26%	6	19%	/	/
Sparviero	<i>Accipiter nisus</i>	1	0%	0	0%	Elencata in Allegato I Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	1	0%	0	0%	Elencata in Allegato II B Direttiva 2009/147/CEE	Minor preoccupazione
Volpe	<i>Vulpes vulpes</i>	2	1%	0	0%	Non inserita in Direttiva 92/43/CEE	Minor preoccupazione

Tabella 13-1 Specie faunistiche coinvolte in casi di *wildlife strike* e loro contributo percentuale sul totale dei casi avvenuti nel sedime aeroportuale (periodo 2010-2015)

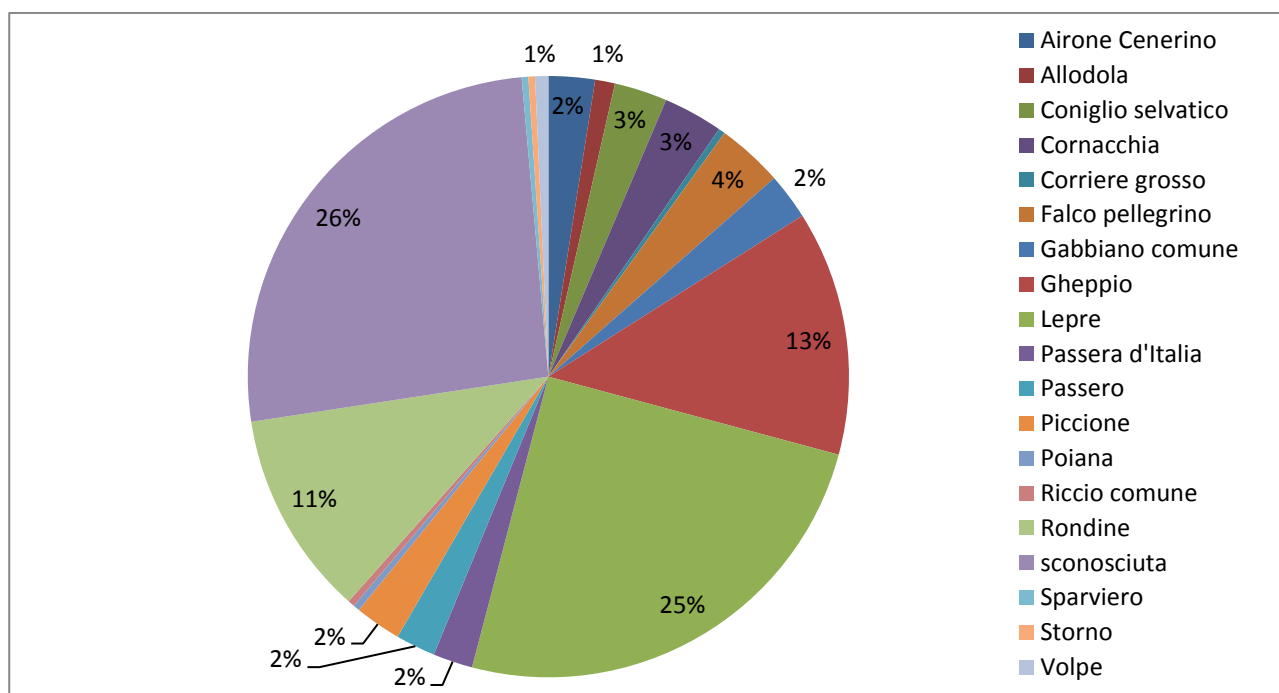


Figura 13-3 Ripartizione delle specie coinvolte nei casi di *wildlife strike* nel periodo 2010-2015

Le specie per cui si registra un maggior numero di casi, pur se tra di loro presentano diversità morfologica ed ecologica, come ad esempio, la dimensione e gli habitat utilizzati in ambito aeroportuale, sono accumulate da una spiccata propensione a tollerare gli stress e quindi sfruttare

gli ambienti antropizzati. Le specie trovano in ambito aeroportuale sia risorse trofiche sia ripari; quindi in base alla loro etologia ed ecologia sono esposte in maniera differenziale al fenomeno del *wildlife strike*.

Analizzando il trend del fenomeno (cfr. Figura 13-4) che ha interessato le specie maggiormente coinvolte nel periodo considerato 2010-2015, con percentuale di incidenza maggiore al 2% (prima, seconda e terza classe, cfr. Figura 13-3), emerge in linea generale che non c'è un particolare trend positivo inteso come incremento degli impatti per nessuna specie, piuttosto nel 2015 si registra, rispetto al periodo precedente, una percentuale inferiore di casi che hanno coinvolto le lepri, che costituiscono la specie maggiormente colpita come visto in precedenza. Per le restanti specie, il confronto tra il 2015 ed periodo precedente rileva dati simili (cfr. Figura 13-4).

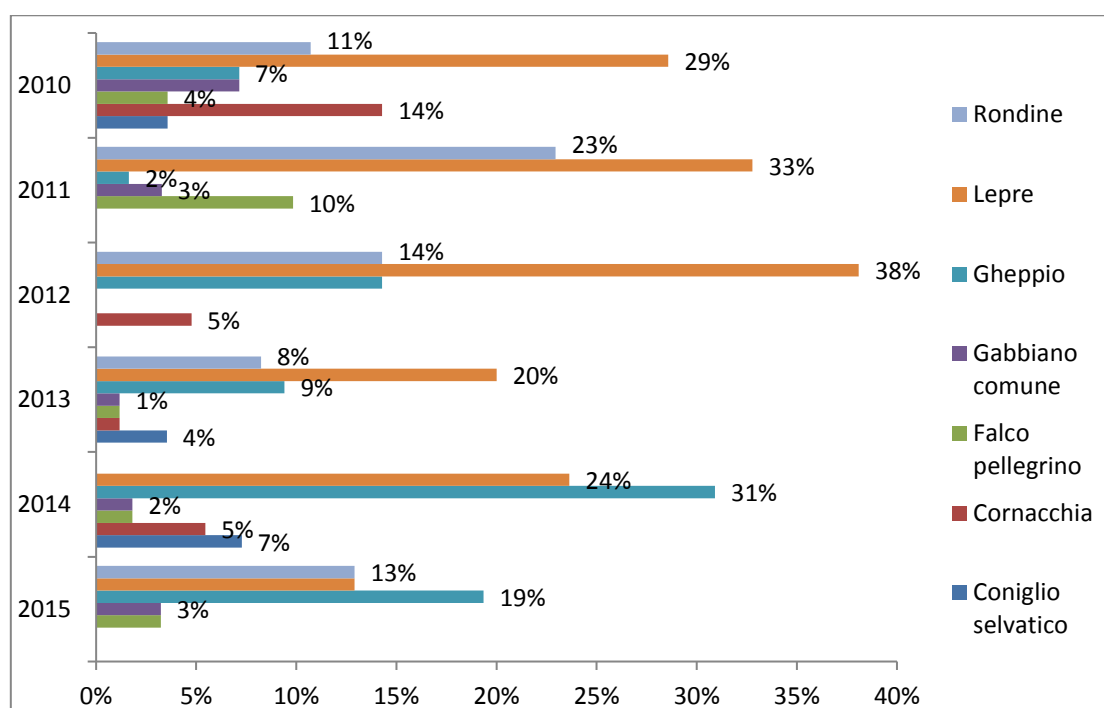


Figura 13-4 Trend del fenomeno annuale delle specie maggiormente coinvolte negli episodi di *wildlife strike*

Un altro elemento di interesse ai fini della comprensione dell'entità e della rilevanza del fenomeno è rappresentato dall'analisi dei dati sotto il profilo del coinvolgimento, negli episodi di *wildlife strike*, delle specie inserite in Direttiva 2009/147/CEE (Direttiva Uccelli) e Direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat) ai vari allegati. Le specie, infatti, possono presentare una diversa incidenza e quindi interessare in varia misura le specie tutelate dalle due Direttive.

Da quanto riportato in Figura 13-5 emerge che le specie non inserite in Direttiva rappresentano il 67% del totale, a fronte dell'11% relativo a quelle riportate in Allegato I della Direttiva 2009/147/CEE e del 22% delle specie riportate in Allegato II.

Per quanto concerne le specie inserite in Allegato II (6% nella parte A e 16% nella parte B), al fine di comprendere la loro rilevanza ai fini della conservazione si ricorda che, ai sensi dell'articolo 7 co. 1 della citata direttiva, «in funzione del loro livello di popolazione, della distribuzione geografica e del tasso di riproduzione in tutta la Comunità le specie elencate all'allegato II possono essere oggetto



di atti di caccia nel quadro della legislazione nazionale». In particolare, «le specie elencate all'allegato II, parte A, possono essere cacciate nella zona geografica marittima e terrestre a cui si applica la presente direttiva» (co. 2), mentre «le specie elencate all'allegato II, parte B, possono essere cacciate soltanto negli Stati membri per i quali esse sono menzionate» (co. 3).

In tale contesto, in merito alle specie appartenenti all'Allegato II rilevate nel periodo 2010-2015, non possono essere cacciate nel territorio italiano il gabbiano comune, l'allodola e lo storno.

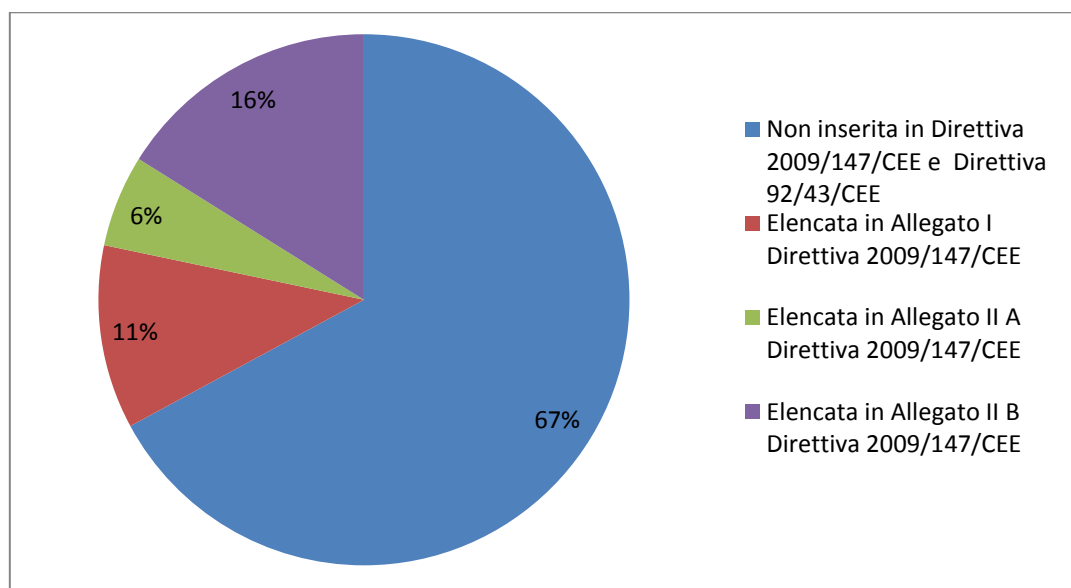


Figura 13-5 Ripartizione delle specie coinvolte in episodi di *wildlife strike* in riferimento alle direttive europee 2009/147/CEE e 92/43/CEE

L'incidenza degli episodi che hanno visto coinvolte, invece, le specie elencate nell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CEE nel periodo preso in considerazione per l'analisi (2010-2015), rappresentate dalle "Specie per la cui sopravvivenza e riproduzione sono previste misure speciali di conservazione del proprio habitat", è pari al 4% per il falco pellegrino, che negli ultimi quattro anni riporta nessun caso nel 2012 e un solo caso sia nel 2013 sia nel 2014 sia nel 2015, ed inferiore all'1% per lo sparviero, con un solo caso nel 2014.

Tali circostanze, oltre a dare la misura del fenomeno, evidenziano il carattere assolutamente episodico e soprattutto accidentale del loro interessamento, anche considerando le statistiche al livello nazionale che attribuiscono il maggior numero di eventi l'anno a specie quali: rondine, gheppio, gabbiano, piccione e lepre.

In riferimento alle Liste Rosse IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), che rappresentano il più completo inventario del rischio di estinzione delle specie a livello globale, la Figura 13-6 riporta che il 69% delle specie rilevate nel periodo 2010-2015 desta "minor preoccupazione", mentre il 13% delle specie rientrano nella classe "vulnerabile", come l'allodola e la passera d'Italia, e un ulteriore 13% sono classificate specie "quasi minacciate", come il coniglio selvatico e la rondine. Per il 6% delle specie non si può attribuire una categoria in quanto non si hanno a disposizione un sufficiente numero di dati.

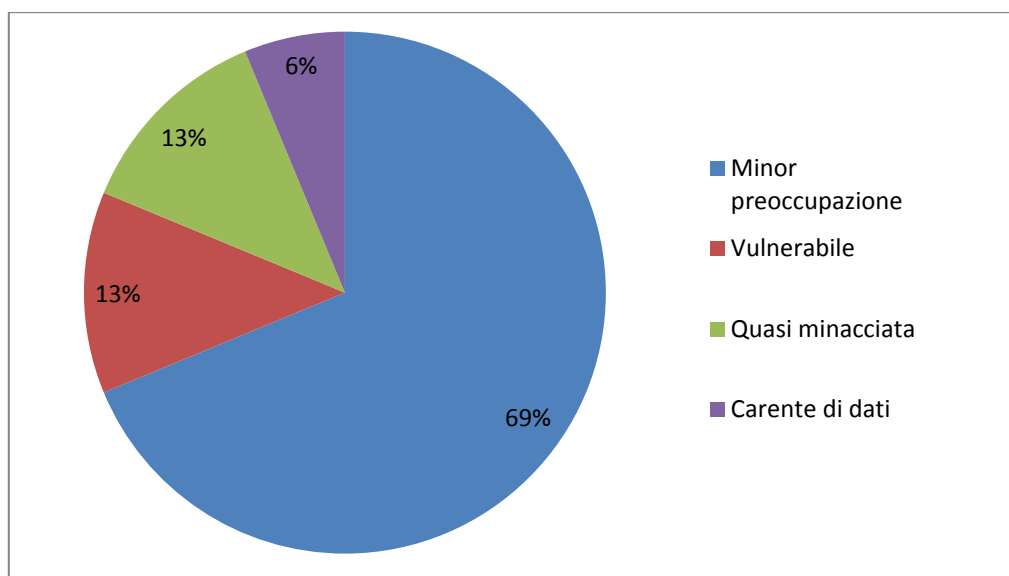


Figura 13-6 Ripartizione delle specie coinvolte in episodi di *wildlife strike* in riferimento alle specie elencate nella Lista Rossa IUCN (*International Union for Conservation of Nature*)

L'incidenza degli episodi che hanno visto coinvolte allodola, passera d'Italia e coniglio selvatico nel periodo 2010-2015 è pari rispettivamente a 1%, 2% e 3%, evidenziando il carattere accidentale del loro interessamento, mentre per la rondine l'incidenza degli episodi è pari all'11%. Relativamente a quest'ultimo caso, se si analizza il trend del fenomeno, si può notare che nel 2015 è vero che gli episodi coinvolti sono maggiori rispetto all'annualità precedente ma comunque inferiori rispetto al valore medio calcolato per il periodo 2010-2015 (cfr. Figura 13-7).

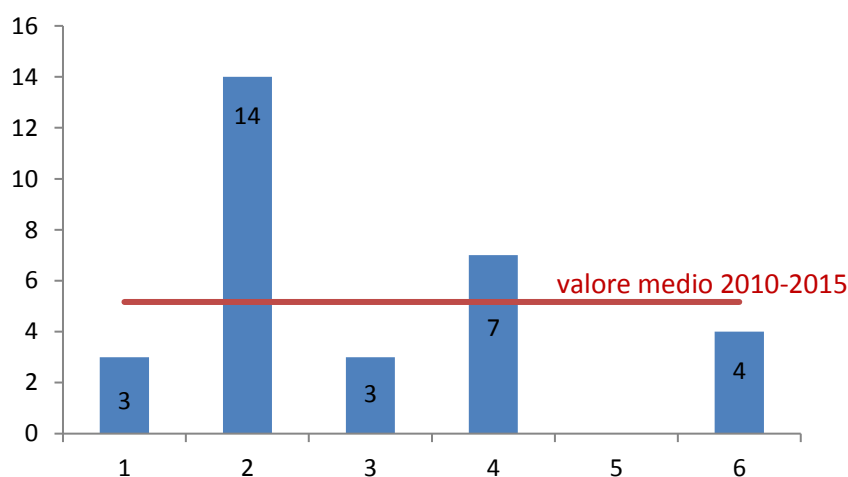


Figura 13-7 Ripartizione degli episodi di *wildlife strike* che hanno coinvolto la rondine nel periodo 2010-2015

#### Episodi di *wildlife strike* per fase di volo e quota nel triennio 2013-2015

La maggior parte degli impatti tra aeromobili e fauna selvatica si verifica negli aeroporti e nelle loro immediate vicinanze, dove la quota di volo è relativamente bassa; gli uccelli, infatti, volano

generalmente al di sotto dei 500 ft di quota quando non sono in migrazione attiva. Il 70% degli eventi di *wildlife strike* avviene al di sotto dei 200 ft di quota, l'85% al di sotto degli 800 ft e oltre il 90% sotto i 2.000 ft. Il rischio di collisione è legato al tipo e all'intensità dell'attività della fauna selvatica sia all'interno che nelle aree limitrofe dell'aeroporto.

Analizzando il fenomeno nel caso dell'aeroporto di Bergamo relativamente al triennio 2013-2015, si osserva che la quasi totalità degli episodi è compresa entro la fascia tra 0 ft ed i 300 ft (93% dei casi individuati); inoltre, all'interno di detta fascia, la quota di 0 ft è quella più rappresentativa facendo sì che la maggior parte dei casi individuati si manifestino al livello del terreno e, perciò, all'interno del sedime aeroportuale.

Per quanto concerne la relazione intercorrente tra episodi di *birdstrike* ed operazioni e fasi di volo, in considerazione che la maggior parte degli episodi sono stati rilevati sulla pista (28%) e non sono stati attribuiti ad una fase di volo specifica per l'assenza di informazioni adeguate, le fasi di decelerazione (*landing roll*) e avvicinamento (*approach*) sono quelle durante le quali avvengono la maggior parte degli episodi (19-20%), cui seguono le fasi di accelerazione (*take off run*) e salita (*climb*) per le quali si riportano rispettivamente il 16% e il 14% dei casi ed, infine, la fase di rullaggio (*taxi*) per il 3% dei casi (cfr. Figura 13-8).

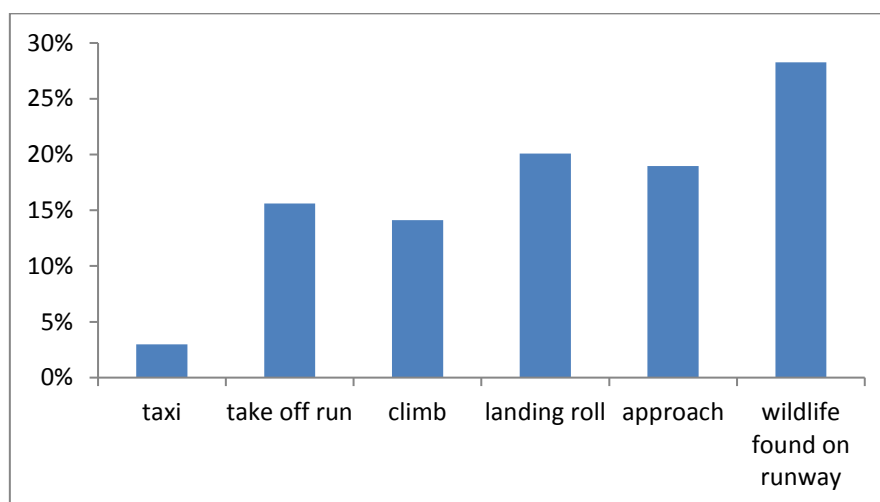


Figura 13-8 Episodi di *wildlife strike* per fasi di volo nel triennio 2013-2015

### Misure di gestione in atto

Tutti i diversi aspetti di questo fenomeno mostrano con evidenza che sono indispensabili delle misure di allontanamento e dissuasione delle specie ornitiche dal sedime aeroportuale e un'attenta gestione delle fonti attrattive di fauna selvatica sia in ambito aeroportuale che in zone strettamente limitrofe, in quanto tali misure potrebbero contenere gli impatti della fauna interessata in maniera significativa che frequenta il sedime aeroportuale e quindi ridurre il fenomeno del *wildlife strike*.

Gli strumenti predisposti dal gestore aeroportuale relativamente al fenomeno del *wildlife strike* all'annualità 2015 riguardano sia misure volte ad implementare la conoscenza del fenomeno, sia interventi di tipo preventivo che comprendono misure attive e passive, dettagliatamente riportate

nel Piano per la riduzione rischio da impatto con uccelli e animali selvatici (*Bird Control Unit*) contenuto nel manuale di aeroporto SEZ III/PO/14, quali:

- monitoraggio della fauna eseguito dagli operatori BCU (*Bird Control Unit*), il quale ha lo scopo di verificare in particolare la presenza di volatili e/o altri animali. Viene eseguito dal lunedì alla domenica e consta di 6 monitoraggi giornalieri con un'implementazione dal lunedì al venerdì che prevede ulteriori 2 monitoraggi nell'arco della giornata;
- ispezioni su richiesta da parte di altri Enti finalizzate soprattutto all'allontanamento degli animali;
- procedura di immagazzinamento dei dati: registrazione sul campo mediante tablet che alimenta il database sulla base del quale sono elaborate le statistiche;
- gestione ecologica del sedime comprendente divieto di coltivazioni o allevamenti nel sedime; riduzione delle fonti attrattive interne mediante riduzione delle piante ad alto fusto, degli elementi sopraelevati, prevenzione formazione di specchi d'acqua nonché il contenimento dello sfalcio dell'erbatico;
- sistemi di dissuasione
  - ✓ n.1 dispositivo con richiamo bioacustico (distress call)
  - ✓ n.1 veicoli 4x4
  - ✓ n.2 pistole scacciacani
  - ✓ n.2 sirena bitonale
  - ✓ n.2 sistema fari di profondità
  - ✓ n.1 artefizi pirotecnici (razzetti)
  - ✓ n.1 cannoncino trainabile a gas con telecomando a distanza;
- procedure specifiche di allontanamento
  - ✓ PO/14 del Manuale di Aeroporto "Piano per la riduzione del rischio da impatto con fauna selvatica";
  - ✓ cattura incruenta di lepri in collaborazione con la Provincia di Bergamo.

Passando all'analisi della possibile evoluzione del fenomeno in considerazione dell'atteso incremento del volume di aeromobili movimentati dallo scalo all'orizzonte di progetto pari al 21% (2016-2030), una prima tematica è relativa all'impossibilità di ipotizzare un altrettanto incremento degli eventi di *wildlife strike*.

Analizzando gli episodi registrati in altri aeroporti italiani che hanno simili condizioni stagionali (Figura 13-9), in particolare città localizzate in aree pedemontane dell'arco alpino e nella Pianura Padana, si osserva che uno scalo con un numero dei voli maggiore di un altro non presenta necessariamente un numero maggiore di impatti; ne è l'esempio l'aeroporto di Torino che, rispetto all'aeroporto di Parma e Brescia, pur avendo un numero maggiore di voli, presenta un numero molto simile di impatti per annualità. Allo stesso modo, ciò si verifica per l'aeroporto di Malpensa rispetto a Linate e, ancora di più, rispetto a Bergamo e Verona.

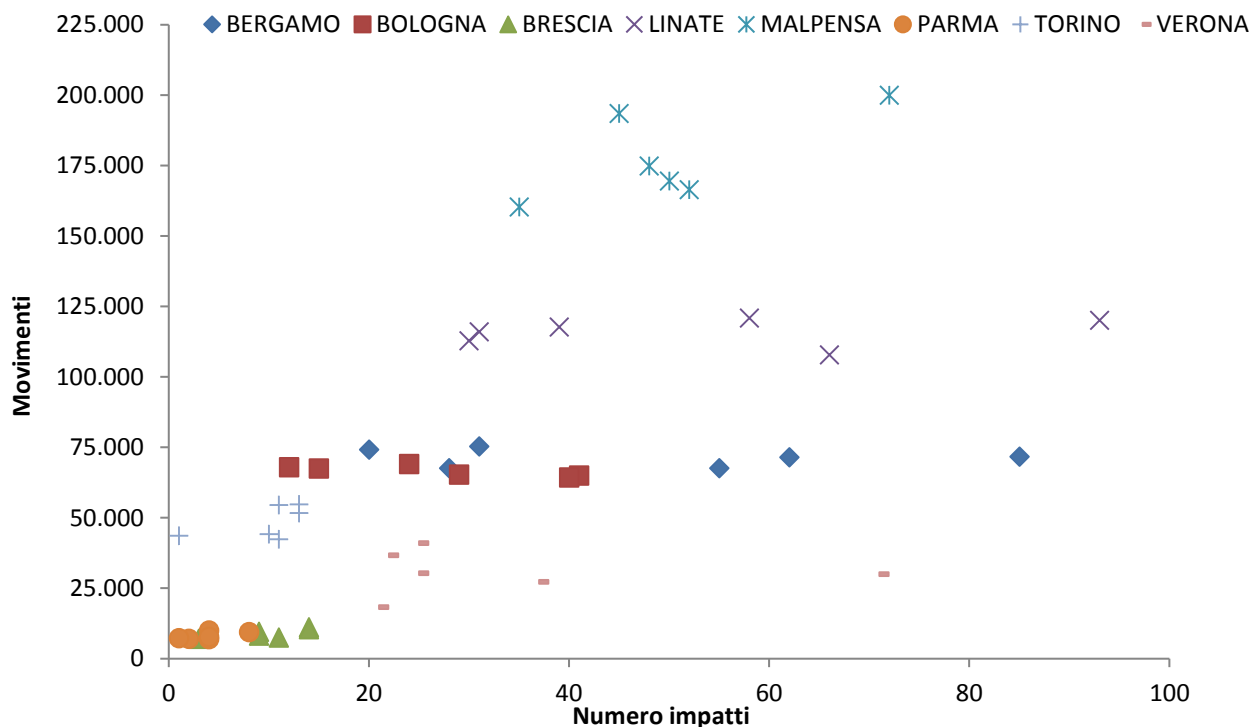


Figura 13-9 Numero di impatti in rapporto al numero di movimenti nel periodo 2010-2015 in riferimento ad alcuni aeroporti italiani localizzati in aree pedemontane dell'arco alpino e nella Pianura Padana

Questo spiega che il fenomeno in questione è condizionato da diverse variabili e, quindi, non può essere modellizzato utilizzando come strumento l'incremento del numero dei voli in quanto i casi reali non hanno un valore di *wildlife strike* proporzionale ad esso.

Considerando quindi che il numero di impatti non è strettamente relazionabile al numero di movimenti, di seguito vengono analizzate le principali variabili del fenomeno che possono essere così riassunte:

- Popolamenti animali;
- Specie maggiormente predisposte al *wildlife strike*;
- Localizzazione spaziale delle specie;
- Misure di gestione e dissuasione.

In merito alle prime due variabili occorre specificare che il loro rapporto con il fenomeno è strettamente dipendente dalle caratteristiche delle diverse specie; difatti, in relazione ad esse, si avranno diverse modalità di predazione, fuga dal pericolo, ricerca del cibo, presenza in un determinato periodo dell'anno e sensibilità a fonti di disturbo antropico.

Andremo ora ad analizzare queste principali variabili al fine di poter fare una stima dell'interferenza. In particolare, dalla ricerca naturalistico-ambientale sul rischio *bird strike* eseguita nell'ambito aeroportuale nel periodo agosto 2010 – agosto 2011 è possibile analizzare gran parte di queste variabili riferite alla componente ornitologica. Infine, sarà esaminata l'ultima variabile relativa alle

future misure preventive che potranno incidere positivamente sulla riduzione dei popolamenti e sul contenimento del rischio di *bird strike*, rimandando per la trattazione specifica alla sezione dedicata della Parte 5 "Lo stato post operam".

In primo luogo, in termini di popolamento avifaunistico, seppur sia stato avvistato un numero considerevole di specie, è emerso che la maggioritaria porzione (55,9%) delle specie rilevate nel sedime presenta una frequenza molto bassa di campionamento (inferiore al 20%) poiché la maggior parte delle specie sono migratrici o svernati, quindi occasionalmente presenti nell'area del sedime aeroportuale. Le specie campionate con più frequenza (maggiore al 20%) sono invece rappresentate dalle stanziali con una percentuale pari al 64,5%. Esse sono solo per il 19,4% di habitat fluviali, in quanto le più avvistate risultano essere specie di habitat aperti con vegetazione a vari stadi evolutivi e specie molto adattabili ad habitat antropizzati come ad esempio la cornacchia, la gazza, il gheppio, la passera d'Italia e il piccione.

È emerso, inoltre, che non vi sono molti stormi di uccelli, i quali potrebbero, oltre a presentare un pericolo per l'aviazione, costituire un numero maggiore di individui che potenzialmente potrebbero essere impattati in un evento. Lo studio avifaunistico 2010-2011 difatti ha registrato che il 78,52% di contatti sono costituiti da massimo 5 individui.

Nei rispetti della normativa europea in termini di tutela si osserva che il numero di specie avvistate nel sedime elencate in Allegato I della Direttiva costituiscono solo il 12,2% e sono specie che, essendo per la maggior parte migratrici, sono presenti occasionalmente o per lo più raramente nel sedime; sicuramente tale fattore riduce la probabilità che esse siano colpite, ma non ne esclude la possibilità che accada.

Sempre nei rispetti della normativa, per quanto riguarda le specie stanziali, le più abbondanti nei rilievi eseguiti nel sedime aeroportuale, nessuna di esse è elencata in Allegato I e nei rispetti dell'Allegato II della Direttiva sono state osservate solo 9 su un totale di 31, meno del 30% delle specie, tutte cacciabili nel territorio italiano ad esclusione della tortora dal collare.

Analizzando il popolamento interno all'aeroporto e rapportandolo al contesto in esame si osserva che il territorio ha una netta influenza sui popolamenti presenti nel sedime. In particolare, sono presenti le specie avifaunistiche caratteristiche di ambienti aperti e boschivi, parte delle quali si adattano molto bene all'ambiente urbano (sturnidi e columbidi); tuttavia presentano nel contesto in esame una percentuale inferiore di specie elencate in Allegato I della Direttiva Uccelli rispetto alle specie di habitat fluviale.

Per quanto attiene le specie di habitat fluviale, che per l'appunto nel contesto in esame sono in maggioritaria proporzione elencate in Allegato I, seppur l'aeroporto confini ad est con il corridoio ecologico primario del Fiume Serio, esso non ha una netta influenza sui popolamenti ornitici dello scalo in cui si registra meno del 30% di specie tipiche di habitat fluviale. Si può ipotizzare quindi che queste specie rimangono relegate in ambienti meno disturbati e/o più idonei dal punto di vista ecologico non trovando in ambito aeroportuale habitat favorevoli.

Nonostante una comunità ornitica differenziata e quantitativamente rilevante nell'intorno e in ambito aeroportuale, se si analizzano le specie interessate dal fenomeno di *birdstrike* nel periodo in esame, si osserva che solo poco più del 13% delle specie osservate nel monitoraggio eseguito per la ricerca

naturalistico-ambientale sono state interessate dal fenomeno e solo poco più del 21% delle specie coinvolte nel fenomeno appartengono ad habitat fluviale.

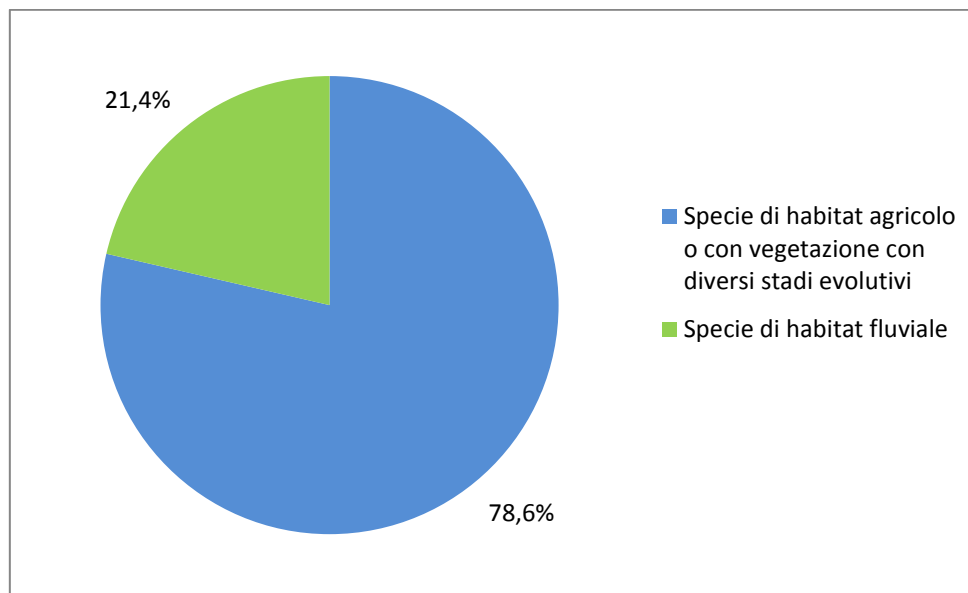


Figura 13-10 Classificazione delle specie coinvolte nei casi di *birdstrike* in base al loro habitat prevalente

Occorre spiegare che seppur nel monitoraggio non sono state avvistate specie coinvolte quali il falco pellegrino, il passero e il corriere grosso, se ne conosce la loro presenza in aeroporto grazie al monitoraggio costante eseguito dalla BCU, il quale ha permesso di rilevare già a partire dal monitoraggio 2010 le prime due specie e nel monitoraggio del 2013 anche il corriere grosso. Come precedentemente esposto, il fenomeno interessa, tra le specie di volatili, in maggior misura rondine e gheppio e nell'arco temporale considerato 2010-2015 ha coinvolto solo due specie elencate in Allegato I della Direttiva Uccelli, tale da potersi considerare un evento casuale.

Un parametro che sicuramente potrebbe incidere sugli eventi di *birdstrike* è relativo alla localizzazione delle specie rilevate nel sedime. In tal caso, la ricerca naturalistico-ambientale 2010-2011 riporta che l'area della pista e le aree di manovra rilevano il numero minore di specie e le minori abbondanze, confermato anche dai dati del report di *birdstrike* dell'annualità 2015. Si può ipotizzare con buona probabilità che tali aree, essendo maggiormente interessate dall'attività aeroportuale, sono e saranno sottoposte a maggior disturbo antropico e con scarsità di attrattive per l'avifauna. Le aree, invece, ove è presente vegetazione erbacea (prato) sono quelle in cui si è osservato il maggior numero di specie nel 2015, seguito da avifauna "in volo" (cfr. Figura 13-11).

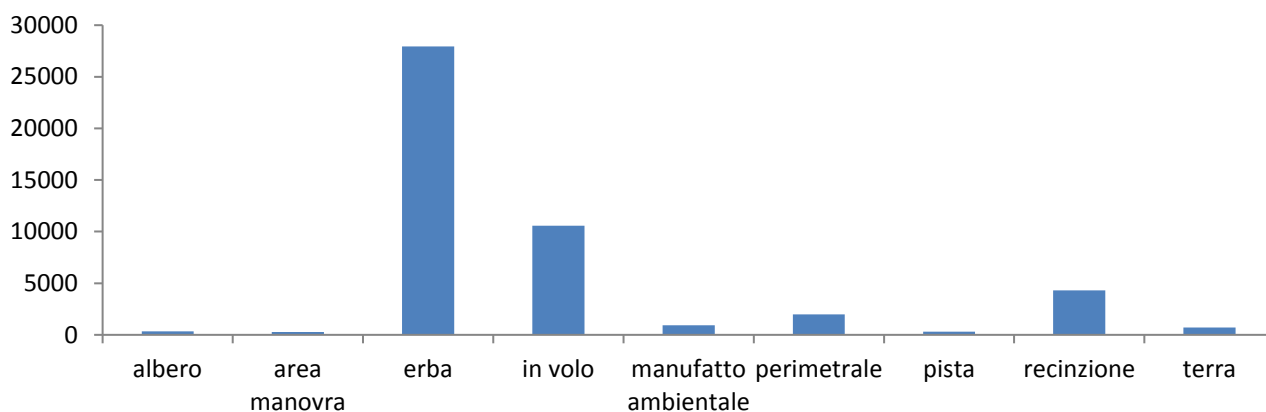


Figura 13-11 Ambienti maggiormente frequentati dalla fauna in ambito aeroportuale (Fonte: report annuale *wildlife strike*, 2015)

In base all'esperienza degli addetti BCU raramente i volatili utilizzano rotte di passaggio sopra l'aeroporto, mentre molto più frequentemente attraversano la pista nell'atto di liberarlo o per accedere alle aree interne dell'aeroporto stesso. Dalla ricerca naturalistico-ambientale emerge che, per quanto riguarda gli uccelli in transito, pari al 4% del totale degli uccelli osservati, è stato rilevato che il 25% attraversa la pista in prossimità della testata 10, il 17% attraversa la pista nella parte centrale, mentre il 21% attraversa la pista in prossimità della testata 28; il 38% degli uccelli in transito invece non attraversa la pista.

Per quanto attiene ai mammiferi, come è emerso sia dal monitoraggio svolto per la ricerca naturalistico-ambientale 2010-2011 sia dai fenomeni di *wildlife strike* registrati nei report del periodo 2010-2015, si osserva una presenza considerevole soprattutto in determinati periodi dell'anno delle lepri e minilepri; pur considerato che questa specie non è elencata in direttiva, tali presenze evidenziano un rischio *wildlife strike* che tuttavia può essere gestito attraverso le implementazioni delle misure preventive e dissuasive già in atto. Per quanto riguarda gli altri mammiferi coinvolti nei casi *wildlife strike*, si osserva il carattere piuttosto episodico e non rilevante in riferimento alla direttiva 92/43/CEE.

#### 13.4 Alterazioni comportamentali dell'avifauna

Gli aeromobili suscitano negli uccelli reazioni sensoriali percepite dall'occhio e dall'orecchio. E' noto che il campo uditivo degli uccelli non supera in ampiezza quello dell'uomo, mentre il potere visivo è superiore a quello dell'uomo, soprattutto per quanto riguarda l'ultravioletto. Per quanto riguarda i mezzi aerei, la percezione umana, soprattutto quella uditiva, può dunque fornirci indicazioni utili su quella degli uccelli. Parecchi fattori influenzano il tipo e l'intensità, la trasmissione e la trasformazione degli stimoli causati dai mezzi aerei negli uccelli tra i quali: tipo di vettore aereo e fasi di volo, tipologia e struttura dell'habitat e della topografia circostante il sedime aeroportuale. Gli stimoli uditivi sono difficilmente separabili da quelli visivi ed il comportamento degli uccelli suggerisce che



la forma e il tipo di movimento del mezzo aereo possano scatenare un comportamento di difesa se identificato come "indicatore di pericolo".

Le reazioni riportate in letteratura possono variare dal panico con fuga a quelle più lievi, quali nervosismo, irrequietezza, ricerca di un nascondiglio o di un luogo sicuro, che però di solito passano inosservate e solo mediante un esame attento possono essere percepite. Talvolta la comparsa regolare di uno stimolo visivo non seguita da un effettivo pericolo può portare ad un'assuefazione e alla progressiva diminuzione della risposta.

L'insieme degli studi nel seguito sinteticamente illustrati ha evidenziato come i livelli sonori in grado di determinare alterazioni comportamentali siano particolarmente elevati, nello specifico in media compresi tra 90 e 130 dB, che, rapportandoli alla curva ponderata A con riferimento ad uno spettro emissivo dell'aeromobile più diffuso (A320), corrispondono a valori compresi tra 85 e 125 dB(A). In particolare, tale circostanza è emersa dall'analisi del comportamento di alcuni pulcini presenti in una zona agricola posta in prossimità di un campo di aviazione. In tal caso, si è difatti osservato che livelli di rumore compresi tra 110 e 130 dB non avevano alcun effetto sulla crescita dei pulcini (Algers et al., 1978).

Brown (1990) ha studiato il comportamento di una colonia riproduttiva di Beccapesci di Berg (*Sterna bergii*) in presenza di un rumore tra 65 e 95 dB provocato da mezzi aerei. Il rumore di fondo prodotto dalla colonia raggiungeva già di per sé un valore compreso tra 55 e 75 dB. Gli animali reagivano al rumore aggiuntivo mostrando inquietudine e disorientamento: tra 90 e 95 dB, il 4% degli uccelli presentava reazioni di paura e il 2-4% si involava.

Nelle vicinanze del Kennedy International Airport, i gabbiani reali (*Larus argentatus*) durante il periodo riproduttivo non reagiscono al rumore dei normali aerei a reazione (in media 91,8 dB), bensì, a volte, a quello dell'aereo ultrasonico Concorde (108,2 dB; Burger, 1981). Il motivo di ciò può forse essere individuato, oltre che nel rumore, anche nella bassa frequenza di passaggio dei Concorde e alle vibrazioni che essi liberano nell'aria.

Ellis et al. (1991) documentano un esempio di elevata tolleranza al rumore. Gli autori hanno studiato la reazione dei rapaci (38 nidi di 8 specie) a rumori estremi (sorvolo di circa 1.000 jet a reazione a distanza molto breve). Né gli adulti, né i nidiacei mostravano alcuna reazione evidente. Solo gli adulti raramente si involavano, mentre i giovani non subivano alcuna influenza negativa. L'esame di voli di jet da combattimento ad altezza costante di 1000 m ha permesso di verificare che il primo volo provoca una serie di fughe da parte di singoli stormi di limicoli, ma successivamente solo di rado si osservano reazioni accentuate (van Raden & Kuester, 1990). Le otarde in fase di nidificazione reagiscono ai jet in maniera debole, con le femmine che si limitano a guardare verso l'alto tenendo il capo in posizione obliqua (Quaisser & Hüppop, 1995).

Il tasso riproduttivo e di ricolonizzazione dei nidi di falchi pellegrini in Arizona è alto nonostante i frequenti sorvoli da parte di jet, talora con bang sonici (Ellis et al., 1991).

Per quanto concerne la capacità di adattamento al rumore degli aerei, il dato fondamentale emerso dalle esperienze nel seguito documentato risiede nell'importanza rivestita dalla regolarità con la quale si determina lo stimolo acustico. Presupposto fondamentale per un possibile adattamento degli animali risiede difatti nell'utilizzo regolare delle strutture da parte del traffico aereo in termini sia di

tempo che di spazio. Numerosi dei lavori citati indicano che le reazioni da parte degli uccelli sono determinate dall'effetto sorpresa, sia che si tratti di stimoli visivi che di stimoli uditivi. Secondo alcuni autori (Andersen et al., 1989; Niemann & Sossinka, perizia tecnica 1991; Smit & Visser, 1993), un ruolo importante sulla reazione da parte degli uccelli è difatti dato dalla frequenza con la quale gli aeromobili o quelli di un certo tipo sorvolano una determinata zona. Riscontri evidenti a tali affermazioni risiedono non solo nella presenza degli uccelli nelle aree aeroportuali, quanto soprattutto nel fatto che in dette aree questi normalmente riposino, si alimentino e si riproducano (Burger, 1983; Milsom, 1990; Küsters, 1986; Reichholf, 1989).

Ciò premesso, entrando nel merito della rilevanza rivestita dal fenomeno nel contesto in esame, così come emerso dalle modellazioni acustiche sviluppate nell'ambito del presente SIA nell'ambito dello studio acustico in termini di livello di valutazione del rumore aeroportuale LVA, a cui si rimanda per una trattazione più dettagliata, lo stato di progetto allo scenario 2030 evidenzia che i valori più elevati pari a circa 75 dB(A) si trovano all'interno del sedime aeroportuale, mentre lungo la direttrice della pista a circa 2,5 km dal centro dell'aeroporto verso nord-ovest e a circa 5,0 km verso sud-est i valori decrescono fino a circa 60 dB(A) (cfr. Figura 13-12).

In considerazione di quanto detto in merito alla risposta degli uccelli agli stimoli sensoriali, che risentono dell'effetto del clima acustico a partire da livelli di 85 dB(A), risulta possibile ritenere che il disturbo all'avifauna determinato dal traffico aeromobili allo scenario di progetto sia contenuto.

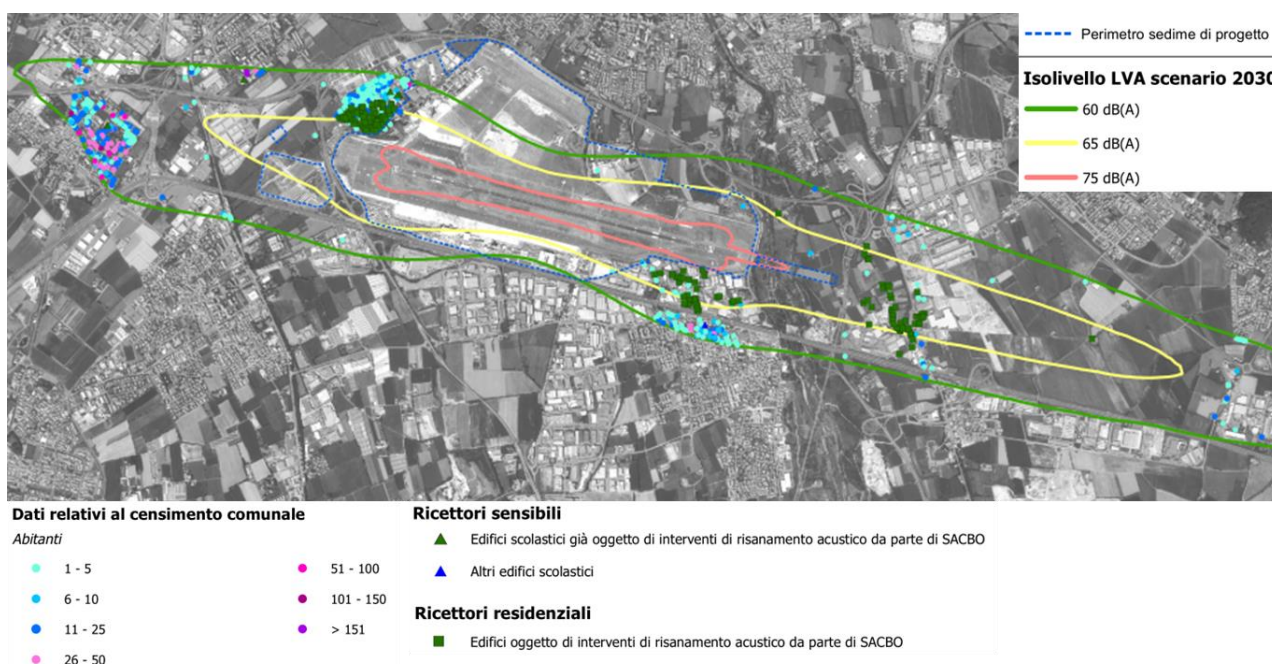


Figura 13-12 Isofoniche allo stato di progetto (2030)

## 14 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

### 14.1 Inquadramento tematico

Finalità della presente parte è quella di verificare la compatibilità della dimensione fisica dell'Aeroporto di Orio al Serio nel suo assetto finale così come previsto dal PSA 2030 rispetto alle tematiche connesse alla percezione del paesaggio.

L'indagine della dimensione fisica, ossia quella che legge l'opera in progetto nella sua fisicità di manufatto, considera i possibili effetti determinati dalla presenza di nuovi manufatti infrastrutturali ed edilizi che potrebbero costituire una alterazione della conformazione delle visuali, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive, nonché comportare una alterazione dei rapporti e dei significati di dette visuali, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

L'analisi di dette possibili interferenze sono state sviluppate attraverso una approfondita indagine degli aspetti cognitivi del paesaggio, facendo principalmente ricorso alla simulazione dell'inserimento delle opere sul paesaggio tramite la composizione di fotosimulazioni.

### 14.2 Modificazione delle condizioni percettive

A fronte delle considerazioni sin qui illustrate, i temi rispetto ai quali è stata sviluppata l'analisi delle condizioni percettive intercorrenti tra gli interventi in progetto ed i valori paesaggistici espressi dal contesto e dall'area di intervento sono stati individuati nella modificazione dell'assetto percettivo e nell'alterazione delle relazioni percettive.

Prima di entrare nel merito della analisi dell'assetto percettivo e dell'alterazione delle relazioni percettive, quali temi di lettura per l'analisi delle modificazioni delle condizioni percettive, un aspetto da prendere in considerazione riguarda le caratteristiche strutturali dell'area aeroportuale, nonché gli interventi in essa previsti, in rapporto al contesto paesaggistico in cui si inseriscono.

In linea generale, il fronte air side di una infrastruttura aeroportuale e, in particolare di quello dell'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio, può essere suddiviso in due sistemi principali:

- sistema dei terminal e delle strutture di supporto,
- sistema della pista di volo, dei piazzali aeromobili e relativi raccordi.

Da un punto di vista percettivo, tale sintetica sistematizzazione dell'infrastruttura aeroportuale dà subito conto delle differenze tra detti sistemi in ordine agli aspetti relativi alle dimensioni e alle volumetrie dei sistemi stessi e alla relazione tra la posizione, intesa come distanza o vicinanza, dell'osservatore rispetto ad essi, quale criterio capace di influenzare la percezione visiva.

Mentre il primo è costituito da un insieme di manufatti aventi volumetrie ed altezze diversificate, il secondo sistema differisce dal primo per il suo carattere prettamente bidimensionale.

Tale differenza è ravvisabile mediante la vista di insieme dell'Aeroporto riportata in Figura 14-1, dalla quale è possibile percepire la presenza dell'infrastruttura solo mediante i manufatti costituenti il sistema dei terminal, mentre il sistema della pista di volo, dei piazzali aeromobili e relativi raccordi sono completamente esclusi dallo sguardo, in ragione delle loro caratteristiche anzidette e per la presenza di elementi verticali, quali in tal caso esemplari arborei, tra il punto di osservazione e gli stessi.



Figura 14-1 Vista dell'Aeroporto dalla SP591BIS

In particolare, per quanto riguarda il sistema dei terminal, la distanza intercorrente tra il punto di vista e questi è tale da permettere una vista di insieme, senza però percepirne una chiara lettura dei loro particolari.

Al contrario, una vista ravvicinata dell'area dei terminal, potrà permettere la percezione dei suoi caratteri strutturali, cromatici e tipologici, ma in ragione delle importanti dimensioni dell'infrastruttura stessa, la vicinanza intercorrente tra il punto di vista e l'area terminal sarà tale da non percepirne la sua visione di insieme.

Analogamente, anche per quanto riguarda il sistema della pista di volo, dei piazzali aeromobili e relativi raccordi, in ragione del loro sviluppo bidimensionale e della loro entità dimensionale, da una vista ravvicinata è possibile percepire la loro presenza senza però coglierne in pieno una loro completa visione di insieme.

Ulteriormente, come si è avuto modo di osservare nell'ambito della analisi della intervisibilità (cfr. Componente "Paesaggio e Patrimonio storico-culturale" contenuta all'interno della Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera"), il contesto paesaggistico più prossimo all'Aeroporto oggetto del PSA risulta connotato da un carattere prettamente pianeggiante privo di punti panoramici in quota in grado di offrire una vista di insieme verso l'area aeroportuale; gli unici ambiti con tale valenza panoramica sono espressamente riferiti alle aeree panoramiche di Bergamo Alta e delle colline circostanti che, seppur offrano una visuale aperta verso la pianura sottostante e, conseguentemente, verso l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio, le loro condizioni percettive e la distanza intercorrente

tra questi e l'Aeroporto stesso sono tali da non poter permettere una possibile visibilità delle aree di intervento.

Pertanto, tenendo in considerazione tutti gli elementi di natura prescrittiva e non che costituiscono il paesaggio da assumersi a supporto per il corretto inserimento delle opere, il presente paragrafo è finalizzato ad illustrare le scelte progettuali in rapporto agli elementi del paesaggio con cui interagiscono le opere e descriverne gli effetti sulle condizioni percettive facendo ricorso principalmente agli esiti emersi dalla precedente analisi cognitiva del paesaggio (cfr. Componente "Paesaggio e Patrimonio storico-culturale" contenuta all'interno della Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera") e alla conseguente simulazione dell'inserimento delle opere sul Paesaggio tramite la composizione di fotosimulazioni contenute all'interno dell'allegato al presente Studio denominato "Paesaggio - Album fotosimulazioni" (Cod. P5.A06).

Nello specifico, l'insieme delle fotosimulazioni operate sono articolate secondo le seguenti due serie:

A. *Fotosimulazioni "a volo di uccello"*, operate al fine di offrire una visione completa dell'inserimento degli interventi sul paesaggio in considerazione del più volte evidenziato carattere pianeggiante del territorio circostante l'Aeroporto oggetto di modifica.

Le fotosimulazioni così realizzate, oltre ad offrire all'Amministrazione competente una rappresentazione quanto più realistica degli interventi in oggetto, sono in grado di rappresentare quella che è la percezione dell'intero Aeroporto da parte degli utenti in volo durante le manovre di atterraggio e di decollo.

Tale serie di fotosimulazioni è stata realizzata con l'obiettivo di offrire viste differenziate verso l'infrastruttura aeroportuale, secondo i due seguenti rapporti principali tra le opere in progetto ed il loro intorno:

1. *Rapporto opere - contesto territoriale*

Nell'ambito di tale rapporto, le fotosimulazioni, suddivise in Ante e Post operam, rappresentano l'intera struttura aeroportuale, inquadrandola da diversi punti di vista posti alla altezza superiore.

L'intento di tali fotosimulazioni è quello di offrire una vista più ampia del territorio all'interno del quale l'insieme delle opere si inseriscono, dando conto in tal senso del rapporto intercorrente tra opere ed il loro contesto territoriale.

2. *Rapporto opere - contesto aeroportuale*

La rappresentazione di tale rapporto è costituita da un insieme di fotosimulazioni, suddivise anche queste in Ante e Post operam, i cui diversi punti di vista sono posti ad una quota più bassa rispetto a quella del primo "Rapporto opere - contesto territoriale". Finalità di tali fotosimulazioni è quella di rappresentare una vista più di dettaglio nell'ambito dell'infrastruttura aeroportuale, offrendo in tal senso l'opportunità di una visione del rapporto che si andrà ad instaurare tra i nuovi ambiti air-side e land-side con il territorio circostante più prossimo.



Figura 14-2 Punti di vista delle fotosimulazioni a volo di uccello: in rosso quelli relativi al Rapporto opere – contesto territoriale, in blu quelli relativi al Rapporto opere – contesto aeroportuale

B. *Fotosimulazioni "a terra"*, operate dai due ambiti di fruizione prioritaria quale esito della analisi cognitiva del paesaggio (cfr. Componente "Paesaggio e Patrimonio storico-culturale" contenuta all'interno della Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" e rappresentati nella "Carta degli ambiti di fruizione prioritaria" (Cod. SIA.T41) che, proprio in ragione della loro valenza di fruizione prioritaria, sono risultati rilevanti ai fini dell'identificazione e della stima delle modificazioni delle visuali indotte dalle opere in progetto.

Tali ambiti di fruizione prioritaria risultano pertanto essere (cfr. Figura 14-3):

- i tratti stradali della SS591bis, della SP116 e della relativa pista ciclo-pedonale che permettono una possibile leggibilità di insieme delle aree oggetto di intervento previsti dal PSA all'interno del sedime aeroportuale;
- il tratto stradale della SP17 prossimo alla testata est della pista di volo da cui è percepibile l'intervento di adeguamento delle infrastrutture di volo relative alla RESA 10 con conseguente nuova riperimetrazione del sedime aeroportuale e tratto in sottopasso della stessa SP17.

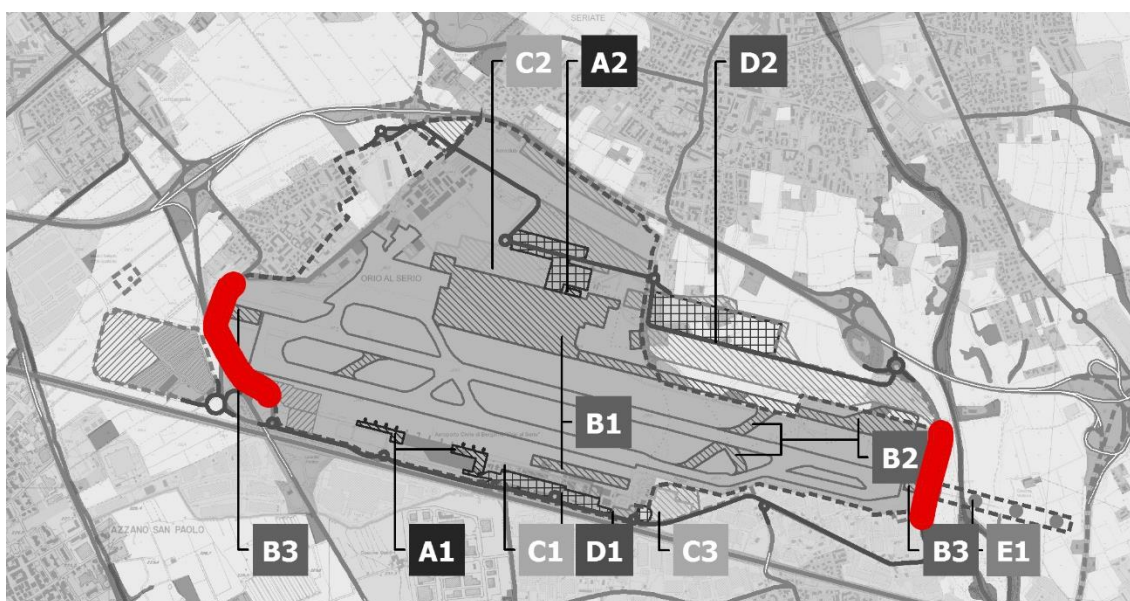


Figura 14-3 Selezione degli ambiti di fruizione prioritaria ai fini della composizione delle fotosimulazioni a terra

L'attuale configurazione dell'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio si sviluppa secondo un orientamento pressoché ovest-est, in cui si susseguono tre principali sistemi dalle caratteristiche funzionali e fisiche differenti (cfr. Figura 14-4).

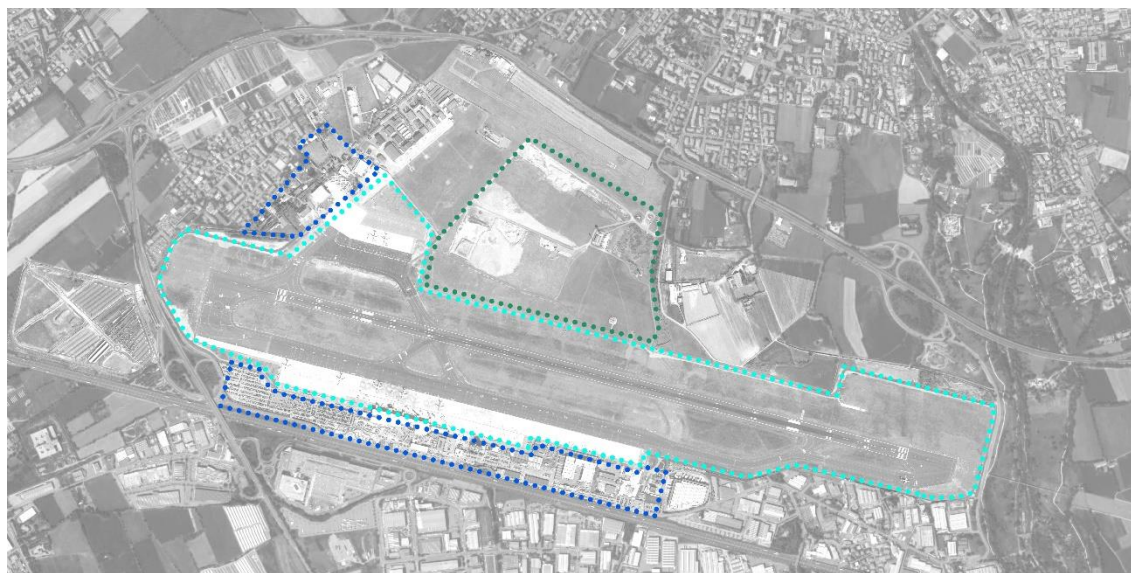


Figura 14-4 Aeroporto di Bergamo Orio al Serio: area edificato in blu; infrastrutture di volo e verde interpista e pertinenziale in celeste; area incolta ed artefatta in verde

Il primo di questi è rappresentato dall'area dell'edificato, quest'ultimo costituito dall'area Terminal, dalle strutture ed impianti di supporto alle attività aeroportuali e dai parcheggi ubicati a sud lungo l'Autostrada A4, e dalle strutture per servizi aeroportuali ed ausiliari poste a nord in prossimità dell'abitato di Orio al Serio (cfr. Figura 14-4 – Area edificato in blu).

Oltre questo primo sistema di sviluppo quello delle infrastrutture di volo costituito dalla pista, le vie di rullaggio, i piazzali aeromobili e i relativi raccordi, nonché dal verde aeroportuale pertinenziale e di interpista (cfr. Figura 14-4 – Infrastrutture di volo e verde interpista e pertinenziale in celeste). L'ultimo sistema è rappresentato dall'area artefatta ubicata tra le infrastrutture di volo a sud, l'area militare ad ovest e l'aero club a nord che ospita alcuni impianti tecnologici ed è prevalentemente caratterizzata da incolti, di tanto in tanto, sottoposti a manutenzione mediante periodici sfalci della vegetazione (cfr. Figura 14-4 – Area incolta ed artefatta in verde).

Rispetto allo stato Ante operam dell'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio è dunque possibile osservare come entrambe le aree dell'edificato siano costituite da un insieme di strutture aventi volumetrie e caratteristiche architettoniche differenti in ragione delle funzioni da esse assolte, nonché delle esigenze e degli standard tecnici che hanno di volta in volta guidato la loro progettazione nel corso del tempo. Analogamente, anche per quanto riguarda la lettura dell'area aeroportuale sotto il profilo del rapporto tra volumi pieni e ambiti vuoti, quest'ultimi appartenenti sia all'area air side sia all'area land side, si evidenzia una situazione eterogenea.

All'interno di tale assetto aeroportuale, l'inserimento delle opere previste dal PSA oggetto del presente Studio determineranno per ciascun sistema sopra indicato determinate modifiche atte al perseguimento degli obiettivi definiti dal PSA stesso.

In tal senso, facendo riferimento alle fotosimulazioni relative al Rapporto opere – contesto territoriale, che come prima accennato sono finalizzate nell'offrire una visione completa dell'inserimento degli interventi sul paesaggio mediante viste a volo di uccello, è possibile osservare per il sistema costituito dall'edificato un generale riordino delle volumetrie conseguentemente al loro riassetto funzionale nell'ambito del sedime aeroportuale, interessando sia l'area dell'edificato principale ubicata a sud lungo l'Autostrada A4 sia quella ausiliare posta a nord in prossimità dell'abitato di Orio al Serio.

Per quanto concerne l'area dell'edificato sud, gli interventi previsti per il Terminal passeggeri rappresentano una delle più importanti azioni previste dal PSA che prevedrà l'ampliamento della struttura esistente rimodulando gli spazi e il grado delle finiture per migliorarne la fruibilità e la qualità architettonica.

Oltre alla redistribuzione e all'adeguamento degli spazi interni, l'edificio del Terminal passeggeri sarà interessato da una serie di interventi volti a restituire all'edificio pulizia e linearità.

Come è possibile osservare dal confronto tra lo stato Ante operam ed il Post operam, l'ampliamento del Terminal passeggeri va ad inserirsi in un ambito oggi edificato e stratificato dai caratteri eterogenei che, il loro essere temporalmente riferiti a periodi e, con essi, a logiche ed esigenze tra loro differenti, ha comportato che dette preesistenze, sebbene dotate di proprie caratteristiche architettoniche peculiari, siano tra loro morfologicamente differenti.

In tal senso, analizzando il Terminal passeggeri allo stato Post operam si evince infatti come gli interventi previsti siano volti nel creare, sia in ambito air side sia in ambito land side, un fronte edificato dalle caratteristiche volumetriche, cromatiche e architettoniche uniformi, in coerenza con



gli ampliamenti di recente realizzati al fine di garantire un carattere di forte riconoscibilità all'aerostazione passeggeri.

Unitamente all'ampliamento del Terminal passeggeri, nell'ambito dell'edificato esistente che si sviluppa tra il tracciato autostradale ed i piazzali aeromobili, a seguito del dislocamento di alcune funzioni nell'ambito dell'edificato prossimo ad Orio al Serio, il PSA ne prevede un generale riassetto funzionale e strutturale attraverso la demolizione dei corpi di fabbrica esistenti e la realizzazione di nuovi edifici a servizio dell'aeroporto e di una struttura ricettiva e congressuale, permettendo in tal modo anche di liberare aree da adibire a parcheggi e aree verdi pertinenziali.

La nuova configurazione di tale area dell'edificato nell'ambito del fronte land side, come appena accennato, diventerà il fulcro principale delle relazioni percettive con l'antistante autostrada e zona commerciale di Orio al Serio, anche grazie la ridefinizione dei margini del fronte land-side stesso, mediante la realizzazione di nuovi manufatti lungo l'asse stradale principale di accesso, determinando in tal senso maggiore equilibrio tra volumetrie ed i vuoti.

La collocazione di tali interventi fa sì che l'unico punto percettivo esterno all'ambito aeroportuale dal quale sia possibile coglierne la vista sia identificato dalla stessa Autostrada A4, nel suo tratto più prossimo ad essi, come emerso dalle analisi di intervisibilità affrontate nell'ambito della componente "Paesaggio e Patrimonio storico-culturale" contenuta all'interno della Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera".

Mediante tale tipologia di visuale così ravvicinata all'area Terminal si potranno percepire i caratteri strutturali, cromatici e tipologici dei nuovi manufatti, ma in ragione delle importanti dimensioni dell'infrastruttura stessa, la vicinanza intercorrente tra l'asse stradale e l'area dell'edificato è tale da non permettere la percezione nella sua visione di insieme.

La necessità di destinare l'area dell'edificato a sud esclusivamente ai passeggeri ha determinato per il PSA la scelta di ricollocare le funzioni courier e merci nell'ambito dell'area dell'edificato a nord posto in prossimità dell'abitato di Orio al Serio, occupando anche parte della limitrofa area incolta ed artefatta.

Come è facile osservare mediante le fotosimulazioni a volo di uccello, in tale area è prevista la realizzazione del nuovo Terminal Aviazione Generale ed i nuovi edifici destinati alle attività merci con relativo ampliamento dei piazzali aeromobili antistanti. Tale area sarà inoltre servita da un nuovo sistema stradale di accessibilità con annesse aree di sosta opportunamente accompagnate da aree a verde e arredo urbano che, oltre a svolgere una funzione prettamente mitigativa dei potenziali impatti ambientali indotti dagli interventi previsti dal Piano, hanno lo scopo di aumentare il valore complessivo del contesto territoriale circostante l'Aeroporto.

Da un punto di vista percettivo, la realizzazione di detti nuovi corpi di fabbrica costituenti l'ampliamento dell'area dell'edificato nord contribuisce alla formazione di un fronte edilizio più compatto che è possibile scorgere solo percorrendo i tratti stradali della SS591bis, della SP116 e della relativa pista ciclo-pedonale più prossimi al sedime aeroportuale, identificati quali ambiti di fruizione prioritaria (cfr. Componente "Paesaggio e Patrimonio storico-culturale" contenuta all'interno

della Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera"); relativamente alla percezione delle aree adibite alla nuova area di sosta nord e annesse opere di mitigazione, dalle analisi percettive effettuate, non sono emersi particolari ambiti di fruizione prioritaria capaci di offrirne una vista completa.

Facendo riferimento alle fotosimulazioni a terra effettuate dai punti di vista relativo alla SS591bis, SP116 e relativa pista ciclo-pedonale, è possibile osservare che la vista allo stato Ante operam offre una visuale verso il paesaggio interessato dalle opere costituito essenzialmente da tre elementi principali: in primo piano l'area pianeggiante sede della pista di volo, seguita dall'edificato costituito dagli edifici appartenenti all'abitato di Orio al Serio e da quelli aeroportuali, per i quali non è possibile coglierne i particolari architettonici, ed i rilievi collinari e montuosi che ne chiudono la scena.

Confrontando lo stato attuale con il Post operam emerge che la distanza intercorrente tra detto ambito di fruizione prioritario e la nuova area nord è tale da non permettere la possibilità di coglierne le finiture ed i particolari architettonici e, soprattutto, è possibile affermare che non vi sia alcuna sostanziale alterazione dei rapporti percettivi tra la pianura, il nuovo skyline aeroportuale e i retrostanti rilievi collinari e montuosi.

Per quanto attiene alla nuova area di sosta nord e gli annessi interventi a verde, lo stato Ante operam delle fotosimulazioni a volo di uccello offrono una vista verso il paesaggio interessato da dette opere caratterizzato da un'area esclusivamente pianeggiante destinata ad uso agricolo, in primo piano, a cui fanno da sfondo gli unici elementi verticali costituiti da filari e masse arboree e dagli edifici aeroportuali del fronte air side, in secondo piano, per i quali la distanza intercorrente tra il punto di vista e questi è tale da percepirne unicamente la presenza.

Rispetto alla attuale conformazione paesaggistica, anche in questo caso è possibile affermare che lo stato di progetto non andrà ad incidere sui rapporti percettivi ivi presente, in quanto le uniche modifiche all'assetto paesaggistico sono determinate dall'incremento della dotazione vegetazionale lungo il Rio Morla, le cui motivazioni sono dettate dalla volontà di mitigare i potenziali impatti determinati dalle opere previste dal PSA e, al tempo stesso, di riqualificare l'intorno dell'Aeroporto. Nella direzione di tale ultima valenza, come riportato nell'ambito della Parte 5 "Lo stato post operam", sono stati descritti gli interventi di inserimento paesaggistico sviluppati, la motivazione dei quali per l'appunto non risiede esclusivamente nell'avvertita necessità di mitigare un impatto determinato dagli interventi previsti dal PSA, quanto dalla volontà di coglierli come occasione per operare un'azione di recupero e valorizzazione delle qualità paesaggistiche ancora presenti.

Per quanto in ultimo concerne le infrastrutture di volo esistenti, mediante le fotosimulazioni a volo di uccello è possibile osservarne l'ampliamento dei piazzali aeromobili, sia lato sud sia lato nord, il completamento delle vie di rullaggio e l'adeguamento della pista di volo mediante la realizzazione della RESA, sia in testata 10 sia in testata 20.

Per tale tipologia di modifiche, che per loro natura si tratta di un ampliamento di opere esclusivamente bidimensionali, è possibile escludere alterazioni sulla percezione del paesaggio circostante dagli ambiti di fruizione prioritaria precedentemente identificati.

Unica eccezione può risultare l'intervento di adeguamento delle infrastrutture di volo relative alla RESA 10, percepibile esclusivamente nel tratto stradale della stessa SP17 in avvicinamento alla testata est della pista di volo oggetto di adeguamento.

Mediante il confronto tra lo stato Ante operam e lo stato Post operam delle fotosimulazioni a terra rappresentanti tale intervento è possibile notare come, percorrendo la SP17 in avvicinamento all'area oggetto di intervento, sia percepibile esclusivamente il tratto stradale in sottopasso, mentre risulta pressoché invariata la percezione della infrastruttura di volo oggetto di adeguamento.

Successivamente all'adeguamento della RESA, il PSA prevede anche l'adeguamento del sentiero luminoso attualmente ubicato su di un viadotto di calcestruzzo nell'ambito del Parco del Serio, attraversando il corso d'acqua di quest'ultimo (cfr. Figura 14-5).



Figura 14-5 Sentiero luminoso in testa pista 10: stato attuale

Tale adeguamento, che prevede la rimozione della struttura in calcestruzzo e il posizionamento dei segnali luminosi su singoli strutture, come esplicitato in Figura 14-6 che riporta l'esperienza di un sentiero luminoso esistente così come previsto dal PSA, favorirà la riduzione dell'impatto determinato dalla attuale struttura a supporto dell'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio, sia in termini percettivi da parte dei fruitori del Parco del Serio, sia in termini di occupazione del suolo.



Figura 14-6 Esempio rappresentante il nuovo sentiero luminoso previsto dal PSA

In conclusione, il quadro sin qui descritto presenta delle situazioni eterogenee. Le differenti caratteristiche paesaggistiche dei canali visivi considerati mutano difatti le caratteristiche delle visuali in ordine alla ampiezza del bacino visivo e alla distanza intercorrente tra punto di vista ed obiettivo. Se da un lato le visuali dalle arterie stradali consentono di percepire l'intera configurazione paesaggistica all'interno della quale si inserisce l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio, dall'altro la morfologia pianeggiante non permette una chiara leggibilità dei singoli elementi che la costituiscono. In ambito urbano poi, il campo visuale si restringe e ne consegue una percezione parziale e ravvicinata che tuttavia risulta inibita dalla presenza dei manufatti edilizi.

Ne consegue che, in termini generali, l'insieme degli interventi progettuali presenta una elevata capacità di assorbimento visuale, ossia una significativa attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni introdotte, senza dar luogo ad alterazioni delle attuali condizioni percettive.

### 14.3 Modificazione del paesaggio percettivo

Come si è avuto modo di approfondire nei paragrafi precedenti, l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio si inserisce in un ambito territoriale compreso tra la fascia periferica della città di Bergamo e la bassa pianura lombarda a elevata connotazione rurale, la cui struttura è stata oggetto di profonde modificazioni nel corso della storia soprattutto per il fenomeno dell'urbanizzazione diffusa dell'epoca contemporanea che ha determinato la trasformazione dei tratti distintivi di tale territorio.

La struttura policentrica che caratterizza il sistema insediativo alle porte di Bergamo è frutto dei processi evolutivi di trasformazione territoriale che si sono generati soprattutto a partire dal Secondo Dopoguerra all'interno di un ambito a carattere prettamente agricolo e sezionato da importanti infrastrutture per la mobilità.

Infatti, nei primi decenni del Novecento tale territorio era prettamente vocato all'attività agricola ed evidente era l'origine come cascine e borghi rurali degli attuali centri storici. A tale sistema territoriale già si contrapponevano importanti infrastrutture, primo dei quali lo scalo ferroviario di Bergamo, successivamente, le grandi direttrici stradali di attraversamento della pianura padana, nonché lo stesso Aeroporto.

La attuale struttura del paesaggio è l'esito di profonde trasformazioni avvenute nel corso della storia le quali, sinteticamente, possono essere ricondotte in ben tre distinte fasi storiche, le cui evoluzioni fanno capo rispettivamente alle seguenti emergenze:

- la costruzione delle mura intorno a Città Alta e i Borghi storici che hanno, nel corso della storia, limitato il proliferarsi di una espansione urbana oltre il loro confine esterno;
- la costruzione della Ferrovia, la cui realizzazione avvia il processo di trasformazione territoriale e nel quale prende consistenza uno dei caratteri distintivi di Città Bassa, ossia quello di territorio costruito;
- il territorio della contemporaneità che, per effetto di un composito insieme di ragioni, quali la urbanizzazione diffusa, la realizzazione delle grandi opere infrastrutturali, le espansioni insediative, determina una trasformazione dei tratti distintivi.

Osservando la Pianta di Bergamo realizzata nel 1790 da Giacomo Botta (cfr. Figura 14-7), è interessante notare come la città sembra procedere secondo una sostanziale stabilità del suo disegno strutturale dalla fine del Quattrocento fino alla prima metà del Settecento.

In tale lasso di tempo infatti non si concretizzano trasformazioni urbane tali da modificare le geometrie generali della sua configurazione: la forma della città determinatasi con la costruzione delle *Muraine*, la cinta daziaria del 1450 e, un secolo dopo, con il completamento delle mura veneziane che recingono la Città sul colle, diviene l'ossatura portante di una espansione urbana che prenderà forma in maniera consistente solo a partire dalla fine della Grande Guerra.

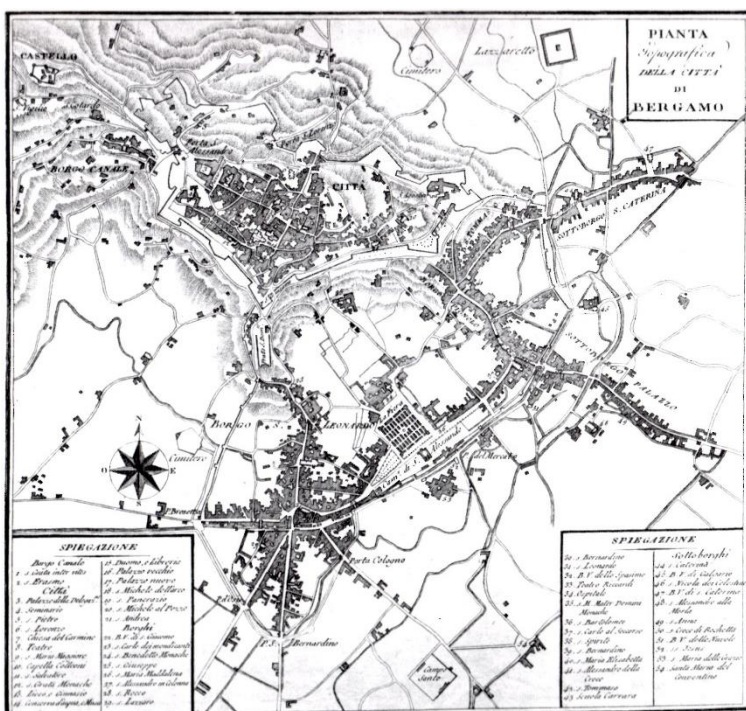


Figura 14-7 Pianta di Bergamo di Giacomo Botta (anno 1790)

L'unico evento urbano che si innesta in questa consolidata figura della città è, proprio nella prima metà del Settecento, la costruzione in pietra della Nuova Fiera di Sant'Alessandro, un impianto destinato a divenire il punto d'appoggio del secondo centro di Bergamo, Città Bassa o la città futura.

Tale nuova realizzazione rappresenta il segno tangibile del progressivo impulso che la struttura industriale, dislocata fuori dalla città, imprime al capoluogo in forza del suo consolidarsi, elevando la città a luogo della gestione mercantile e finanziaria moderna.

La nuova Fiera, costituita da un grande recinto in pietra e ordinato al suo interno da una griglia ortogonale sulla quale sono disposte a scacchiera le palazzine a due piani con le botteghe al piano terra e le abitazioni al primo livello, è disposto lungo il "Sentierone", antico tracciato agricolo di riconnessione tra i due borghi nella piana e che, ancora oggi, rappresenta la via principale di Città Bassa del passeggio e dell'incontro.

Si determina il primo, esplicito, dualismo tra l'antico centro della Città Alta ove risiedono ancora le funzioni politico-amministrative, e della Città Bassa, commerciale e produttiva, dove cominciano a rafforzarsi le attività tipiche della modernità.

A potenziare tale identità si aggiunge nella seconda metà dell'Ottocento la costruzione della ferrovia e della stazione cui la Fiera di Sant'Alessandro si trova direttamente collegata attraverso il prolungamento della Strada Ferdinandea, tracciato rettilineo di costruzione austriaca posto a collegamento tra la Città Alta e la pianura.

Il determinarsi dell'intersezione tra la Strada Ferdinandea ed il Sentierone, con l'innesto della Fiera e la realizzazione del teatro Ricciardi e del Palazzo della Prefettura, fissano in maniera definitiva i capisaldi architettonici e urbani dai quali genererà Città Bassa.

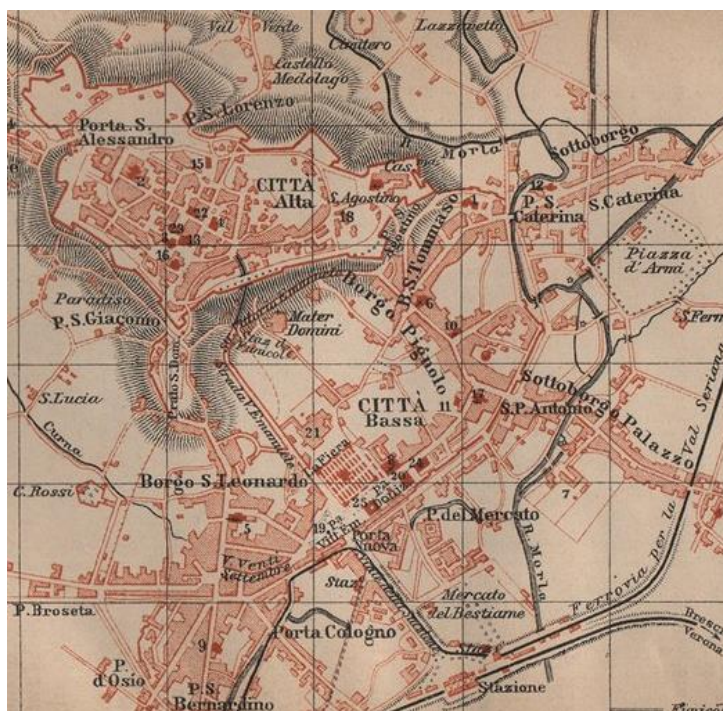


Figura 14-8 Pianta di Bergamo di Wagner & Debes (anno 1899)

Fino al Secondo Dopoguerra, la pianura bergamasca era ancora connotata dal prevalente uso agricolo del suolo e da un sistema insediativo costituito unicamente da borghi rurali e casolari isolati, dando così luogo ad una netta contrapposizione con il tessuto consolidato e compatto di Bergamo, ancora chiusa all'interno della linea ferroviaria che, per lungo tempo ha funto da barriera allo sviluppo dell'edificazione verso la pianura.

Con il Secondo Dopoguerra ha inizio la forte espansione urbana di Bergamo verso i territori della pianura lungo le direttrici infrastrutturali di collegamento, le quali, come prassi, hanno rivestito il ruolo di assi di strutturazione.

Nell'ambito del contesto paesaggistico indagato, la città di Bergamo ed il suo intorno è stata 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.

Nello specifico, la pianura bergamasca, all'interno della quale si inserisce l'Aeroporto oggetto del presente Studio, risulta costituita da porzioni di territorio in parte omogenei ed in parte diversificati, per storia, caratteristiche, aspetti funzionali e situazioni ambientali, in cui spazi aperti agricoli e porzioni più o meno disgregate di costruito si mescolano e danno vita ad un paesaggio di transizione e quindi più incline a continue trasformazioni.

Ne consegue pertanto una struttura paesaggistica costituita da un continuo alternarsi di pieni e vuoti in cui (cfr. Figura 14-9):

- i pieni sono prevalentemente costituiti dal tessuto urbano che, in relazione al periodo di edificazione ed alla tipologia di destinazione di uso, presentano differenti impianti insediativi: si hanno infatti tessuti piuttosto consolidati con corpi edilizi importanti intorno ai nuclei di antica formazione e lungo le principali arterie di collegamento, mentre all'esterno di questi si

- osservano tessuti dai caratteri tipici della dispersione urbana ubicati lungo le direttrici secondarie che attraversano un paesaggio a prevalente connotazione agricola. Il sistema dei pieni è costituito dalle parti del paesaggio insediativo caratterizzate dalla prevalente presenza di volumetrie dai connotati residenziali e/o per attrezzature e servizi;
- i vuoti sono rappresentati sia da vuoti urbani caratterizzati dalle aree urbane prive di volumetrie della città, sia di vuoti naturali ai quali appartengono:
    - le aree di interesse naturalistico, che possono essere ricondotte a boschi, prati, zone umide, ecc., oppure alle aree di verde ricreativo 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;
    - le aree verdi private e pertinenziali che comprendono gli spazi di verde di diverso tipo, dal verde privato sportivo, al verde di pertinenza di residenze e servizi pubblici e privati, dalle aree finalizzate alla produzione (vivai, aziende agricole), al verde pertinenziale delle infrastrutture (strade carrabili, percorsi ciclo-pedonali, ferrovie);
    - le aree agricole, presenti nelle aree periferiche e suburbane; nella maggior parte dei casi si tratta di orti e colture domestiche di modeste dimensioni, o di aree coltivate in modo estensivo e pascoli.



Figura 14-9 Sistema dei pieni e dei vuoti nell'intorno dell'Aeroporto

Osservando la Figura 14-9, appare evidente come la crescita urbana, diffusasi all'interno della pianura bergamasca travalicando la rete ferroviaria che, per lungo tempo, ne ha costituito il confine fisico tra ambito urbano ed ambito della campagna, tra pieni e vuoti, sia avvenuta, in alcuni periodi rapida, intensiva, a volte disordinata e in assenza di un disegno urbano adeguato, determinando la presenza di numerose aree fortemente urbanizzate, localizzate prevalentemente lungo le principali infrastrutture viarie di collegamento.

In ambito prettamente di pianura, la limitata dimensione dei nuclei antichi in relazione all'estensione complessiva del sistema edificato a destinazione residenziale testimonia la recente evoluzione del tessuto urbanizzato.

Il tessuto residenziale esistente presenta caratteristiche molto eterogenee in funzione della localizzazione dei diversi ambiti, con predominanza di un tessuto compatto ed eterogeneo in corrispondenza delle zone maggiormente vicine al centro urbano e fabbricati bassi con giardino pertinenziale nelle aree periferiche.

Il sistema insediativo di pianura presenta inoltre una predominanza quasi assoluta della destinazione d'uso a carattere artigianale, industriale o commerciale di grandi dimensioni negli ambiti urbanizzati attestati lungo le principali arterie di collegamento territoriale, a discapito della attività agricola, che fino alla metà del Novecento costituiva il principale connotato del paesaggio della pianura bergamasca, con la sporadica presenza di episodi a carattere residenziale, costituiti da tessuti di frangia urbana.

Attraverso tale rappresentazione del rapporto tra pieni e vuoti appare evidente come l'asse autostradale della A4 assolve il ruolo fondamentale di arteria di collegamento nell'ambito della già citata Megalopoli padana (cfr. Componente "Paesaggio e Patrimonio storico-culturale" contenuta all'interno della Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera"); non è infatti casuale lo sviluppo, a partire dagli anni Sessanta, di importanti poli industriali, commerciali e tecnologici lungo il suo tracciato, alternati ancora ad ambiti più o meno ampi di paesaggio agricolo o a vocazione naturale, nonché l'individuazione di aree strategiche in sua prossimità atte ad accogliere importanti infrastrutture tra cui l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio oggetto del presente Studio all'epoca della sua realizzazione.

Da un punto di vista dei caratteri percettivi poi, l'asse autostradale della A4, oltre ad assolvere il ruolo fondamentale di dorsale di collegamento della pianura bergamasca e, più in generale, dell'intera pianura padana, costituisce in questo caso anche ambito percettivo prioritario del paesaggio da essa stessa attraversato.

All'interno di tale complessa struttura paesaggistica, le possibili alterazioni delle condizioni percettive indotte dalle opere previste dal PSA in esame sul contesto territoriale possono essere definite prendendo in considerazione come l'Aeroporto stesso si inserisce all'interno del sistema dei pieni e dei vuoti costituenti il paesaggio attraversato dalla autostrada A4 e conseguentemente il ruolo da dette opere assunto nelle relazioni percettive con detta arteria.

A tal proposito, nell'ambito del PSA, le azioni che possono indurre modificazioni al paesaggio percettivo possono considerarsi quelle che prevedono la realizzazione di nuovi edifici e l'ampliamento di quelli esistenti in area sud relativa al Terminal Passeggeri ed in area nord destinata al nuovo Terminal Aviazione Generale.



Per quanto attiene alla prima di dette aree, il rapporto tra i pieni e i vuoti venutosi a creare lungo l'asse autostradale della A4 in corrispondenza dell'Aeroporto oggetto di modifico trova espressione nella Figura 14-10, di seguito riportata, da cui si osserva chiaramente la netta distinzione tra l'ambito urbano dell'area commerciale ed industriale di Orio al Serio e Grassobbio, da un lato, e l'ambito aeroportuale, dall'altro, determinata da una tessitura urbana avente una struttura nettamente contrapposta.

Infatti, come emerge da tale Figura 14-10, l'omogeneità architettonica e volumetrica dei manufatti appartenenti all'ambito commerciale ed industriale di Orio al Serio e Grassobbio permettono il determinarsi di un fronte compatto ed omogeneo verso l'autostrada; all'opposto, l'ambito aeroportuale, che presenta una maggiore articolazione planimetrica, e pertanto risulta costituito da una susseguenza di edifici dalle caratteristiche architettoniche e volumetriche differenti lungo i quali si attestano le aree verdi e a parcheggio, determina in tal modo un fronte rivolto verso l'asse autostradale frammentato e disarticolato.

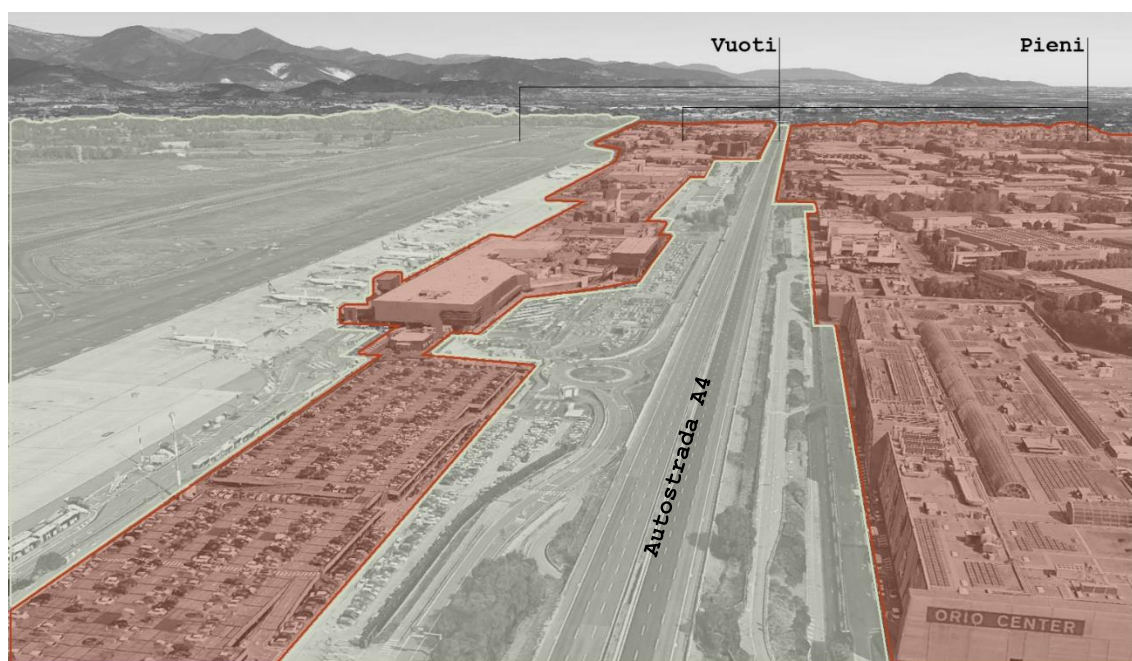


Figura 14-10 Rapporto tra pieni e vuoti nell'intorno aeroportuale

Stante tali considerazioni, l'insieme delle iniziative del PSA, le cui motivazioni non sono esclusivamente di tipo quantitativo, ma dettate da un progressivo miglioramento degli aspetti qualitativi e dalla volontà di rafforzare l'integrazione del sistema aeroportuale con il territorio circostante, sia da un punto di vista funzionale sia concettuale, prevedono nell'ambito dell'area aeroportuale sud interventi volti alla riqualifica del fronte aeroportuale rivolto verso l'asse autostradale al fine di potenziare le relazioni percettive tra l'infrastruttura aeroportuale e l'autostrada stessa, mediante la realizzazione di un nuovo fronte determinato dall'ampliamento del Terminal passeggeri e la riorganizzazione di nuovi edifici a servizio dell'attività aeroportuale.

Muovendo da tale consapevolezza, le scelte progettuali operate nell'ambito del PSA nella definizione dell'assetto aeroportuale hanno cercato di coniugare le diverse esigenze di ordine specialistico (dimensionamento, operatività, sicurezza, etc.) con la volontà di cogliere negli interventi di progetto un'occasione per concorrere alla "costruzione" di un nuovo rapporto con l'asse autostradale.

Testimonianza di tale volontà è individuabile nella volontà di fare dell'Aerostazione, il cui fronte principale è rivolto verso l'asse autostradale, il fulcro percettivo dell'intera area aeroportuale mediante il rafforzamento dell'assialità della direttrice viaria, attestando lungo di essa nuove volumetrie al fine di bilanciare il rapporto dei pieni aeroportuali rispetto agli antistanti manufatti costituenti le aree commerciali di Orio al Serio e Grassobbio.

La nuova configurazione del Terminal passeggeri in ambito land-side (Figura 14-11), per il quale si prevedono volumi vetriati appoggiati su piloni vuoti e la sovrastante pensilina che arriva fino a coprire l'intera area drop off passeggeri determinerà maggiore equilibrio tra volumetrie e vuoti e andrà a rafforzare il suo rapporto con l'autostrada.



Figura 14-11 Terminal passeggeri

L'insieme dei nuovi volumi così come previsti dal PSA hanno lo scopo anche di qualificare l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio attraverso tipologie architettoniche coerenti con l'esistente ed in linea con il paesaggio contemporaneo che man mano si viene a creare lungo il tracciato autostradale, caratterizzato dalla presenza di funzioni altamente qualificate e qualificanti che spesso hanno stimolato la progettazione di "contenitori" altrettanto qualificati, divenuti talvolta esempi di architettura contemporanea.

Certamente il caso più emblematico è rappresentato dal Parco scientifico tecnologico "Kilometro rosso" (Figura 14-12) il cui presupposto progettuale si fonda sul rapporto con l'asse autostradale riconoscendo in questo l'elemento significativo di un contesto metropolitano decisamente marcato dai flussi trasportistici.



Figura 14-12 Parco scientifico tecnologico "Kilometro rosso"

Per quanto in ultimo attiene all'area nord relativa alla realizzazione del nuovo Terminal Aviazione Generale e delle relative strutture a supporto della attività aeroportuale, le ragioni che consentono di poter affermare sin da subito che tale tipologia di opera indurrà una trascurabile modificazione sul paesaggio percettivo riguardano le caratteristiche delle opere in progetto ed il loro rapporto con l'ambito in cui si inseriscono.

In merito alla prima di dette motivazioni, occorre considerare che il ricollocamento del Terminal Aviazione Generale e la realizzazione delle relative strutture di supporto sono previsti nell'ambito nord del sedime aeroportuale prossimo al centro abitato di Orio al Serio attualmente destinato ad ospitare manufatti esistenti di supporto alle attività aeroportuali; le azioni del PSA prevederanno in tale ambito interventi di riqualifica e adeguamento delle strutture esistenti e la realizzazione dei manufatti atti ad ospitare le attività di Aviazione Generale al fine di rispondere al futuro incremento del traffico atteso.

Per quanto attiene al fabbricato destinato al nuovo Terminal Aviazione Generale, per il quale il PSA prevede caratteristiche dimensionali e volumetriche maggiori rispetto ai restanti corpi di fabbrica, esso assumerà in tale ambito una duplice funzionalità, ovvero, oltre a permettere la riconfigurazione e l'ampliamento dei manufatti e dei piazzali aeromobili nell'area del Terminal passeggeri sud come previsto dal PSA, la sua nuova collocazione, nonché le sue maggiori dimensioni rispetto al suo intorno, permetteranno di elevarlo a simbolo della nuova area aeroportuale destinata alla Aviazione Generale.

Per quanto riguarda il rapporto percettivo delle opere previste ed il loro intorno, occorre far riferimento alla analisi delle condizioni percettive affrontate e dei conseguenti esiti (cfr. Componente "Paesaggio e Patrimonio storico-culturale" contenuta all'interno della Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera"), attraverso i quali è emerso che l'unico ambito di fruizione prioritaria da cui è possibile apprezzare la vista di tali interventi, risulta essere esclusivamente quello costituito dai tratti stradali della SS591bis, della limitrofa SP116 e relativa pista ciclabile.

Il paesaggio percepito da tale ambito, trova espressione nella Figura 14-13 di seguito riportata, da cui si osserva chiaramente la sua struttura costituita da tre elementi prevalenti e ricorrenti dell'intorno aeroportuale:

- l'ambito dei vuoti, in primo piano, costituito dalla pista di volo e dalle relative vie di rullaggio e dal verde aeroportuale circostante,
- l'ambito dei pieni, in secondo piano, rappresentato dall'abitato di Orio al Serio e dall'adiacente edificato aeroportuale,
- l'ambito collinare e montano che ne fa da sfondo.



Figura 14-13 Il paesaggio percepito dall'ambito di fruizione prioritaria individuato

Come si evince chiaramente dalla Figura 14-13 in questione, la presenza di vuoti in primo piano che lambiscono l'ambito di fruizione prioritaria e, anche in considerazione della ubicazione delle nuove volumetrie in prossimità dell'abitato di Orio al Serio e dell'edificato aeroportuale esistente prima citati, possono ampiamente assorbire l'ampliamento previsto non solo sotto il profilo strettamente fisico, quanto anche da quello percettivo.

Inoltre, la distanza intercorrente tra il punto di vista e l'ambito nord del sedime aeroportuale in prossimità dell'abitato di Orio al Serio all'interno del quale sono previsti i nuovi manufatti è tale da non consentire di poter apprezzare distintamente le variazioni volumetriche intercorse e pertanto sono tali da non determinare sostanziali alterazioni della struttura paesaggistica qui percepita.

L'approccio progettuale e gli esiti ai quali questo ha condotto, qui sinteticamente riportati, consentono di poter affermare che le opere in progetto si configurano come elemento di chiarificazione della struttura paesaggistica in quanto, introducendo nuovi elementi di margine e riferimenti visivi, concorrono alla sua leggibilità.

In ultimo, facendo riferimento al contesto paesaggistico indagato, la cui struttura presenta una giustapposizione di segni ed elementi di origine e natura eterogenea, è possibile affermare che il complesso degli interventi previsti dal PSA si inseriscono sul paesaggio aeroportuale dotando tale infrastruttura di elementi di qualità estetica coerenti ed in rapporto con le preesistenze dell'intorno, unitamente agli importanti interventi di inserimento paesaggistico ambientale previsti dal PSA.

Finalità di questi ultimi, come meglio illustrato nell'ambito della Parte 5 "Lo stato post operam" al quale si rimanda, non risiede nella avvertita necessità di mitigare i potenziali impatti indotti dalle opere previste dal PSA, quanto invece nella volontà di coglierli come occasione per operare un'azione di aumentare il valore complessivo del contesto territoriale circostante l'Aeroporto.

## 15 RUMORE

### 15.1 Inquadramento tematico

Obiettivo dello studio acustico in questa fase è stato quello di verificare la compatibilità acustica dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio secondo l'assetto infrastrutturale ed operativo individuato dal Piano di sviluppo aeroportuale nelle condizioni di traffico aereo attese al 2030.

Analogamente alla verifica acustica dell'operatività dell'aeroporto allo stato attuale, anche in questo caso l'azione di progetto assunta quale principale è il traffico aereo.

Per quanto riguarda infatti il traffico veicolare, nelle condizioni di esercizio al 2030, l'assetto aeroportuale individuato dal PSA prevede un accesso all'aeroporto da est attraverso lo svincolo di Grassobbio della SS671 secondo i percorsi individuati nella parte 3 dello SIA, ovvero specificatamente all'area terminale sud attraverso la SP17/Via Matteotti e Via Orio al Serio. Ne consegue pertanto che, data la non rappresentatività di criticità allo stato attuale, anche per lo scenario 2030 il traffico di origine aeroportuale non presenta particolari elementi di criticità e pertanto è possibile assumere tale sorgente poco significativa per la valutazione della compatibilità acustica dell'aeroporto.

Analogamente allo studio acustico relativo al rumore di origine aeronautica per lo stato attuale, anche in questo caso per il perseguimento delle suddette finalità, è stato utilizzato il software previsionale di modellazione acustica INM (Integrated Noise Model) nella versione più aggiornata 7.0d.

### 15.2 Studio modellistico: Dati di input

#### 15.2.1 Scelta degli scenari di simulazione

Il Piano di sviluppo individua quale orizzonte temporale di riferimento l'anno 2030. Contestualmente definisce due scenari intermedi quali il 2020 e 2025. Stante la progressiva evoluzione del traffico aereo, nel presente studio acustico oltre allo scenario di progetto 2030 si sono volute verificare le condizioni acustiche indotte dall'aeroporto anche per gli orizzonti intermedi. Rimandando alla Parte 1 dello SIA per un maggior dettaglio circa l'evoluzione della domanda di traffico aereo prevista all'orizzonte 2030 nella tabella seguente si riportano i volumi di traffico atteso in termini di movimenti aerei all'orizzonte 2030 e ai periodi intermedi 2020 e 2025 individuati dal Piano di sviluppo.

Anno	Passeggeri	Cargo/Courier	Av. Generale	Totale
2020	77.942	7.564	2.100	87.606
2025	83.890	6.292	2.100	92.282
2030	87.629	4.019	2.100	93.748

Tabella 15-1 Evoluzione del volume di traffico aereo inteso come movimenti nei diversi orizzonti temporali assunti dal PSA (Fonte: PSA)

### 15.2.2 Traffico aereo

Lo scenario assunto come riferimento è, in analogia allo stato attuale, il giorno medio delle tre settimane di maggior traffico caratterizzato da un numero di movimenti proporzionale all'evoluzione del traffico aereo per ciascuna componente di traffico in termini di volumi annuali.

Anno	Passeggeri	Cargo/Courier	Av. Generale	Totale
2020	235	19	7	260
2025	252	16	7	275
2030	263	10	7	280

Tabella 15-2 Numero di movimenti caratterizzanti lo scenario di riferimento per la valutazione del rumore aeroportuale agli orizzonti 2020, 2025 e 2030 (Fonte: PSA)

Conseguentemente alla riduzione della componente di traffico cargo/courier attesa al 2030, rispetto ai due periodi temporali di riferimento individuati dalla normativa e caratterizzanti le 24 ore, si assiste ad un conseguente decremento del numero di operazioni notturne, ovvero nel periodo 23-6.

Periodo di riferimento	2020	2025	2030
Diurno (6:00-23:00)	90,7%	91,3%	92,2%
Notturmo (23:00-6:00)	9,3%	8,7%	7,8%

Tabella 15-3 Distribuzione del traffico aereo nel periodo diurno e notturno agli orizzonti 2020, 2025 e 2030

### 15.2.3 Operatività aeronautica

Rispetto al tema della configurazione operativa dell'aeroporto, gli scenari 2020, 2025 e 2030 sono caratterizzati da una modalità di uso dell'infrastruttura di volo differente rispetto all'attuale. Nello specifico si prevede di redistribuire i flussi di traffico in partenza ed in arrivo nelle due direzioni (10 e 28) contrariamente ad oggi dove l'uso prevalente della pista di volo è nella direzione 28.

Tale rimodulazione è prevista avvenire in maniera graduale in ragione della duplice necessità di dotare lo scalo aeroportuale di un sistema di radioassistenze finalizzato all'efficientamento della gestione del traffico aereo in direzione 10, con particolare riferimento alle operazioni di avvicinamento/atterraggio, oggi limitate esclusivamente ai giorni in cui le condizioni meteo impediscano l'uso della pista 28, e di ottimizzare la gestione dello spazio aereo ad ovest di Bergamo in quanto condiviso con le operazioni di volo dell'aeroporto di Milano Linate.

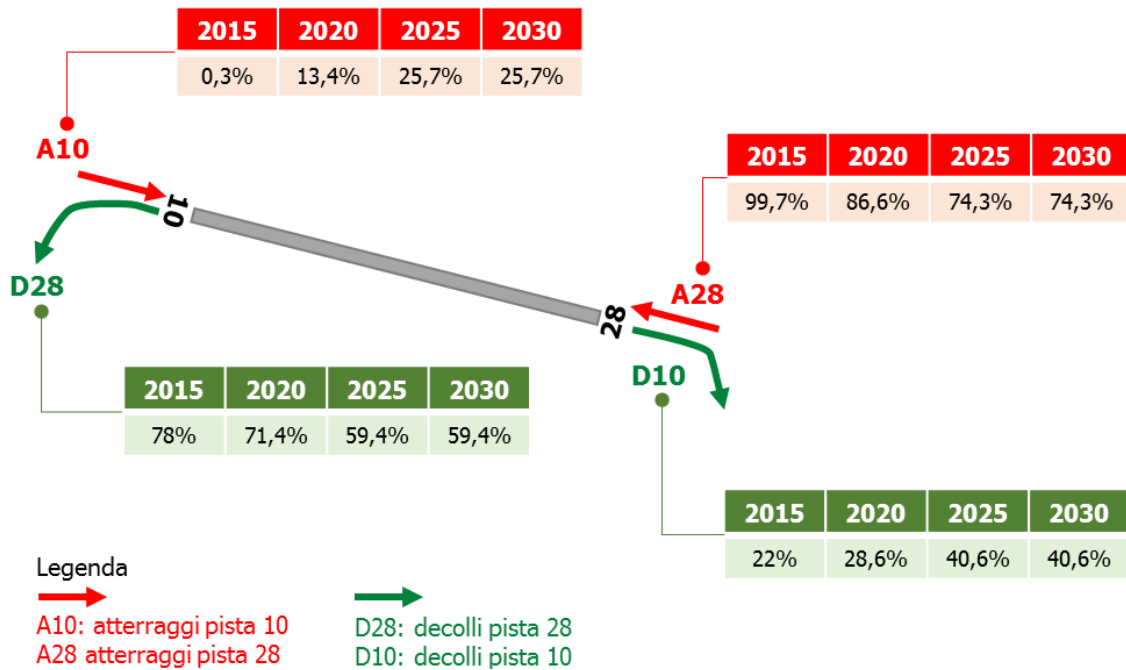


Figura 15-1 Evoluzione della modalità di utilizzo della pista di volo prevista dal Piano di sviluppo nei diversi orizzonti temporali individuati

Si evidenzia come il PSA preveda già partire dallo scenario 2020 lo spostamento di tutte le operazioni notturne che implicano il sorvolo del territorio ad ovest dell'aeroporto, ovvero decolli su pista 28 e atterraggi su pista 10, sulla opposta direzione.

Sempre al fine di perseguire l'obiettivo di migliorare l'operatività dello scalo anche sotto il profilo ambientale/acustico si è individuata una redistribuzione dei flussi di partenza in direzione ovest (decolli pista 28) attraverso la definizione di due direttrici principali, denominate "Stream" in ragione della destinazione finale dell'aeromobile.

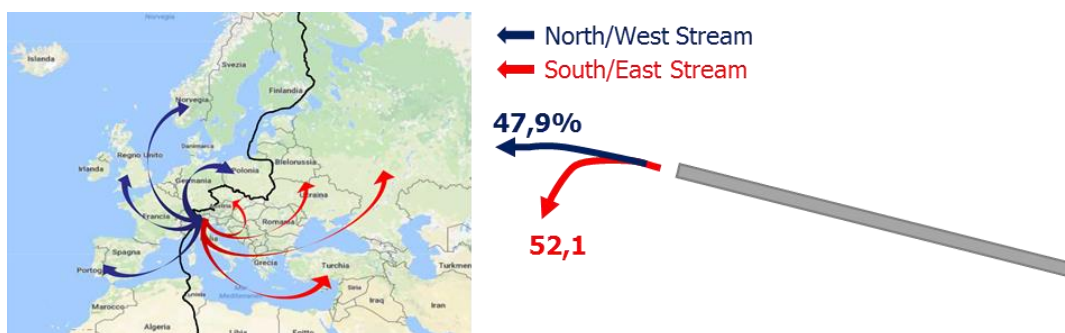


Figura 15-2 Ridistribuzione del traffico outbound verso ovest secondo le due procedure di volo

Per quanto concerne la North/West Stream (cfr. Figura 15-2), impiegata dai velivoli in partenza con destinazione finale Spagna, Gran Bretagna e il resto del Nord Europa, le operazioni di decollo vedono lo spostamento del punto di virata verso sud ad una distanza maggiore (ca. 2 miglia nautiche dal VOR). Altresì la South/East Stream, destinata invece agli aeromobili la cui destinazione finale è



l'Europa centrale, meridionale e orientale, prevede un punto di virata analogo all'attuale procedura di decollo.

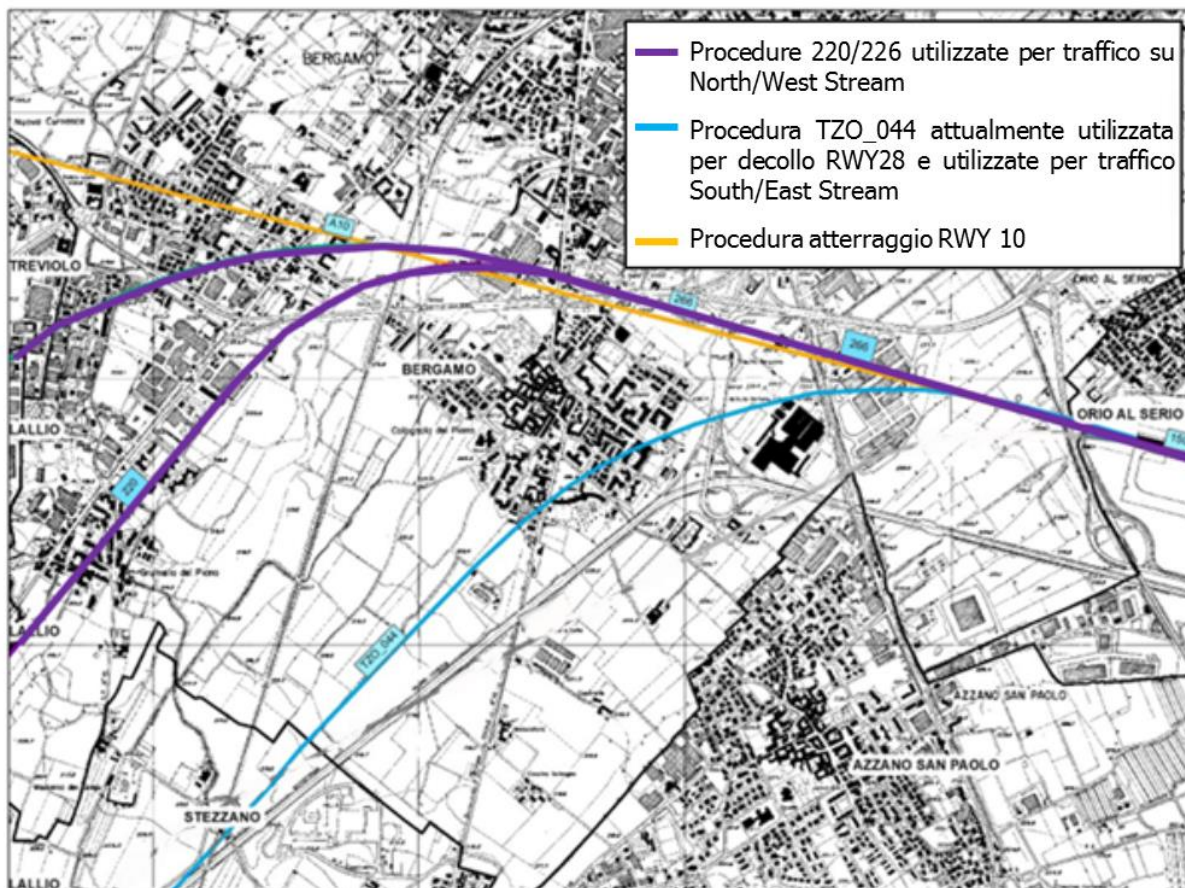


Figura 15-3 Procedure di decollo per pista 28 allo scenario operativo 2030

#### 15.2.4 Tipologia di aeromobili

Il PSA non prevede modifiche relative alle caratteristiche dimensionali degli aeromobili che allo scenario futuro andranno ad operare presso lo scalo di Bergamo Orio al Serio. Analogamente allo stato attuale quindi i velivoli sono principalmente di classe ICAO "C" e "D".

Nel dettaglio del tipo di modello di aeromobile, nella definizione della mix di flotta si è fatto riferimento sia ai velivoli statisticamente più ricorrenti in relazione alle principali compagnie aeree che si basano su Bergamo sia all'evoluzione degli stessi rispetto all'orizzonte 2030 intesa come progressiva dismissione di velivoli più vecchi, quale esempio il McDonnell Douglas MD80, o introduzione di quelli più nuovi come nel caso del Boeing 737 Max 200 nella flotta Ryanair.

Relativamente a questo ultimo aspetto è stato infatti considerato il progressivo ingresso nella flotta Ryanair, rappresentativa di oltre il 70% del traffico aereo operante nello scalo di Bergamo, del nuovo aeromobile Boeing 737 Max 200 quale evoluzione dell'attuale 737-800 anche per quanto concerne le performance ambientali, con particolare riferimento a quelle emissive acustiche. La percentuale di utilizzo di tale aeromobile di nuova generazione nella flotta Ryanair operativa sullo scalo di

Bergamo Orio al Serio è stata assunta nel PSA all'orizzonte 2030 pari al 50% con una progressione fissata al 25% nel 2020 e al 38% nel 2025.

Considerando quindi una evoluzione del parco aeromobili connessa alle principali compagnie aeree che attualmente operano presso lo scalo e che si ritiene continuino ad essere operative presso lo scalo di Bergamo Orio al Serio in ragione delle peculiarità proprie dell'aeroporto, è possibile assumere la seguente mix di flotta come rappresentativa dell'operatività al 2030 e costituita dai modelli di aeromobili presumibilmente più ricorrenti per ciascuna componente di traffico.

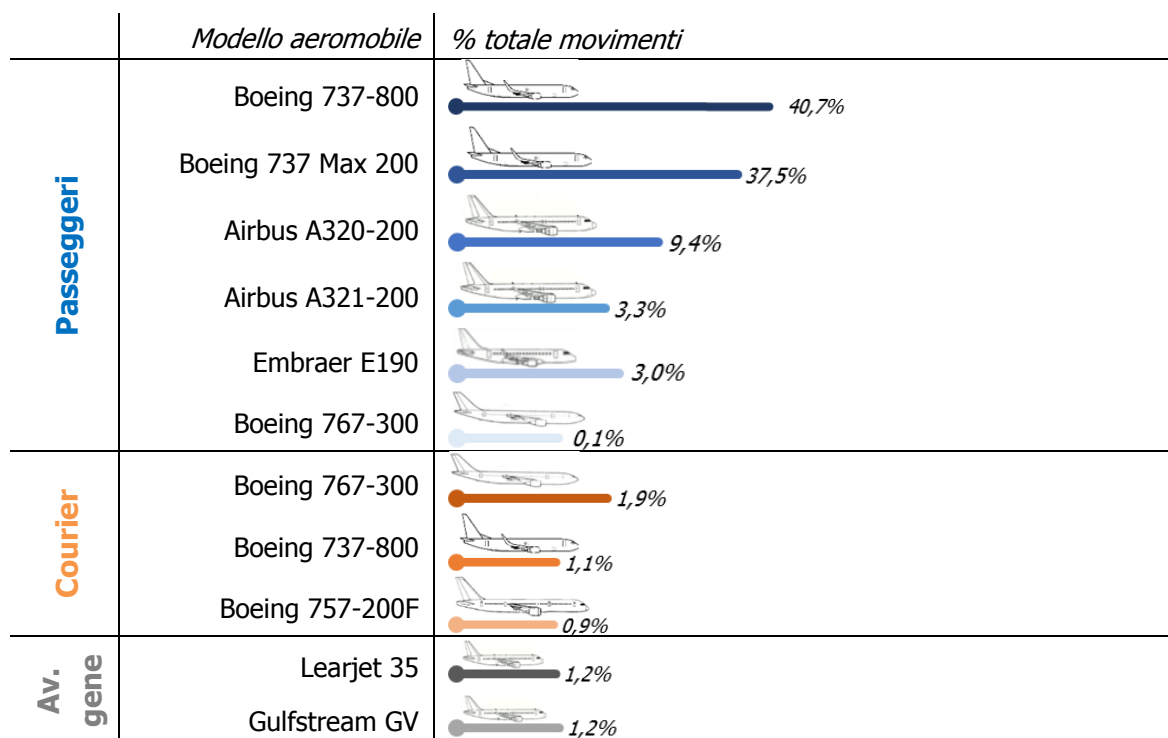


Tabella 15-4 Tipologia di aeromobili rappresentativa dell'operatività dell'aeroporto al 2030 distinta per componente di traffico

Nel database del modello di simulazione, il Boeing 737 Max 200, essendo un velivolo di nuova generazione, non è presente. Ai fini della modellazione acustica pertanto, in accordo a quanto indicato nel documento ECAC CEAC Doc 29 IV edizione<sup>16</sup>, è stato individuato un possibile modello sostitutivo con prestazioni acustiche simili. A tale scopo si è fatto riferimento alle specifiche che Boeing prevede per tale aeromobile, ovvero una riduzione dell'impronta acustica del 40% rispetto all'impronta degli 85 dB(A) in termini di L<sub>Amax</sub> (cfr. Figura 15-4).

In particolare quindi è stato identificato un aeromobile sostitutivo all'interno del database INM tale da considerare la riduzione dell'impronta acustica dichiarata dalla Boeing per il 737 Max 200. Da una serie di analisi effettuate mediante INM al variare dei diversi profili di volo, è stato identificato come modello sostitutivo del 737 Max 200, l'Airbus A320-200.

<sup>16</sup> ECAC Doc. 29, sezione 6.4.4 "Recommended substitution method".

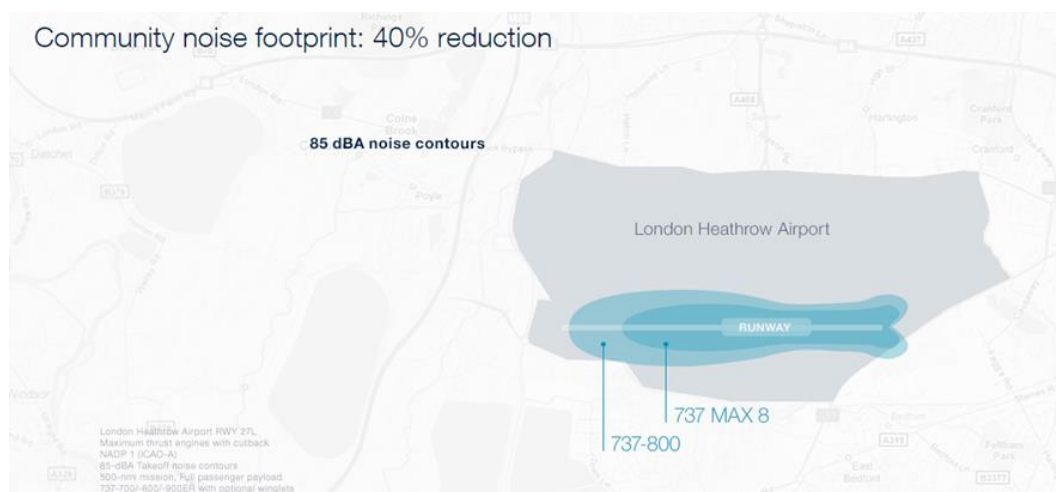


Figura 15-4 Caratteristiche emissive acustiche del 737 Max 200 previste dalla Boeing e confronto con l'attuale 737-800 (Fonte: Boeing)

Il confronto riportato in Figura 15-5 delle diverse impronte acustiche calcolate con INM, mostra infatti come l'Airbus A320-200 sia tale da indurre una isofonica degli 85 dB(A) in termini di L<sub>max</sub> inferiore del 36-37% di quella indotta dal Boeing 737-800 a seconda del tipo di profilo di salita considerato.

Per le simulazioni relative agli scenari futuri pertanto il Boeing 737 Max 200 è stato inserito nel modello INM come un Airbus A320-200.

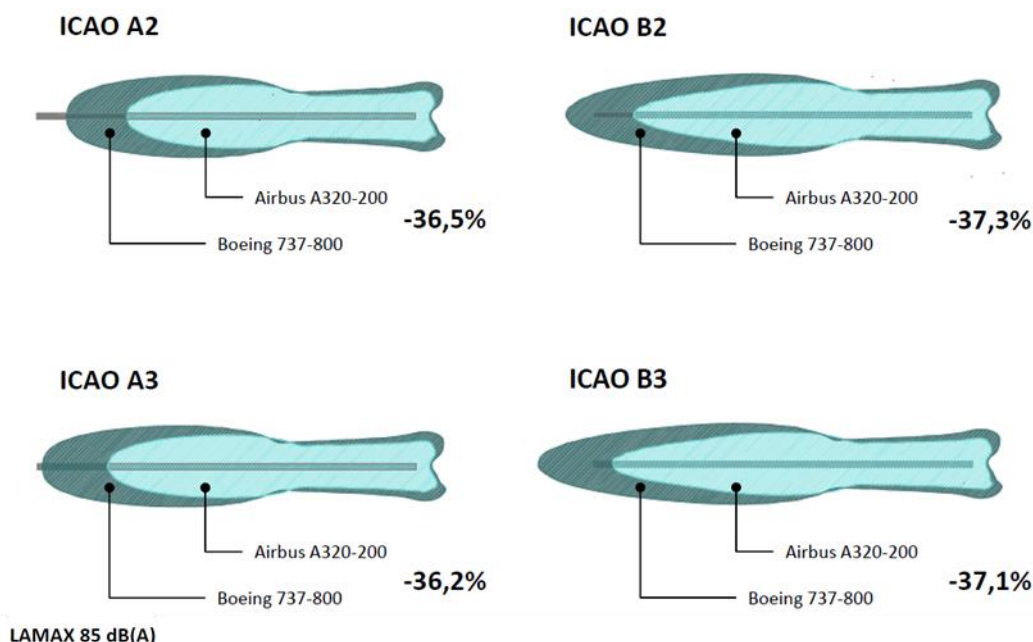


Figura 15-5 Confronto dell'impronta acustica degli 85 dB(A) in termini di L<sub>max</sub> indotta dall'Airbus A320-200 e Boeing 737-800 al variare del profilo di volo calcolata mediante INM

## 15.3 Risultanze dello studio modellistico

### 15.3.1 Le curve di isolivello acustico LVA

In analogia ai risultati ottenuti per lo stato attuale, anche in questo caso per gli scenari futuri l'output della simulazione consiste nelle tre curve di isolivello acustico LVA dei 60, 65 e 75 dB(A). Gli elaborati grafici "Rumore aeronautico: isolivello LVA allo scenario 2020" (Cod. SIA.T30), "Rumore aeronautico: isolivello LVA allo scenario 2025" (Cod. SIA.T31) e "Rumore aeronautico: isolivello LVA allo scenario 2030" (Cod. SIA.T32) riportano la mappatura acustica rispetto alle suddette isolivello per gli scenari 2020, 2025 e 2030.

Unitamente alla rappresentazione grafica, è stata calcolata l'estensione superficiale delle tre aree comprese tra le suddette isolivello rappresentative delle aree di rispetto denominate Zona A, B e C secondo quanto previsto dal DM 31.10.1997 di riferimento per la valutazione del rumore aeroportuale.

Anche in questo caso il calcolo della superficie di territorio interessato dalle tre aree individuate dalle curve LVA prese a riferimento, tiene conto anche il sedime aeroportuale.

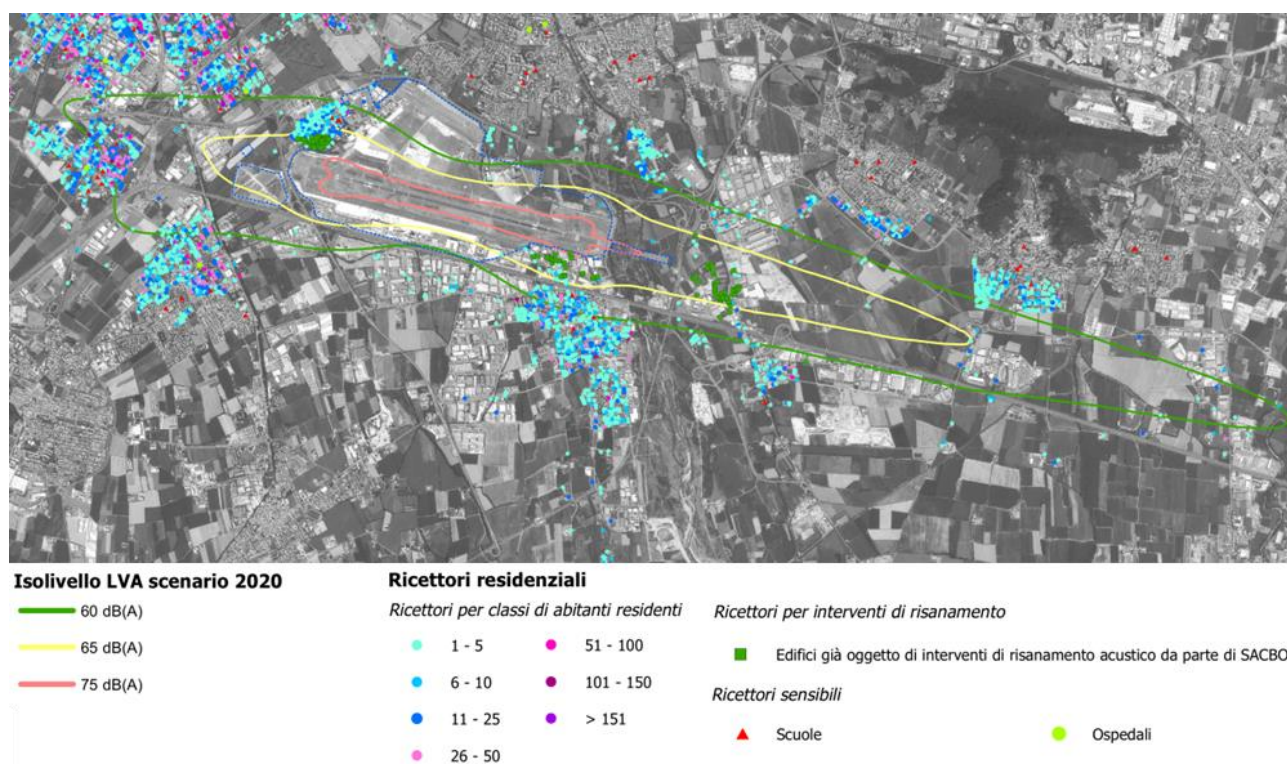
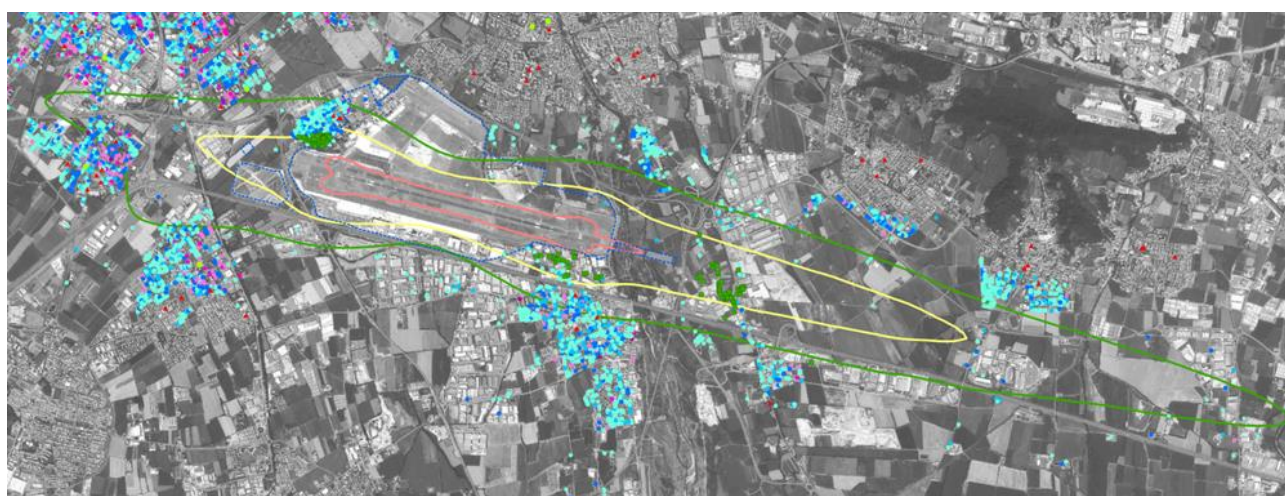


Figura 15-6 Isolivello LVA rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C allo scenario 2020 (stralcio tavola SIA.T30).



**Isolivello LVA scenario 2025**

- 60 dB(A)
- 65 dB(A)
- 75 dB(A)

**Ricettori residenziali**

*Ricettori per classi di abitanti residenti*

- 1 - 5
- 6 - 10
- 11 - 25
- 26 - 50
- 51 - 100
- 101 - 150
- > 151

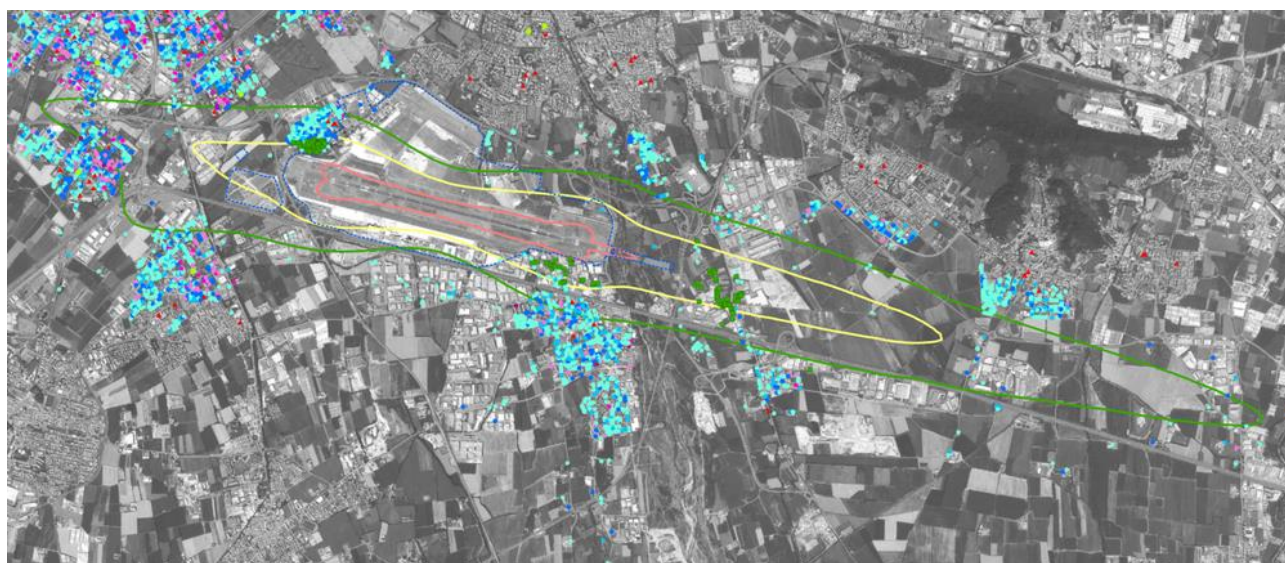
*Ricettori per interventi di risanamento*

- Edifici già oggetto di interventi di risanamento acustico da parte di SACBO

*Ricettori sensibili*

- Scuole
- Ospedali

Figura 15-7 Isolivello LVA rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C allo scenario 2025 (stralcio tavola SIA.T31).



**Isolivello LVA scenario 2030**

- 60 dB(A)
- 65 dB(A)
- 75 dB(A)

**Ricettori residenziali**

*Ricettori per classi di abitanti residenti*

- 1 - 5
- 6 - 10
- 11 - 25
- 26 - 50
- 51 - 100
- 101 - 150
- > 151

*Ricettori per interventi di risanamento*

- Edifici già oggetto di interventi di risanamento acustico da parte di SACBO

*Ricettori sensibili*

- Scuole
- Ospedali

Figura 15-8 Isolivello LVA rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C allo scenario 2030 (stralcio tavola SIA.T32)

Area	2020	2025	2030
$60 \leq LVA < 65$ dB(A)	8,27 kmq	8,08 kmq	7,52 kmq
$65 \leq LVA < 75$ dB(A)	4,16 kmq	4,04 kmq	3,66 kmq
$LVA \geq 75$ dB(A)	0,75 kmq	0,71 kmq	0,66 kmq

Tabella 15-5 Estensione delle isolivello LVA rappresentative dell'intorno aeroportuale relative allo scenario 2020, 2025 e 2030

### 15.3.2 Popolazione residente all'interno delle isolivello LVA

Per il calcolo della popolazione residente coinvolta dal rumore aeroportuale nei diversi orizzonti temporali si è fatto riferimento ai dati di censimento comunali aggiornati considerando sia le ulteriori azioni per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico che la Società di gestione SACBO ha messo in atto successivamente al 2015, e quindi previste già realizzate al 2020, sia la delocalizzazione della popolazione nelle aree oggetto di esproprio necessarie alla realizzazione delle opere previste dal Piano di sviluppo.

Area	2020	2025	2030
$60 \leq LVA < 65$ dB(A)	6.150	5.350	4.950
$65 \leq LVA < 75$ dB(A)	400	300	250
$LVA \geq 75$ dB(A)	0	0	0

Tabella 15-6 Popolazione residente all'interno delle isolivello LVA rappresentative dell'intorno aeroportuale relative allo scenario 2020, 2025 e 2030

## 16 SALUTE UMANA

### 16.1 Inquadramento tematico

Lo studio della componente in esame si basa, oltre che su quanto dettato dal D.Lgs. 152/06 e smi<sup>17</sup>, anche su quanto indicato nelle "Linee guida per la componente Salute pubblica degli studi di impatto ambientale" (di seguito LLGG)" approvate con DGR n. X/4792 dell'8 febbraio 2016.

Si rimanda al par. 7.2 dell'Allegato SIA.A02 nel quale sono illustrate le modalità con le quali dette LLGG sono state considerate nella redazione del presente SIA.

Come meglio illustrato nel paragrafo 7.5.1 dell'Allegato SIA.A02, data la tipologia di opera in oggetto, sono stati individuati i due ambiti nei quali ricercare le potenziali fonti di impatto sulla componente in esame: il clima acustico e la qualità dell'aria; in seguito all'analisi delle caratteristiche peculiari di questi due fattori sono state definite le attenzioni da porre nell'analisi delle interferenze (cfr. par. 7.5.2 dell'Allegato SIA.A02).

Nella presente Parte P4.3, relativa alla stima degli impatti in fase di esercizio per la componente in esame, sono state stimate le condizioni allo stato di progetto della popolazione residente in prossimità dell'area in esame, partendo dai risultati ottenuti dallo studio delle componenti "Atmosfera" e "Rumore" del presente SIA.

Al fine di definire le variazioni legate allo stato qualitativo dell'atmosfera è stata utilizzata la stessa metodologia applicata per la caratterizzazione dello stato attuale, che si basa sulla logica delle procedure standardizzate del *risk assessment* proposte dalla Agenzia Protezione Ambientale degli USA (US EPA).

In particolare questo processo comprende cinque fasi:

1. identificazione degli inquinanti in atmosfera legati all'infrastruttura aeroportuale;
2. stima della dispersione attraverso modelli diffusionali;
3. stima della "dose-risposta";
4. caratterizzazione del rischio;
5. verifica di accettabilità.

Si evidenzia che sono stati stimati due tipologie di rischio per via inalatoria:

- il rischio cancerogeno,
- il rischio tossicologico.

Si rimanda al par. 7.5.3.3 dell'Allegato SIA.A02 nel quale è illustrata la metodologia del Risk assessment.

---

<sup>17</sup> ed in particolare su quanto indicato dall'Allegato VI, così come modificato dal D.Lgs. 104/17

Per quanto concerne il clima acustico nell'ambito dello studio della salute umana, si fa riferimento a quanto ottenuto dall'analisi della componente "Rumore"; lo studio acustico ha infatti permesso di definire la popolazione interessata dalle emissioni acustiche prodotte dall'infrastruttura aeroportuale sia nello scenario attuale che in quello di progetto.

## 16.2 Qualità dell'aria

### 16.2.1 La stima e la verifica del rischio cancerogeno (RC)

Al fine di poter applicare la formula proposta dall'agenzia US EPA, per il calcolo del rischio cancerogeno nello scenario al 2030, si riportano nella Tabella 16-1 i valori della dose inalatoria  $DS_i$ , calcolati applicando la formula:

$$DS_i = \frac{C_{aria_i} \cdot EF \cdot ED}{AT \cdot 365} \quad (3)$$

Dove:

- $DS_i$  rappresenta la dose inalatoria riferita alla sostanza i-esima [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ];
- $C_{aria}$  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 e 40 anni per il rischio tossicologico.

	$DS_i$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]					
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>	<i>R6</i>
<i>Benzene</i>	4.3E-03	4.2E-03	5.9E-04	6.3E-03	2.2E-03	2.5E-03
<i>Formaldeide</i>	6.8E-02	5.3E-02	6.1E-03	4.6E-02	2.1E-02	3.1E-02
<i>Etilbenzene</i>	6.1E-04	5.0E-04	8.4E-05	8.0E-04	4.1E-04	4.2E-04
<i>Acetaldeide</i>	3.6E-02	2.8E-02	3.2E-03	2.3E-02	1.1E-02	1.6E-02
<i>Stirene</i>	4.1E-03	3.0E-03	3.4E-04	2.2E-03	1.3E-03	1.9E-03
<i>Naftalene</i>	8.9E-04	1.1E-03	1.4E-04	1.7E-03	3.3E-04	4.6E-04

Tabella 16-1 Valori della dose inalatoria  $DS_i$  degli inquinanti per il rischio cancerogeno – Scenario di progetto

Utilizzando i valori dei coefficienti  $IUR$  (*Inhalation Unit Risk*) (cfr. Tabella 16-2) è stato possibile calcolare i valori di rischio cancerogeno delle singole sostanze e verificarne l'eventuale superamento dei limiti imposti.

Si ricorda che la formula utilizzata per il calcolo del rischio cancerogeno è espressa come:

$$R_{C_i} = DS_i \cdot IUR_i \quad (1)$$



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 16-2 Valori del fattore Inhalation Unit Risk -  $IUR_i$   $[(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}]$

Di seguito i valori di rischio cancerogeno calcolati per ciascuna sostanza.

	$RC_i$						Valore di accettabilità
	$R1$	$R2$	$R3$	$R4$	$R5$	$R6$	
<i>Benzene</i>	3.6E-08	3.5E-08	4.9E-09	5.2E-08	1.8E-08	2.1E-08	1.0E-06
<i>Formaldeide</i>	4.1E-07	3.2E-07	3.7E-08	2.8E-07	1.3E-07	1.8E-07	1.0E-06
<i>Etilbenzene</i>	1.5E-09	1.2E-09	2.1E-10	2.0E-09	1.0E-09	1.1E-09	1.0E-06
<i>Acetaldeide</i>	7.9E-08	6.1E-08	7.0E-09	5.1E-08	2.5E-08	3.5E-08	1.0E-06
<i>Stirene</i>	1.9E-07	1.4E-07	1.6E-08	1.0E-07	6.1E-08	8.6E-08	1.0E-06
<i>Naftalene</i>	7.7E-08	9.7E-08	1.2E-08	1.5E-07	2.9E-08	4.0E-08	1.0E-06

Tabella 16-3 Rischio cancerogeno stimato per singoli inquinanti  $RC_i$  - Scenario di progetto

Anche nel caso dello scenario al 2030 risulta soddisfatta la verifica di accettabilità per le singole sostanze inquinanti.

Tale affermazione vale anche per il contributo cumulato ( $\sum_i RC_i$ ), così come si evince dalla tabella seguente.

Cod.	Ricettori		$\sum_i RC_i$	Valore di accettabilità
	Coordinate			
$R1$	45°40'31.42"N	9°41'28.08"E	7.9E-07	1.0E-05
$R2$	45°40'33.88"N	9°42'53.76"E	6.5E-07	1.0E-05
$R3$	45°41'24.86"N	9°38'40.85"E	7.7E-08	1.0E-05
$R4$	45°39'31.53"N	9°43'20.87"E	6.3E-07	1.0E-05
$R5$	45°40'21.22"N	9°39'44.28"E	2.6E-07	1.0E-05
$R6$	45°39'43.11"N	9°40'28.65"E	3.7E-07	1.0E-05

Tabella 16-4 Rischio cancerogeno totale stimato  $\sum_i RC_i$  - Scenario di progetto

### 16.2.2 La stima e la verifica del rischio tossicologico (RT)

La stessa metodologia applicata per la stima del rischio tossicologico nello scenario attuale è stata applicata per lo scenario di progetto; si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei risultati ottenuti applicando la formula (3) per la determinazione della dose inalatoria.

	$DS_i$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]					
	$R1$	$R2$	$R3$	$R4$	$R5$	$R6$
<i>Benzene</i>	7.5E-03	7.4E-03	1.0E-03	1.1E-02	3.8E-03	4.4E-03
<i>Formaldeide</i>	1.2E-01	9.3E-02	1.1E-02	8.1E-02	3.7E-02	5.3E-02
<i>Etilbenzene</i>	1.1E-03	8.7E-04	1.5E-04	1.4E-03	7.1E-04	7.4E-04
<i>Acetaldeide</i>	6.3E-02	4.9E-02	5.5E-03	4.0E-02	2.0E-02	2.8E-02
<i>Stirene</i>	7.2E-03	5.2E-03	6.0E-04	3.9E-03	2.3E-03	3.3E-03
<i>Naftalene</i>	1.6E-03	2.0E-03	2.4E-04	3.0E-03	5.8E-04	8.1E-04
<i>Toluene</i>	5.1E-03	3.7E-03	6.7E-04	6.0E-03	3.6E-03	3.6E-03
<i>m-xilene</i>	1.3E-02	8.7E-03	1.1E-03	6.2E-03	4.7E-03	6.1E-03
<i>o-xilene</i>	5.4E-03	3.7E-03	4.5E-04	2.8E-03	2.0E-03	2.6E-03
<i>p-xilene</i>	1.3E-02	8.7E-03	1.1E-03	6.2E-03	4.7E-03	6.1E-03

Tabella 16-5 Valori della dose inalatoria  $DS_i$  degli inquinanti per il rischio tossicologico – Scenario di progetto

Utilizzando i valori dei coefficienti  $RfC$  riportati nella tabella seguente, è stato possibile calcolare i valori di rischio tossicologico delle singole sostanze e verificarne il non superamento dei limiti imposti applicando la formula:

$$R_{T_i} = DS_i / RfC_i \quad (2)$$

<i>Sostanza</i>	$RfC$ [( $\text{mg}/\text{m}^3$ )]	<i>Fonte</i>	<i>Classificazione IARC</i>
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
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 16-6 Valori del fattore Reference Concentration -  $RfC_i$  [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]

Di seguito i valori di rischio tossicologico calcolati per ciascuna sostanza.

	$RT_i$						Valore di accettabilità
	$R1$	$R2$	$R3$	$R4$	$R5$	$R6$	
<i>Benzene</i>	9.4E-05	9.3E-05	1.3E-05	1.4E-04	4.7E-05	5.6E-05	1
<i>Formaldeide</i>	1.2E-02	9.5E-03	1.1E-03	8.2E-03	3.8E-03	5.4E-03	1
<i>Etilbenzene</i>	1.2E-04	9.7E-05	1.6E-05	1.6E-04	7.9E-05	8.2E-05	1
<i>Acetaldeide</i>	7.0E-03	5.4E-03	6.2E-04	4.5E-03	2.2E-03	3.1E-03	1
<i>Stirene</i>	7.2E-06	5.2E-06	6.0E-07	3.9E-06	2.3E-06	3.3E-06	1
<i>Naftalene</i>	5.2E-04	6.5E-04	8.1E-05	9.9E-04	1.9E-04	2.7E-04	1
<i>Toluene</i>	1.3E-05	9.3E-06	1.7E-06	1.5E-05	9.0E-06	9.1E-06	1

	$RT_i$						Valore di accettabilità
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
<i>m-xilene</i>	1.3E-04	8.7E-05	1.1E-05	6.2E-05	4.7E-05	6.1E-05	1
<i>o-xilene</i>	5.4E-04	3.7E-04	4.5E-05	2.8E-04	2.0E-04	2.6E-04	1
<i>p-xilene</i>	1.3E-04	8.7E-05	1.1E-05	6.2E-05	4.7E-05	6.1E-05	1

Tabella 16-7 Rischio tossicologico stimato per singoli inquinanti  $RT_i$  – Scenario di progetto

Anche nel caso dello scenario di progetto risulta soddisfatta la verifica di accettabilità per le singole sostanze inquinanti.

Di seguito è riportata la tabella relativa al rischio tossicologico dovuto al contributo cumulato per inalazione di ogni singola sostanza ( $\sum_i RT_i$ ).

Cod.	Ricettori		$\sum_i RT_i$	Valore di accettabilità
	Coordinate			
R1	45°40'31.42"N	9°41'28.08"E	0.0198	1
R2	45°40'33.88"N	9°42'53.76"E	0.0158	1
R3	45°41'24.86"N	9°38'40.85"E	0.0018	1
R4	45°39'31.53"N	9°43'20.87"E	0.0140	1
R5	45°40'21.22"N	9°39'44.28"E	0.0063	1
R6	45°39'43.11"N	9°40'28.65"E	0.0090	1

Tabella 16-8 Rischio tossicologico totale stimato  $\sum_i RT_i$  – Scenario di progetto

Dalle due tabelle si evince che, anche per lo scenario al 2030, per nessun ricettore è stato superato il valore di tollerabilità relativo al rischio tossicologico.

### 16.2.3 Verifica livelli stabiliti dalla Normativa

Come per lo stato attuale, anche per quello futuro al 2030 si riportano i valori ottenuti dalle simulazioni per le sostanze per cui esistono già limiti dettati dalla normativa nazionale, al fine di verificarne il loro eventuale superamento.

Si ricorda che la stima della percentuale del contributo rispetto alla qualità dell'aria della sola componente aeroportuale, è stata condotta esclusivamente per gli inquinanti NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, poiché per questi è stato possibile ottenere informazioni dalla centralina di riferimento (cfr. Parte 2 "Lo stato attuale: l'ambiente e l'opera" nell'ambito del capitolo relativo alla presente componente). Per il Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>), si è condotto un confronto diretto con i limiti definiti in normativa. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei valori ottenuti per le sostanze in esame.

Sostanza	Intervalli di mediazione temporale	Ricettori					
		R1	R2	R3	R4	R5	R6
NO <sub>2</sub>	Media annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	4,06	3,65	0,45	4,24	1,17	1,87
	% contributo su qualità dell'aria del territorio	12,45%	11,20%	1,38%	13,01%	3,59%	5,74%

Sostanza	Intervalli di mediazione temporale	Ricettori					
		R1	R2	R3	R4	R5	R6
PM <sub>10</sub>	Media annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,28	0,19	0,03	0,13	0,12	0,14
	% contributo su qualità dell'aria del territorio	0,85%	0,58%	0,09%	0,40%	0,37%	0,43%
PM <sub>2.5</sub>	Media annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,27	0,18	0,02	0,12	0,09	0,12
	% contributo su qualità dell'aria del territorio	1,05%	0,70%	0,08%	0,47%	0,35%	0,47%
SO <sub>2</sub>	Massimi orari [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	33,00	16,32	39,40	46,33	75,66	48,37
	% sul limite normativo	9,43%	4,66%	11,26%	13,24%	21,62%	13,82%
	Max giornalieri [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	4,41	2,39	2,55	2,85	5,45	3,79
	% sul limite normativo	3,53%	1,91%	2,04%	2,28%	4,36%	3,03%

Tabella 16-9 Valori concentrazioni stimate – Scenario di progetto

Allo scenario di progetto (2030), relativamente al Biossido di Azoto, il contributo aeroportuale maggiore si registra in prossimità del ricettore R4 con un valore che arriva a circa il 13%.

In analogia a quanto visto per la media annua degli NO<sub>2</sub>, per il PM<sub>10</sub> il contributo aeroportuale allo scenario di progetto risulta essere meno significativo per tutti i ricettori, con il valore massimo registrato in prossimità di R1, pari a circa l'0,8%. Anche relativamente al PM<sub>2.5</sub> i valori risultano essere notevolmente bassi.

Dall'analisi dei risultati per l'SO<sub>2</sub> emerge come nessuno dei ricettori superi il valore limite normativo, e che per i valori orari risulta essere pari a 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valore massimo registrato risulta essere pari circa al 20% del limite.

Sono stati in ultimo considerati i valori massimi giornalieri di SO<sub>2</sub> per ogni ricettore, il cui limite normativo è pari a 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Anche in questo caso, si può affermare che il massimo valore ottenuto rappresenti una bassa percentuale del limite normativo pari al 4,4%.

Così come ottenuto dalle simulazioni per lo scenario attuale, dalla precedente tabella si evince che per nessuno dei suddetti inquinanti sono presenti superamenti dei limiti stabiliti dalla normativa. Si può quindi ragionevolmente affermare che nello scenario al 2030 non vi siano aspetti di criticità relativi ai possibili effetti legati all'eventuali emissioni atmosferiche generate dall'infrastruttura aeroportuale.

Al fine di fornire un quadro completo delle informazioni sull'Atmosfera relativamente a quanto concerne la Salute umana, di seguito si riportano gli stralci delle mappe inerenti le isoconcentrazioni delle sostanze inquinanti di cui è stato verificato il rispetto dei limiti normativi.

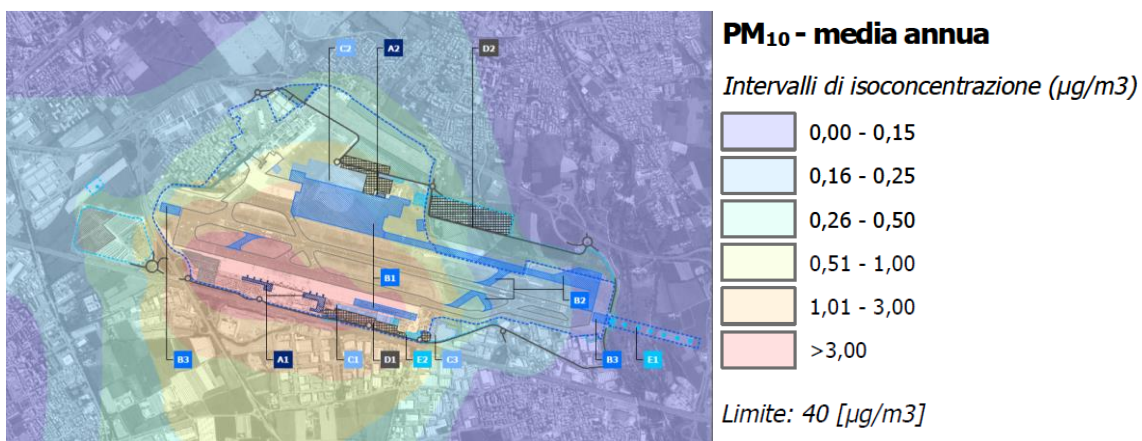


Figura 16-1 Mappa isoconcentrazioni PM<sub>10</sub> (Stralcio tav. SIA.T15 - Scenario di progetto)

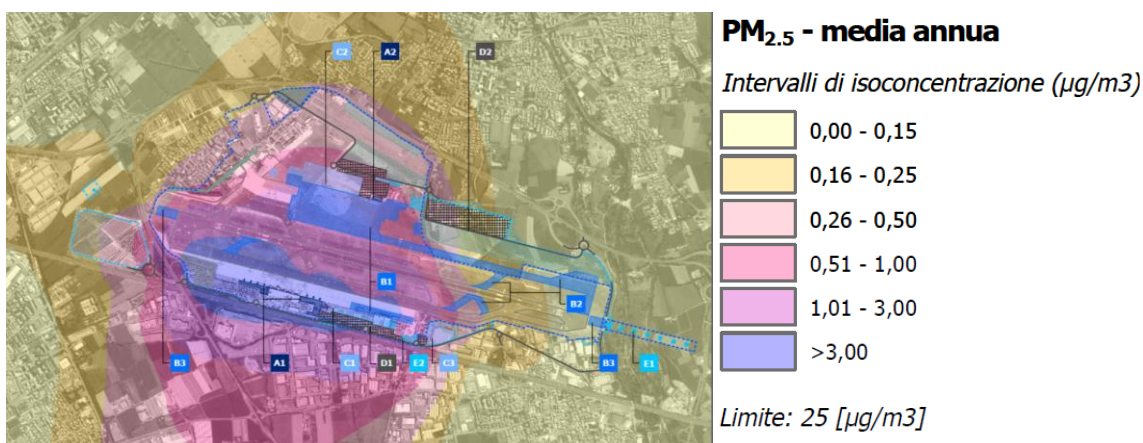


Figura 16-2 Mappa isoconcentrazioni PM<sub>2.5</sub> (Stralcio tav. SIA.T15 - Scenario di progetto)

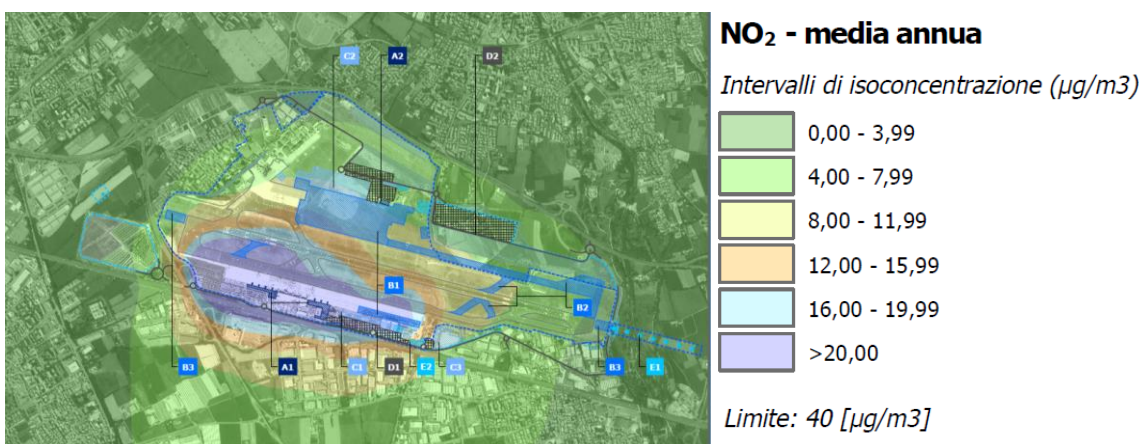


Figura 16-3 Mappa isoconcentrazioni NO<sub>2</sub> (Stralcio tav. SIA.T15 - Scenario di progetto)

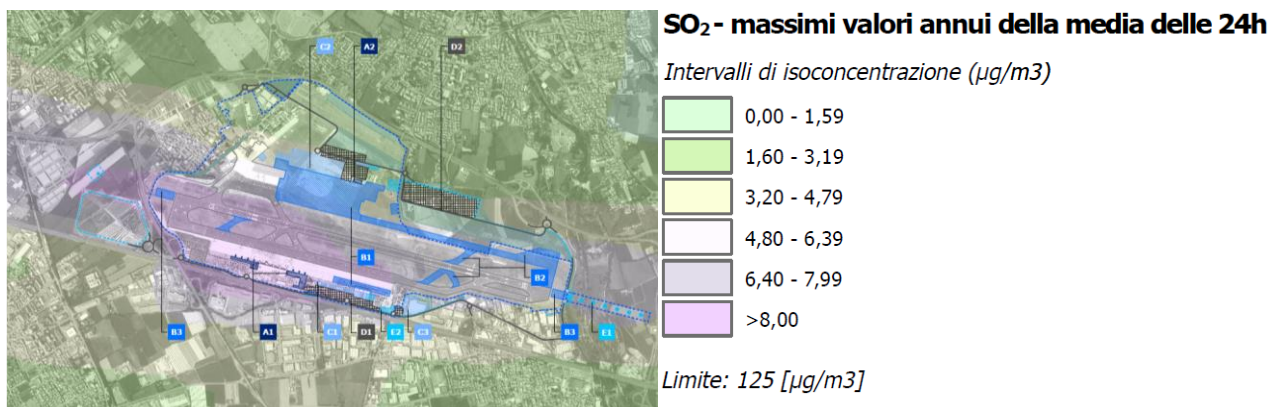


Figura 16-4 Mappa isoconcentrazioni SO<sub>2</sub> (Stralcio tav. SIA.T15 - Scenario di progetto)

Per approfondimenti si rimanda al capitolo sulla componente Aria e clima.

### 16.3 Clima acustico

In analogia ai risultati ottenuti per lo stato attuale, anche per gli scenari futuri le simulazioni effettuate nell'ambito della componente Rumore hanno fornito come risultato le tre curve di isolivello acustico LVA dei 60, 65 e 75 dB(A); di seguito si riportano le immagini relative agli stralci delle tavole "Rumore aeronautico: isolivello LVA allo scenario 2020" (Cod. SIA.T30), "Rumore aeronautico: isolivello LVA allo scenario 2025" (Cod. SIA.T31) e "Rumore aeronautico: isolivello LVA allo scenario 2030" (Cod. SIA.T32) nelle quali sono indicate le mappature acustiche rispetto alle suddette curve per gli scenari 2020, 2025 e 2030.

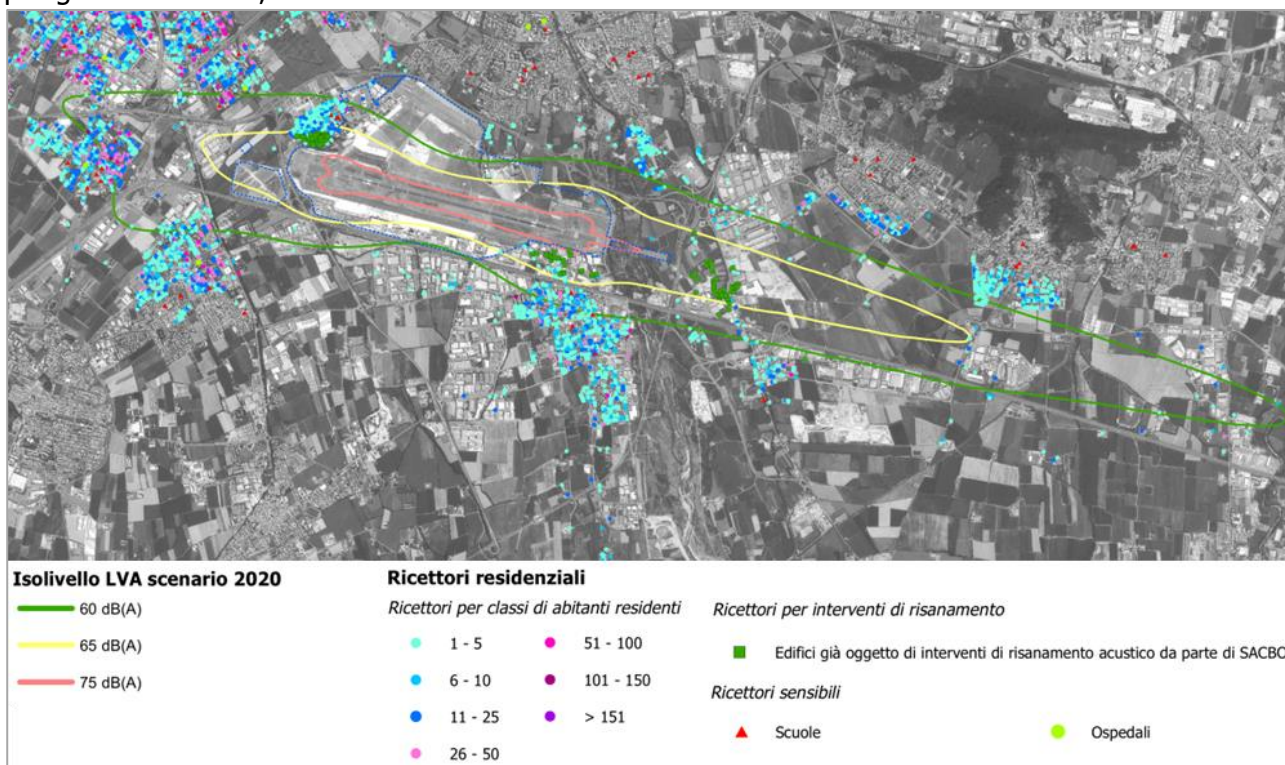


Figura 16-5 Isolivello LVA rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C allo scenario 2020 (stralcio tavola SIA.T30)

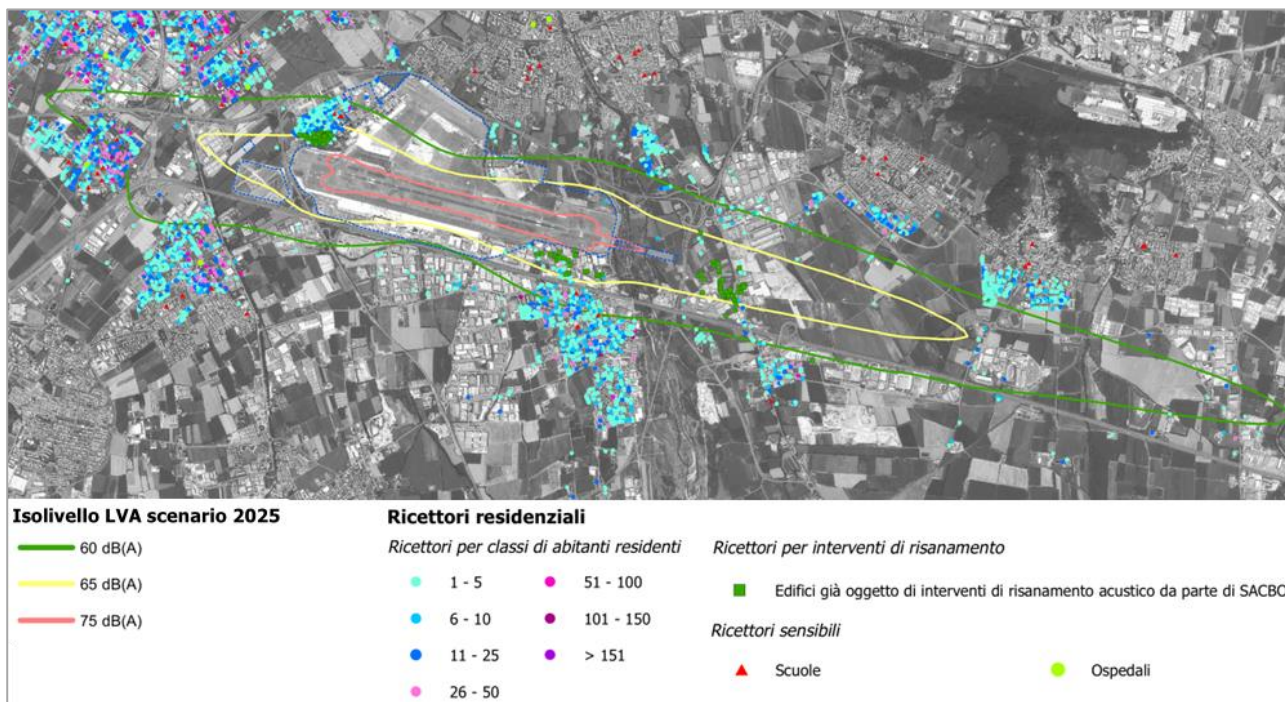


Figura 16-6 Isolivello LVA rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C allo scenario 2025 (stralcio tavola SIA.T31)

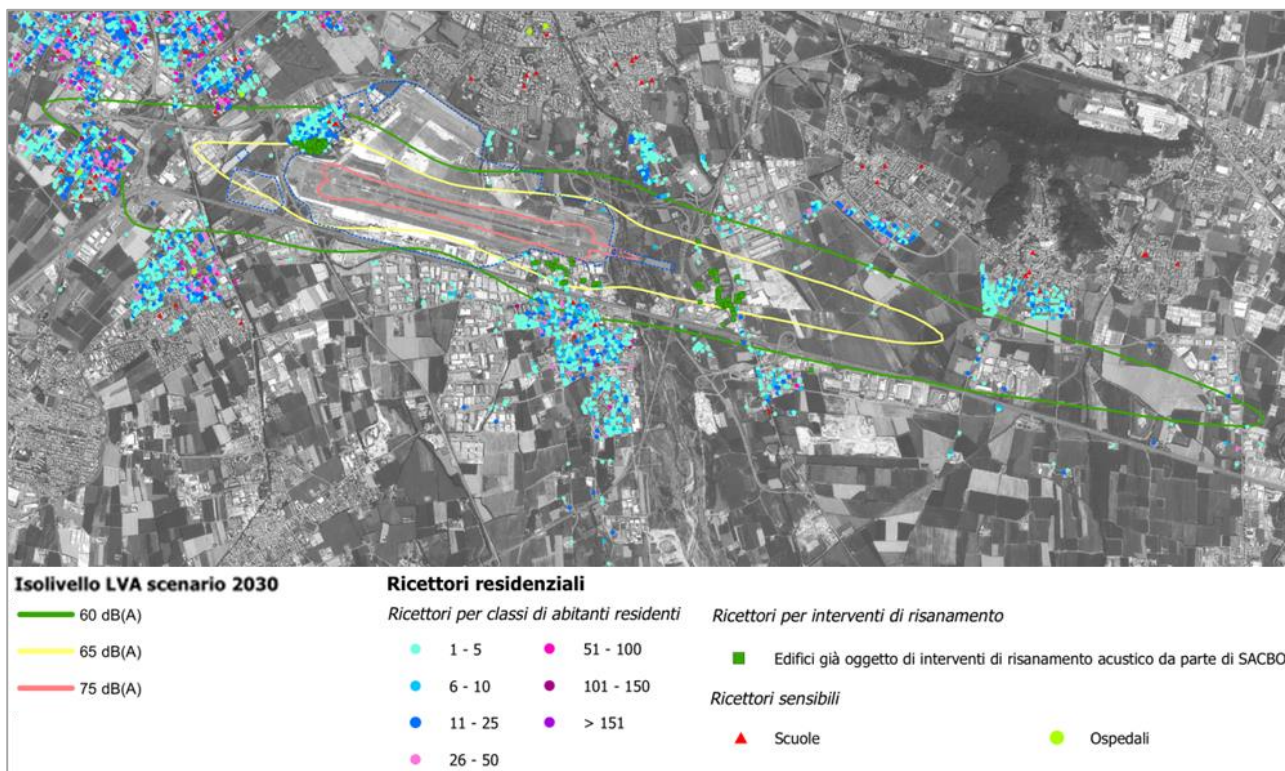


Figura 16-7 Isolivello LVA rappresentative delle aree di rispetto Zona A, B e C allo scenario 2030 (stralcio tavola SIA.T32)

Nella tabella seguente si riporta l'estensione totale delle aree comprese tra le suddette curve, considerando anche la porzione di territorio ricadente all'interno del sedime aeroportuale, e il numero di abitanti in esse ricadenti.

	<b>Isofoniche LVA</b>								
	<i>60 ≤ LVA &lt; 65 dB(A)</i>			<i>65 ≤ LVA &lt; 75 dB(A)</i>			<i>LVA ≥ 75 dB(A)</i>		
	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
<b>Superficie [km<sup>2</sup>]</b>	8,27	8,08	7,52	4,16	4,04	3,66	,75	0,71	0,66
<b>Abitanti [n]</b>	6.150	5.350	4.950	400	300	250	0	0	0

Tabella 16-10 Estensione delle isolivello LVA rappresentative dell'intorno aeroportuale relative allo scenario 2020, 2025 e 2030

Si evidenzia che per il calcolo della popolazione residente coinvolta dal rumore aeroportuale nei diversi orizzonti temporali si è fatto riferimento ai dati di censimento comunali aggiornati considerando sia le ulteriori azioni di mitigazione e risanamento che la Società di gestione SACBO ha messo in atto successivamente al 2015, e quindi previste già realizzate al 2020, sia la delocalizzazione della popolazione nelle aree oggetto di esproprio necessarie alla realizzazione delle opere previste dal Piano di sviluppo.



## 17 UTILIZZI E RESIDUI

### 17.1 Inquadramento tematico

Rimandando alle matrici di correlazione riportate nell'allegato SIA.A02, i potenziali impatti ambientali in termini di utilizzo di risorse e produzione di residui generati dall'esercizio dell'infrastruttura aeroportuale possono essere riconnessi ai seguenti fattori:

- Soddisfacimento dei fabbisogni energetici delle utenze energetiche (AO.04), ossia determinati dal funzionamento degli impianti di climatizzazione ed illuminazione, nonché dal complesso degli impianti presenti in aeroporto
- Soddisfacimento dei fabbisogni idrici derivanti dalle utenze aeroportuali (AO.05), essenzialmente rappresentate dagli impianti idro-sanitari presenti in aeroporto
- Inquinamento ordinario delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici delle infrastrutture di volo e di quelle viarie, dovuto al rilascio di liquidi inquinanti e di residui delle parti di consumo connesso al transito degli aeromobili (AO.01) ed a quello dei veicoli (AO.08)
- Produzione di sostanze inquinanti contenute nelle acque reflue delle attività di de-icing (AO.03)
- Produzione di acque reflue domestiche derivanti dalle utenze idriche (AO.07), ossia dal funzionamento degli impianti idro-sanitari e dalla pulizia dei servizi igienici degli aeromobili ("bottini di bordo")
- Produzione di rifiuti derivanti dalle utenze pulizie aeroportuali (AO.06), ossia dalle attività di pulizia dell'aerostazione, dei diversi spazi aeroportuali, nonché degli aeromobili

Rispetto al quadro dei fattori causali sopra indicati ed alle connesse tipologie di impatto affrontate nei paragrafi seguenti, l'inquinamento dovuto a sversamento accidentale di sostanze pericolose può essere considerato come tema per alcuni versi correlato a quelli in esame.

Se, da un lato, la produzione di dette sostanze, essendo connessa al verificarsi di eventi accidentali e, in quanto tali, straordinari, non rientra nell'ordinario processo di funzionamento di un'infrastruttura aeroportuale e pertanto non è inquadrabile all'interno della logica del parametro di analisi ambientale "Utilizzi e Residui", dall'altro detta circostanza è pur sempre connessa alle operazioni di volo degli aeromobili, come ad esempio nel caso di rifornimento di carburante.

Ciò premesso, si evidenzia che al preciso fine di evitare il prodursi di impatti sulle caratteristiche qualitative delle acque e del suolo dovuti a sversamenti accidentali, SACBO SpA si è dotata di un Sistema di Gestione Ambientale all'interno del quale, nell'ambito della Procedura ambientale PA-05 "Ciclo dell'Acqua Suolo e sottosuolo", è previsto un protocollo d'azione da porre in essere in caso di detti sversamenti.

In ultimo si ricorda che il tema della produzione di emissioni è stato affrontato nell'ambito dei capitoli dedicati ad Aria e Clima (cfr. par. cap. 10), per quanto concerne le emissioni inquinanti e quelle climalteranti, ed al Rumore (cfr. cap. 15), relativamente alle emissioni acustiche.

## 17.2 Consumo risorse energetiche

Come anticipato, il quadro dei fabbisogni energetici relativi ad un'infrastruttura aeroportuale è composto da energia elettrica, energia termica ed energia frigorifera.

Al fine di comprendere in quali termini il soddisfacimento di dette tre tipologie di fabbisogni ed il conseguente consumo di risorse energetiche possa configurarsi come un impatto ambientale rilevante, l'ambito tematico in tal senso assunto è stato identificato nel rapporto tra il modello gestionale e la dotazione impiantistica di progetto, da un lato, e gli obiettivi assunti da Regione Lombardia nell'Atto di indirizzi<sup>18</sup> che, ai sensi di quanto disposto dall'articolo 30 della LR 26/2003, costituisce lo strumento attraverso il quale sono individuati gli obiettivi della programmazione energetica regionale, raggiunti attraverso il Piano energetico ambientale regionale (PEAR)<sup>19</sup>.

Entrando brevemente nel merito dei contenuti dell'Atto di indirizzi, detto atto individua i seguenti macro-obiettivi strategici:

- «Governo delle infrastrutture e dei sistemi per la grande produzione di energia»
- «Governo del sistema di generazione diffusa di energia, con particolare riferimento alla diffusione delle fonti energetiche rinnovabili»
- «Valorizzazione dei potenziali di risparmio energetico nei settori d'uso finale», con riferimento al quale l'Atto di indirizzo afferma che «il risparmio energetico attraverso l'efficientamento avrà funzione di driver nella nuova programmazione energetica»
- «Miglioramento dell'efficienza energetica di processi e prodotti», al cui fine, secondo quanto indicato dall'atto in questione, «particolare attenzione verrà posta alle opportunità di recupero del calore di processo industriale per la produzione di energia elettrica e termica per altri usi (caldo e/o freddo)»
- Qualificazione e promozione della "supply chain" lombarda per la sostenibilità energetica, ovvero delle filiere industriali che possono dare sostanza alla "green economy", anche in chiave di internazionalizzazione.

In armonia con tali obiettivi e segnatamente con quello concernente l'efficienza energetica, il PSA2030 opera la scelta fondamentale di installare una centrale di trigenerazione, che consentirà di produrre energia elettrica e, contemporaneamente, di recuperare il calore prodotto dal motore per utilizzarlo come sorgente di riscaldamento degli ambienti nel periodo invernale, e tramite un gruppo ad assorbimento, per il raffrescamento nel periodo estivo, nonché di prevedere un collegamento tra detta centrale ed il terminal passeggeri attraverso un nuovo tratto di cunicolo tecnologico,

<sup>18</sup> L'Atto di indirizzi è stato approvato con DCR 0532 del 24 luglio 2012

<sup>19</sup> Il PEAR è stato approvato con DGR 3706 del 12 giugno 2015 e successivamente modificato con DGR 3905 del 24 luglio 2015

configurando con ciò un sistema di teleriscaldamento e teleraffrescamento che permetterà di coprire i fabbisogni di energia termica e frigorifera del quadrante aeroportuale Sud.

Sempre nell'ottica dell'efficientamento energetico, il PSA2030 prevede che nelle zone soggette agli interventi di ampliamento o di riqualifica sarà adeguato l'attuale impianto di illuminazione, adottando soluzioni tecnologiche che migliorino l'efficienza energetica e nel contempo siano economicamente sostenibili sia in fase di installazione che di gestione grazie ad elevate caratteristiche di affidabilità e durabilità degli elementi. In tal senso, sia lato landside che in quello airside, saranno impiegate lampade a LED dotate di regolatore elettronico della potenza assorbita, così da contenere i consumi energetici garantendo allo stesso tempo il rispetto dei parametri normativi.

Per quanto concerne in ultimo il tema della riduzione del consumo energetico da fonti fossili, nell'ambito del PSA2030 è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico che, adottando moduli fotovoltaici da 250 Wp di potenza nominale e con un rendimento pari ad almeno il 15% in media, sarà in grado di fornire 1.800 MWh/anno.

In considerazione di quanto sin qui esposto è possibile affermare che il modello di gestione dei fabbisogni elettrici sviluppato dal PSA2030 risulta coerente con gli obiettivi indicati dall'Atto di indirizzo che Regione Lombardia ha posto alla base del PEAR e che, gli effetti prodotti dalle utenze energetiche aeroportuali non si configurano come impatti ambientali rilevanti.

### **17.3 Consumo risorse idriche**

Relativamente al tema dei consumi di risorse idriche, dovuti essenzialmente al funzionamento degli impianti idro-sanitari delle diverse utenze aeroportuali, gli aspetti utili a descrivere il fenomeno sono rappresentati dal modello di gestione e dall'entità dei fabbisogni attesi.

Relativamente al primo aspetto, il PSA2030 conferma l'attuale modello di soddisfacimento dei fabbisogni idrici, basato sull'approvvigionamento dalla rete acquedottistica di UniAcque idrico SpA. Per quanto concerne i fabbisogni attesi, la stima è stata condotta a partire dai dati di consumo relativi alle ultime annualità e individuando i consumi medi per passeggero ed addetti. Sulla base di tali dati e considerando l'incremento atteso per passeggeri ed addetti, si è giunto ad una stima del fabbisogno al 2030 pari a circa 190.000 m<sup>3</sup>/anno, con un incremento rispetto all'attualità pari a circa il 38% (Consumo totale al 2015 pari a circa 135.000 m<sup>3</sup>/anno).

### **17.4 Smaltimento acque e reflui**

Come documentato nelle matrici di correlazione riportate nell'allegato SIA.A02, l'analisi ambientale dell'intervento in esame secondo la dimensione operativa evidenzia la produzione delle seguenti tipologie di acque e reflui:

- Acque meteoriche di dilavamento delle pavimentazioni delle infrastrutture di volo e viarie, le quali possono veicolare sostanze inquinanti in ragione del rilascio di liquidi dalle parti meccaniche, quali ad esempio olii, e/o di residui delle parti di consumo, come pneumatici
- Acque reflue prodotte dalle attività di de-icing
- Acque reflue domestiche prodotte dagli scarichi idro-sanitari delle utenze aeroportuali e dallo svuotamento dei servizi igienici degli aeromobili ("bottini di bordo")

#### Acque meteoriche di dilavamento

Gli effetti determinati dall'incremento delle superfici pavimentate aeroportuali, conseguente alle opere contenute nel PSA2030, si sostanziano nello smaltimento delle acque di dilavamento di dette superfici, ossia di loro gestione sia in termini quantitativi, in relazione all'incremento della portata di pioggia, che qualitativi, con riferimento agli inquinanti liquidi e solidi potenzialmente veicolati da dette acque in ragione del rilascio ordinario dovuto al transito degli aeromobili e dei veicoli.

In merito agli aspetti quantitativi, nell'ambito dell'elaborazione del PSA2030, è stata stimata la portata di pioggia che potrebbe generarsi all'interno dell'area aeroportuale in seguito alla realizzazione degli interventi previsti.

Per effettuare tale calcolo è stato considerato un tempo di ritorno di 50 anni, assumendo diversi coefficienti di deflusso che tengano conto della permeabilità riportati di seguito:

- coperture, piazzali, piste, superfici impermeabili = 0,90,
- parcheggi con superfici drenanti, aree semipermeabili = 0,50,
- fasce di compensazione, aree verdi = 0,25.

Muovendo dalla stima delle portate di pioggia per ciascuna area di progetto, il PSA2030 ha operato una generale revisione e riconfigurazione dell'attuale modello gestionale, che, considerando la tipologia di superficie scolante, ha affrontato non solo gli aspetti quantitativi, quanto anche quelli qualitativi.

Nello specifico, all'attualità le acque meteoriche raccolte all'interno del sedime aeroportuale vengono gestite secondo le seguenti quattro diverse modalità (cfr. Tabella 17-1).

Categoria gestionale	Tipologia gestionale	
	Cod.	Specifica
Senza trattamento (ST)	0	• Dispersione superficiale
	1	• Dispersione in sottosuolo senza trattamento con pozzi perdenti
Con trattamento (CT)	A	• Separazione 1 e 2 pioggia • Trattamento disoleazione 1 pioggia • Dispersione in sottosuolo 1 e 2 pioggia con pozzi perdenti
	B	• Separazione 1 e 2 pioggia

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattamento disoleazione 1 pioggia</li> <li>• Recapito in fognatura 1 pioggia</li> <li>• Dispersione in sottosuolo 2 pioggia con pozzi perdenti</li> </ul>
--	---

Tabella 17-1 Modalità gestionali dell'aeroporto allo stato attuale: gestione acque meteoriche – categorie e tipologie di trattamento

Dette modalità sono adottate nei vari sottosistemi aeroportuali secondo il quadro di sintesi riportato in Tabella 17-2, nella quale per ciascuna area individuata viene specificato l'impianto di trattamento.

Macroarea	Superficie di dilavamento	Modalità				Impianto
		0	1	A	B	
Pista, rullaggio, raccordi	Pista di volo e taxiway	•				-
	Raccordi "EA" e "EB"			•		D18
Piazzali aeromobili	Piazzali Sud (stand 101-204)			•		D25; D24; D2; D4
	Piazzali Sud (stand 205-311)		•			-
	Piazzali Sud (stand 401-409)				•	D9
	Piazzali Nord			•		D12; D14; D15
Piazzali mezzi rampa	Area sud-est				•	D11
Piazzole de-icing <sup>20</sup>	ICE 1				•	D9
	ICE 2			•		D25
Area servizi aeroportuali	Area carburanti				•	D9
	Centro raccolta rifiuti			•		D10
	Area zona DHL		•			-
	Area capannoni merci		•			-
Aree parcheggi passeggeri	Parcheggio P1			•		D26; D5; D6
	Parcheggio P2			•		D24; D25; D1; D3
	Parcheggio P3			•		D19; D20; D21; D22; D23
	Terminal bus			•		D26
Aree parcheggi operatori	Parcheggio operatori A			•		-
	Parcheggio DHL			•		-
	Parcheggio operatori F		•			-

Tabella 17-2 Modalità gestionali dell'aeroporto allo stato attuale: gestione acque meteoriche per specifica area aeroportuale

Secondo la configurazione finale dell'infrastruttura aeroportuale al 2030, il quadro delle categorie e tipologie di trattamento risulta il seguente (cfr. Tabella 17-3).

<sup>20</sup> La modalità di trattamento si riferisce alle condizioni di non operatività della piazzola de-icing. In condizioni di operazioni di de-icing sugli aeromobili in partenza si prevede il recapito dei liquidi di lavaggio in vasche di raccolta, svuotate periodicamente, e loro conferimento ad impianto di smaltimento rifiuti esterno all'aeroporto.

Categoria gestionale	Tipologia gestionale	
	Cod.	Specifica
Senza trattamento (ST)	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersione superficiale</li> </ul>
Con trattamento (CT)	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separazione delle acque di prima e seconda pioggia</li> <li>• Trattamento disoleazione delle acque di prima pioggia</li> <li>• Dispersione in sottosuolo delle acque di prima e seconda pioggia con pozzi perdenti</li> </ul>
	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separazione delle acque di prima e seconda pioggia</li> <li>• Trattamento disoleazione delle acque di prima pioggia</li> <li>• Recapito in fognatura delle acque di prima pioggia</li> <li>• Dispersione in sottosuolo delle acque di seconda pioggia con pozzi perdenti</li> </ul>
	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separazione delle acque di prima e seconda pioggia</li> <li>• Trattamento disoleazione delle acque di prima pioggia</li> <li>• Recapito in corpo idrico superficiale delle acque di prima pioggia</li> <li>• Dispersione in sottosuolo delle acque di seconda pioggia con pozzi perdenti</li> </ul>
	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattamento</li> <li>• Recapito in fognatura delle acque di prima e seconda pioggia</li> </ul>

Tabella 17-3 Modalità gestionali dell'aeroporto all'orizzonte 2030: gestione acque meteoriche – categorie e tipologie di trattamento

Nella tabella seguente, per ciascuna macroarea, sono riportate le tipologie gestionali previste e la relativa dotazione impiantistica.

Macroarea	Superficie di dilavamento	Modalità					Impianto
		0	A	B	C	D	
Pista, rullaggio, raccordi	Pista di volo e taxiway	•					-
	Raccordi "EA" e "EB"		•				D18
Piazzali aeromobili	Piazzali Sud (stand 101-204)		•				D25; D24; D2; D4
	Piazzali Sud (stand 205-311)		•				DP.1
	Piazzali Sud (stand 401-409)			•			D9
	Piazzali Nord		•				D12; D14; D15; DP.2
Piazzali mezzi rampa	Area sud-est			•			D11
	Area nord		•				DP.2
	ICE 1			•			D9
	ICE 2		•				D25

Macroarea	Superficie di dilavamento	Modalità					Impianto
		0	A	B	C	D	
Piazzole de-icing <sup>21</sup>	ICE 3				●		DP.3
Area servizi aeroportuali	Area carburanti sud			●			D9
	Area carburanti nord			●			
	Centro raccolta rifiuti		●			●	D10
Aree parcheggi passeggeri	Parcheggio P1		●				D26; D5; D6
	Parcheggio P2		●				D24; D25; D1; D3
	Parcheggio P3		●				D19; D20; D21; D22; D23
	Parcheggio P4		●				D7; D13; DP.7
	Parcheggio P5				●		DP.5; DP.6
	Parcheggio operatori nord		●				DP.8
	Terminal bus		●				D26
Aree parcheggi operatori	Parcheggio operatori A		●				-
	Parcheggio DHL		●				-
	Parcheggio operatori F						-

Tabella 17-4 Modalità gestionali dell'aeroporto all'orizzonte 2030: gestione acque meteoriche per specifica area aeroportuale

Di seguito si riporta l'immagine relativa all'ubicazione degli impianti di disoleazione e dei pozzi perdenti previsti nel sistema di gestione delle acque meteoriche.

<sup>21</sup> La modalità di trattamento si riferisce alle condizioni di non operatività della piazzola de-icing. In condizioni di operazioni di de-icing sugli aeromobili in partenza si prevede il recapito dei liquidi di lavaggio in vasche di raccolta, svuotate periodicamente, e loro conferimento ad impianto di smaltimento rifiuti esterno all'aeroporto.

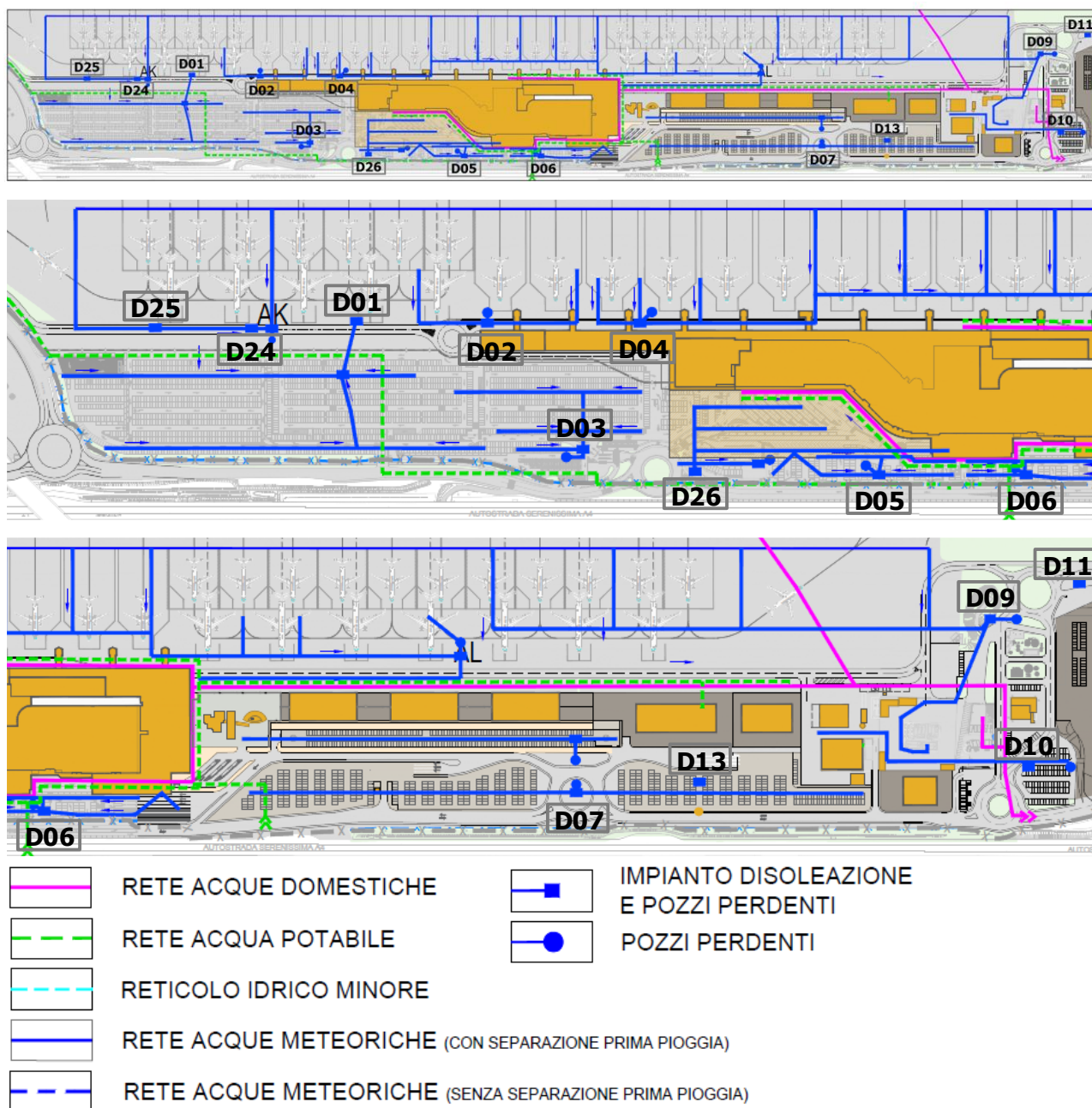


Figura 17-1 Impianto raccolta acque meteoriche stato futuro

In buona sostanza, come si evince dalla tabella precedente, le acque di dilavamento di pressoché tutte le aree di piazzale aeromobili e di quelle destinate al parcheggio dei veicoli dei passeggeri ed addetti aeroportuali, nonché dell'area Nord dei piazzali mezzi rampa e della piazzola di de-icing ICE 2, ossia della maggior parte delle superfici scolanti, saranno gestite secondo la tipologia "A" che - come detto - prevede, dopo la separazione delle acque di prima e seconda pioggia ed il trattamento di quelle di prima pioggia, il loro smaltimento mediante dispersione in sottosuolo con pozzi perdenti. Il recapito in fognatura delle sole acque di prima pioggia, sempre a seguito della preventiva separazione delle acque e del trattamento di quelle di prima pioggia, è previsto unicamente per le



acque di dilavamento del piazzale aeromobili Sud (piazzole 401-409), dell'area Sud-Est dei piazzali mezzi rampa e della piazzola di de-icing ICE 1, nonché delle aree carburanti e del centro di raccolta rifiuti<sup>22</sup>.

In conclusione, risulta possibile affermare che le modalità di gestione sopra descritte sono tali da poter prevenire che lo smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate aeroportuali possa comportare impatti sulle caratteristiche qualitative delle acque e del suolo, garantendo al contempo la continuità dei naturali processi di infiltrazione nel sottosuolo delle acque piovane.

#### Acque reflue prodotte dalle attività di de-icing

Come noto, con il termine de-icing si intende la procedura volta a rimuovere ghiaccio, neve, brina o pioggia mista a neve dalle principali superfici dell'aeromobile, alla quale generalmente segue quella di anti-icing, finalizzata a prevenirne la formazione fino al momento del decollo.

Il procedimento più usato nel de-icing è quello che prevede acqua calda (ad una temperatura non inferiore ai 60 °C) o una miscela di acqua calda e fluido decongelante che, spruzzata ad alta pressione sul velivolo, scioglie le formazioni di ghiaccio e gli accumuli di neve presenti sull'aeromobile; le percentuali di concentrazione fluido/acqua ed il tipo di fluido usato dipendono dalla temperatura esterna.

In merito ai fluidi, questi sono suddivisi in quattro tipi, a seconda delle loro proprietà di viscosità e, conseguentemente, all'efficacia fornita rispetto al riformarsi del ghiaccio, e sono composti a base di Glicole etilenico.

Nel caso dell'aeroporto di Bergamo Orio al Serio, sia allo stato attuale che per quanto riguarda lo scenario di progetto, le piazzole adibite allo svolgimento della procedura di de-icing sono dotate di vasche di raccolta dove il glicole raccolto è smaltito come rifiuto.

Al fine di verificare l'efficacia di detti presidi, SACBO SpA, nell'ambito dell'analisi dello stato qualitativo delle acque sotterranee, ha svolto un'indagine mirata alla verifica della presenza e della diffusione del Glicole Etilenico nelle acque di falda presenti nell'intorno aeroportuale.

Nello specifico, al fine di verificare l'eventuale presenza di detta sostanza nelle acque, è stata definita una rete di punti di campionamento così composta (cfr. Figura 17-2):

- pozzi collocati a valle idrogeologica rispetto alla sede aeroportuale (Pozzi Tifil, 3M e Allegrini);
- pozzo a monte come riferimento del fondo naturale (Pozzo Felli).

<sup>22</sup> Nel caso del centro raccolta rifiuti, il recapito in fognatura è previsto per la totalità delle acque.



Figura 17-2 Ubicazione punti campionamento

Di seguito la tabella identificativa dei quattro pozzi oggetto di indagine.

Nome	Ubicazione		Coordinate	
			X	Y
Pozzo 3M	Grassobbio	Via Gavazzi, 25	1555286.88099	5055898.22445
Pozzo Tifil	Grassobbio	Via Matteotti, 47	1556505.65899	5056700.21427
Pozzo Felli	Seriate	Via Decò e Canetta	1556437.21732	5058952.56755
Pozzo Allegrini	Grassobbio	Via Salvo d'Acquisto	1555693.07685	5056670.83412

Tabella 17-5 Pozzi per il campionamento del Glicole etilenico

Per valutare l'eventuale variazione di concentrazione nell'alternarsi delle stagioni, sono stati predisposti 3 cicli di monitoraggio di cui uno nel periodo tardo autunnale, uno nel periodo invernale e uno nel periodo tardo primaverile.

Si evidenzia che come protocollo analitico, oltre al Glicole etilenico, sono stati ricercati alcuni parametri caratteristici delle acque per verificare che l'emungimento dei pozzi individuati interessi la stessa falda e non vi siano comunicazioni con acquiferi differenti.

Di seguito si riportano i parametri ricercati:

- Temperatura,
- Ph,
- Conducibilità,
- Glicole,

- Ammoniaca,
- Nitriti,
- Nitrati,
- TOC.

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti dalle indagini.

Parametro	Novembre 07				Febbraio 08				Settembre 08			
	Pozzo Allegrini	Pozzo 3M	Pozzo Tifil	Pozzo Felli	Pozzo Allegrini	Pozzo 3M	Pozzo Tifil	Pozzo Felli	Pozzo Allegrini	Pozzo 3M	Pozzo Tifil	Pozzo Felli
Ammoniaca (come NH <sub>4</sub> ) [mg/L]	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<1	<1	<1	<1
Conducibilità [ $\mu$ S/cm]	475	562	509	384	483	501	508	418	441	423	475	297
Glicole etilenico [mg/L]	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nitrati [mg/L]	13.4	11.9	14.6	4	12.9	13.8	14.4	1.1	15.3	13.7	15.8	<0.5
Nitriti [mg/L]	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
pH [unità pH]	7.54	7.04	7.51	7.37	7.5	7.38	7.72	8.01	7.3	7.3	7.49	7.59
Temperatura [°C]	14	15.8	13.3	15	13.7	12.3	12.5	14.1				
TOC [mg/L]									0.7	0.7	0.9	1.7

Tabella 17-6 Risultati indagini

I risultati delle analisi per i pozzi di valle (Tifil, 3M e Allegrini) mostrano valori di conducibilità e pH comparabili, a verifica che l'emungimento riguarda lo stesso acquifero, mentre il pozzo Felli presenta dati differenti probabilmente perché maggiormente influenzato dalla vicinanza del fiume Serio.

In tutte le campagne effettuate non è stata rilevata la presenza di Glicole Etilenico, circostanza che attesta l'assenza di qualsiasi piume di contaminazione.

Stante quanto illustrato e sulla base delle risultanze della campagna di monitoraggio condotta è possibile affermare che i protocolli operativi ed i presidi idraulici prima descritti si configurano come misure tali da evitare e prevenire che lo smaltimento delle acque reflue delle attività di de-icing possa configurarsi come impatto ambientale.

#### Acque reflue domestiche

L'ambito tematico rispetto al quale si è inteso indagare i termini in cui lo smaltimento delle acque reflue domestiche prodotte dalle utenze aeroportuali e dalla pulizia dei servizi igienici degli aeromobili, ossia i cosiddetti "bottini di bordo", si configuri come impatto è stato identificato nel rapporto intercorrente tra i volumi prodotti allo scenario di progetto (2030) ed il modello gestionale, nonché con la dotazione impiantistica territoriale.

Per quanto attiene ai volumi prodotti, come illustrato nella precedente Parte 3 del presente SIA, le stime sviluppate nel PSA2030 individuano in 180.000 m<sup>3</sup> l'entità dei reflui prodotti dal sistema aeroportuale nel suo complesso, con un incremento di circa il 38% rispetto all'attualità (2015).

In merito al modello gestionale attraverso il quale saranno gestiti tali reflui, il PSA2030 riconferma quello attuale che ne prevede il recapito nella rete fognaria del Comune di Grassobbio, con successivo trattamento presso il depuratore comunale<sup>23</sup>. In tal senso, il PSA2030 prevede l'adeguamento della rete impiantistica ed il suo potenziamento a servizio delle aree di ampliamento e riqualificazione.

Rispetto a tale modello gestionale si evidenzia che Provincia di Bergamo, con DCP n. 98 del 16/12/2015, ha approvato l'"Aggiornamento del Piano d'Ambito" all'interno del quale è prevista la dismissione dell'impianto di Grassobbio e la connessa realizzazione del secondo lotto del collettore fognario Grassobbio-Urgnano (programmazione anno 2018). In questo modo, le acque reflue urbane del Comune di Grassobbio e, quindi, anche quelle prodotte dall'infrastruttura aeroportuale saranno trattate nel depuratore sito a Cologno al Serio, impianto con potenzialità superiore ai 100.000 abitanti equivalenti.

In ragione di detta previsione è pertanto possibile affermare che il rapporto tra volumi prodotti e modello di loro gestione risulta coerente con le potenzialità del sistema depurativo di riferimento e che, conseguentemente, lo smaltimento delle acque domestiche di origine aeroportuale non si configura come impatto.

### **17.5 Smaltimento rifiuti**

In analogia con le logiche adottate nell'analisi del tema dello smaltimento dei reflui, anche in quello dei rifiuti prodotti dalle attività di pulizia degli edifici aeroportuali e degli aeromobili, il rapporto intercorrente tra i volumi attesi allo scenario di progetto ed il modello di loro gestione, nonché quello tra detti termini e la dotazione impiantistica territoriale sono stati identificati come gli ambiti tematici rispetto ai quali indagarne la rilevanza ambientale, ossia se ed in quale misura detto smaltimento si configuri come impatto ambientale del progetto proposto.

In merito alle quantità attese, sulla base dei dati forniti dalla Società di gestione, l'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio allo scenario 2030 produrrà circa 1.700 tonnellate di rifiuti urbani che, in ragione dell'attuale modalità di raccolta, corrisponderebbero a circa 1.400 tonnellate di RSU indifferenziati, mentre le restanti 300 tonnellate saranno costituite dalle diverse tipologie di rifiuti differenziati.

---

<sup>23</sup> Il modello qui sintetizzato è riferito ai reflui collettati presso lo scarico localizzato in Comune di Grassobbio, lungo Via Orio al Serio, che rappresenta il principale dei due punti di scarico scarichi utilizzati dall'Aeroporto di Bergamo Orio al Serio. A seguito dei recenti interventi condotti è stato difatti attivato un secondo punto, posto in Comune di Orio al Serio, nel quale sono recapitate le acque reflue prodotte dagli insediamenti dell'area aeroportuale Nord, le quali, anteriormente a detti interventi, erano invece gestite attraverso un sistema di fosse imhoff con successiva dispersione nel sottosuolo dei reflui (Fonte: PSA, Relazione pag. 129).

Tale stima, condotta l'applicazione delle equazioni di stima contenute in letteratura alle attuali modalità gestionali, non tiene tuttavia conto degli esiti derivanti da due fattori di variazione rispetto all'attualità:

- L'ampliamento e la riorganizzazione del centro di raccolta rifiuti, o Isola ecologica, previsto dal PSA2030
- La stipula del Protocollo di intesa tra Sacbo SpA ed i Consorzi Nazionali per il recupero degli imballaggi al preciso obiettivo di migliorare e rendere più efficiente il sistema della raccolta differenziata

Nello specifico, per quanto attiene l'ampliamento e la riorganizzazione dell'Isola ecologica, il PSA2030 ne prevede un incremento della superficie di circa 1.100 m<sup>2</sup>, valore che all'incirca corrisponde al raddoppio della sua attuale estensione, mentre dal punto di vista funzionale detta area sarà organizzata in due aree, una di dimensioni minori in ambito airside ed una maggiore in landside, così da servire le diverse utenze aeroportuali in ragione della loro localizzazione rispetto al confine doganale.

Relativamente al Protocollo d'intesa stipulato<sup>24</sup> tra Sacbo SpA ed i tre Consorzi Nazionali, nello specifico rappresentati da CIAL, per l'alluminio, da COMIECO, per la carta, e da COREPLA, per la plastica, si sostanzia nello sviluppo di «un progetto pilota per il miglioramento della raccolta differenziata degli imballaggi in alluminio, carta e plastica presso le aree a disposizione dei passeggeri dello scalo aeroportuale di Orio al Serio» e, in tale prospettiva, si articola nelle seguenti tre fasi:

- Analisi iniziale delle modalità di raccolta differenziata in atto, volta a mappare i flussi di raccolta dei rifiuti per area e per attrezzatura utilizzata.  
Nell'ambito di detta fase, ad oggi sono state condotte analisi merceologiche per ognuno dei flussi di rifiuti prodotti
- Individuazione delle aree di miglioramento, ossia del quadro delle possibili soluzioni da implementare per ottimizzare il conferimento e la gestione dei rifiuti, le quali nel loro insieme si configureranno come delle linee guida da sviluppare nella successiva fase dell'accordo.
- Applicazione delle misure di miglioramento

In merito al quadro di misure ad oggi prospettate, in termini generali dette misure sono riconducibili a due linee di intervento:

- Misure di carattere gestionale, concernenti cioè il modello organizzativo di raccolta dei rifiuti.  
A titolo esemplificativo, all'interno di tale linea di intervento le misure prospettate riguardano:
  - Adozione di attrezzature per la raccolta che permettano di raccogliere contemporaneamente più frazioni differenziate, tenendole separate
  - Adozione di sacchetti il cui colore risulti sempre associato alla specifica raccolta
  - Adozione di sacchetti con etichettatura identificativa dell'area di produzione

<sup>24</sup> L'accordo è stato stipulato nello scorso 2014

- Esecuzione di monitoraggi periodici
- Misure di carattere formativo ed informativo.  
Sempre in termini esemplificativi, nell'ambito di detta linea di intervento, le misure ad oggi ipotizzate riguardano:
  - Attività di formazione ed istruzione del personale addetto alle procedure di raccolta, gestione e trasporto dei rifiuti all'interno dell'aeroporto
  - Attività di sensibilizzazione delle utenze commerciali interne allo scalo sulla corretta separazione delle frazioni
  - Attività di sensibilizzazione dei passeggeri, attraverso l'adozione di cartellonistica in più lingue

Il complesso delle opere ed azioni sin qui descritte si inquadrano all'interno di una articolata politica perseguita dalla Società di gestione tesa al miglioramento delle prestazioni dell'attuale modello di raccolta di rifiuti, e che si concretizza nel raggiungimento al 2030 di una quota di raccolta differenziata pari al 35% del volume complessivo di rifiuti prodotti.

In ragione di detto target, a tale data il volume di rifiuti urbani indifferenziati diverrebbe pari a circa 1.090 tonnellate, valore pressoché analogo a quello registrato all'annualità 2015 (1.083 t).

Alla luce di detto risultato risulta possibile affermare che il rapporto tra il volume di rifiuti aeroportuali prodotti al 2030 e le modalità di loro gestione risulti tale da non modificare il carico ad oggi indotto dal "sistema aeroporto" sul sistema territoriale degli impianti di smaltimento di rifiuti.

## **PARTE 4.4 IL RISCHIO DI EVENTI ACCIDENTALI AERONAUTICI**

## 18 IL RAPPORTO TRA RISCHI DI EVENTI ACCIDENTALI AERONAUTICI E LE AZIENDE "RIR"

Come è noto che gli incidenti aerei si concentrano in prossimità degli aeroporti; in particolare esiste una probabilità ben definita a livello statistico relativa all'accadimento di incidenti aerei, ed il singolo incidente provoca tipicamente la parziale o totale distruzione di un'area sul territorio, con un rischio per la vita della popolazione che la frequenta. L'unica misura possibile per tutelare la popolazione è definire una zona di rispetto attorno agli aeroporti, per limitare o eliminare la presenza di esseri umani laddove la probabilità di incidenti è più alta.

Questo tipo di normativa non è definita dalle authorities dell'aviazione a livello internazionale (ICAO, EASA), poiché non è un problema legato strettamente alla sicurezza del volo ma che riguarda misure specifiche di salvaguardia della popolazione al suolo da adottare in modo autonomo da parte dei singoli Stati. La legge italiana attribuisce all'ENAC il compito di definire i piani di salvaguardia per la popolazione attorno agli aeroporti attraverso il Codice della Navigazione; in particolare l'art. 715 afferma: "Al fine di ridurre il rischio derivante dalle attività aeronautiche alle comunità presenti sul territorio limitrofo agli aeroporti, l'ENAC individua gli aeroporti per i quali effettuare la valutazione dell'impatto di rischio. Nell'esercizio delle proprie funzioni di pianificazione e gestione del territorio, i Comuni interessati tengono conto della valutazione [...]".

Per quanto concerne l'Aeroporto in esame, ENAC ha sviluppato un risk assessment ai sensi dell'art. 715 del Codice della Navigazione per identificare le aree di isorischio connesse all'esercizio dello scalo di Orio al Serio.

Le risultanze dello studio effettuato sono state inviate da ENAC a tutti i Comuni coinvolti che hanno provveduto a riceverlo nei propri PGT.

Nell'immagine seguente si riporta come esempio uno stralcio della tavola del Piano di rischio aeroportuale predisposto dal Comune di Grassobbio, in cui sono state recepite le suddette curve di isorischio. Tale Piano, che ha ottenuto da ENAC parere favorevole con prot. n. 47589 del 07/05/2014, costituisce un documento strategico nell'individuazione di vincoli all'uso del suolo da integrarsi nella pianificazione urbanistica comunale (PGT).



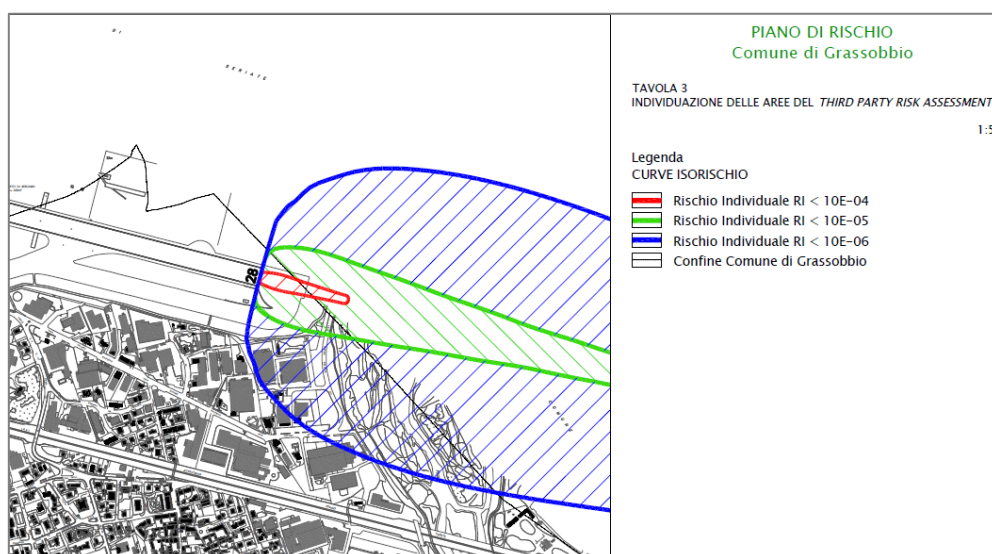


Figura 18-1 Stralcio tav. 3 del Piano di rischio del comune di Grassobbio

Per quanto concerne la tematica delle industrie a Rischio di Incidente Rilevante (RIR) si riportano della tabella seguente gli stabilimenti presenti nella provincia di Bergamo<sup>25</sup>.

SPRI	Stabilimento	Comune	Categoria merceologica
S646	RIPORTI INDUSTRIALI	Gazzaniga	Altro
S590	TERMOGAS	Antegnate	Depositi Idrocarburi
S049	ACS DOBFAR	Albano Sant' Alessandro	Farmaceutiche e Fitofarmaci
S248	SABO	Levate	Gas Tecnici
S130	DOMUS CHEMICALS	Pedrengo	Ausiliari per la chimica
S497	MAIER CROMOPLASTICA	Verdellino	Galvaniche
S149	FAR FABBRICA ADESIVI RESINE	Filago	Ausiliari per la chimica
S652	F.LLI RENZI LOGISTICA	Filago	Depositi non meglio identificati
S685	ENERGIGAS COMBUSTIBILI	Castelli Calepio	Gas di Petrolio Liquefatti
S401	BAYER CROPSCIENCE	Filago	Farmaceutiche e Fitofarmaci
S370	PRINCE MINERALS ITALY	Filago	Ausiliari per la chimica
S309	SYNTHOMER	Filago	Polimeri e Plastiche
S579	FARMOL	Comun Nuovo	Farmaceutiche e Fitofarmaci
S408	FARCOLL FABBRICA RESINE COLLANTI	Filago	Ausiliari per la chimica
S442	RUBINETTERIE MARIANI	Verdellino	Galvaniche
S660	VALSPED ITALIA	Dalmine	Depositi non meglio identificati
S647	GALVANICA ARICCI	Ghisalba	Galvaniche
S606	DOW AGROSCIENCES ITALIA	Mozzanica	Farmaceutiche e Fitofarmaci
S492	CASTELCROM	Castelli Calepio	Galvaniche
S150	FARCHEMIA	Treviglio	Ausiliari per la chimica
S162	CONSORZIO GAS LOMBARDO	Gorlago	Gas di Petrolio Liquefatti
S114	BRENNTAG	Levate	Depositi non meglio identificati
S527	NUOVA IGB	Verdellino	Galvaniche
S086	BIDACHEM	Fornovo San Giovanni	Farmaceutiche e Fitofarmaci

<sup>25</sup> <https://www.dati.lombardia.it/Ambiente/Aziende-a-Rischio-di-Incidente-Rilevante/qqdi-mhit/data>

SPRI	Stabilimento	Comune	Categoria merceologica
S510	MAIER CROMOPLASTICA	Ciserano	Galvaniche
S092	GIOVANNI BOZZETTO	Filago	Ausiliari per la chimica
S402	DSM COMPOSITE RESINS ITALIA	Filago	Polimeri e Plastiche
S634	LUCCHINI SIDERMECCANICA	Lovere	Metallurgiche
S101	LAMBERTI	Zanica	Polimeri e Plastiche
S047	3V SIGMA	Mozzo	Ausiliari per la chimica
S622	EUROGRAVURE	Treviglio	Galvaniche
S587	CROMOPLASTICA C.M.C.	Castelli Calepio	Galvaniche
S244	ROHM AND HAAS ITALIA	Mozzanica	Farmaceutiche e Fitofarmaci
S166	POLYNT	Scanzorosciate	Chimica Organica Fine
S260	SIAD	Osio Sopra	Gas Tecnici
S413	PEROXITALIA	Fornovo San Giovanni	Depositi non meglio identificati
S046	3V SIGMA	Grassobbio	Ausiliari per la chimica
S125	DIACHEM	Caravaggio	Farmaceutiche e Fitofarmaci
S605	COLOMBO DESIGN	Terno D'isola	Galvaniche
S599	PONTENOSSA	Ponte Nossola	Trattamento Rifiuti
S488	SALZGITTER MANNESMANN STAINLESS TUBES ITALIA	Costa Volpino	Galvaniche
S603	ERREGIERRE	San Paolo D'argon	Farmaceutiche e Fitofarmaci
S223	OLMO GIUSEPPE	Comun Nuovo	Polimeri e Plastiche
S142	E.R.C.A. - ESPERIENZE RICERCHE CHIMICHE APPLICATE	Grassobbio	Ausiliari per la chimica
S592	OSIO GIAMPIETRO - CASA DI SPEDIZIONI	Fornovo San Giovanni	Depositi non meglio identificati
S227	INDUSTRIA CHIMICA PANZERI	Orio Al Serio	Polimeri e Plastiche
S580	GALVANICHE F.B.	Castelli Calepio	Galvaniche
S181	I.C.I.B.	Treviglio	Chimica Inorganica

Tabella 18-1 Aziende a rischio di incidente rilevante nella provincia di Bergamo

Tra gli stabilimenti riportati nella tabella precedente, quelli più prossimi all'intorno aeroportuale sono tre (cfr. Figura 18-2):

- l'Industria Chimica Panzeri collocata a nord-ovest del sedime, nel comune di Orio in adiacenza con l'area militare e con la pista secondaria;
- la ERCA SpA, ubicata a sud dell'autostrada A4 nel comune di Grassobbio;
- lo stabilimento 3V Sigma SpA a circa 3 km a sud dall'infrastruttura aeroportuale.



Figura 18-2 Stabilimenti chimici nell'intorno aeroportuale

Nella tabella seguente si riportano le principali informazioni relative alle tre aziende.

	<b>Denominazione</b>	<b>Comune</b>	<b>Categoria merceologica</b>	<b>D.Lgs. 334/99 e smi</b>	<b>Autorizzazione</b>
1	Industria Chimica Panzeri	Orio al Serio	Ausiliari per la chimica	art. 6	Prov. 8868 del 02/08/2007
2	ERCA	Grassobbio	Ausiliari per la chimica	art. 6	Prov. 11044 del 3/10/2007
3	3V Sigma	Grassobbio	Polimeri e plastiche	art. 8	Prov. 12492 del 25/10/2007

Tabella 18-2 Impianti classificati come a rischio di incidente rilevante nell'intorno aeroportuale

Queste strutture sono soggette agli obblighi dell'art. 6 e 8 del Decreto 334/99, poiché si riscontra la presenza, nel ciclo produttivo aziendale, del trattamento di sostanze pericolose in quantità superiore ai limiti di soglia previsti.

L'analisi cartografica presentata in Figura 18-3 evidenzia l'assenza di possibili intersezioni tra le RIR identificate e le curve di isorischio prodotte dallo studio ENAC, in ragione del rapporto geometrico intercorrente tra le infrastrutture di volo, le rotte, la modalità di loro utilizzo e l'ubicazione degli impianti RIR.

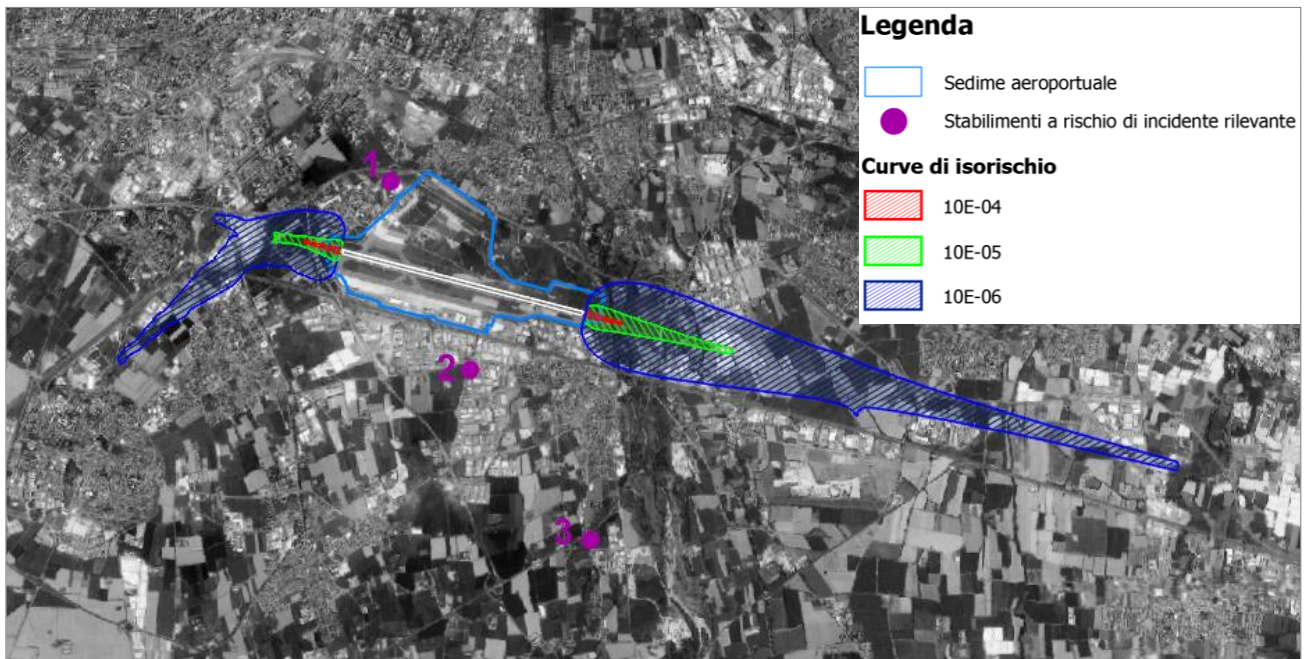


Figura 18-3 Curve di isorischio e stabilimenti RIR nell'intorno aeroportuale (stralcio tavola SIA.T43)

Per approfondimenti si rimanda alla tavola SIA.T43 "Carta delle curve di isorischio e stabilimenti RIR".