MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

E.N.A.C
ENTE NAZIONALE per
L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale

AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

PROJECT REVIEW – PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE 2035

Titolo Documento Completo

Relazione tecnica Infrastrutture – Pista e opere Airside

Livello di Progetto

PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE 2035 – MASTERPLAN (PSA)

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE COMPLETO
PSA	04	Novembre 2024	N/A	FLR-MPL-PSA-RWY1-001-AE-RT_Rel Tec Infr
				TITOLO RIDOTTO Rel Tec Infr

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
04	11/2024	Aggiornamento per recepimento osservazioni MASE	Marradi Consulting Partners	R. Sorrentino	L. Tenerani
03	03/2024	Emissione per Procedura VIA-VAS	Marradi Consulting Partners	R. Sorrentino	L. Tenerani
02	04/2023	Emissione per trasmissione ENAC	Marradi Consulting Partners	R. Sorrentino	L. Tenerani
01	03/2023	Emissione per approvazione in linea tecnica di ENAC	Marradi Consulting Partners	R. Sorrentino	L. Tenerani
00	10/2022	Emissione per Dibattito Pubblico	Marradi Consulting Partners	R. Sorrentino	L. Tenerani

COMMITTENTE PRINCIPALE		GRUPPO DI PROGETTAZIONE	SUPPORTI SPECIALISTICI
ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti		**DIRETTORE TECNICO** Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N° 631	**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE** Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N° 631
POST HOLDER DI AREA	**POST HOLDER PROGETTAZIONE** Ing. Lorenzo Tenerani	**PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO** Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca N° 1157	**SUPPORTO SPECIALISTICO** MARRADI CONSULTING PARTNERS **CONSULENTE SPECIALISTICO** **Ing. Alessandro Marradi** Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze N°3550
		PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO Arch. Celiana Grouman Ordine degli Architetti di Firenze N° 9750	
	POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito	**PROGETTISTA SPECIALISTICO IMPIANTI** Ing. Andrea Bonciani Ordine degli Ingegneri di Firenze N° 4150	
		PROGETTISTA SPECIALISTICO INFRASTRUTTURE AIRSIDE Ing. Raffaello Sorrentino Ordine degli Ingegneri di Perugia N° A-2813	
	POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO/TERMINAL Geom. Luca Ermini	**PROGETTISTA SPECIALISTICO ARCHITETTONICO** Arch. Filippo Bosi Ordine degli Architetti di Firenze N° 9004	
		PROGETTISTA SPECIALISTICO INFRASTRUTTURE CIVILE Ing. Claudia Naldi Ordine degli Ingegneri di Firenze N° 7122	

È SEVERAMENTE VIETATA LA RIPRODUZIONE E/O LA CESSIONE A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DELLA COMMITTENTE

INDICE

INDICE **1**

1. PREMESSA **2**

2. CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE **4**

2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO (2004) 4
2.2 RILIEVO TOPOGRAFICO (2015) 5

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E ASPETTI GEOGNOSTICI **9**

3.1 ASPETTI DI CARATTERE GEOLOGICO-GEOTECNICO 9
3.1.1 Modello geologico del sottosuolo *9*
3.1.1.1 Nuova pista 9
3.1.1.2 Piazzali e raccordi 10
3.2.1 Modello geotecnico *11*
3.2.1.1 Nuova pista 11
3.2.1.2 Piazzali e raccordi 12

4. ELEMENTI PROGETTUALI NUOVA PISTA E OPERE AIRSIDE **14**

4.1 ASPETTI DI CARATTERE GENERALE 14
4.2 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E STRATEGIE DI UTILIZZO DELLE INFRASTRUTTURE 15
4.2.1 Verifica delle "obstacle limitation surfaces" *16*
4.2.2 Stima del coefficiente di utilizzazione della nuova pista di volo 11/29 ..... *17*
4.2.3 Ampliamento dell'Apron 100: Criteri di Dimensionamento *24*
4.2.4 Capacità area di stazionamento del comparto airside al 2035 ..... *27*
4.2.5 Ampliamento delle infrastrutture Airside: fasi di sviluppo e flussi operativi *31*
4.2.5.1 Orizzonte 2028 31
4.2.5.2 Orizzonte 2030 33
4.2.5.3 Orizzonte 2035 34
4.3 SOLUZIONI PROGETTUALI NUOVA PISTA ED OPERE AIRSIDE 36
4.3.1 Pavimentazioni e superfici aeroportuali *38*
4.3.2 Aiuti Visivi Luminosi e radioassistenze *39*
4.3.3 Idraulica del sedime aeroportuale *42*
4.3.4 Opere puntuali (sotto-attraversamenti) *43*
4.3.4.1 Sotto-attraversamenti idraulici 43
4.3.4.3 Sotto-attraversamenti viari *44*
4.3.5 Aspetti di carattere aeronautico e operativo *45*

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione tecnica dell'intervento di realizzazione della nuova pista di volo 11-29, parte integrante della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale (o Masterplan) al 2035 dell'aeroporto di Firenze, qui sviluppata e dettagliata ad un livello tecnico ritenuto congruo con le finalità della presente fase procedurale, comunque non inferiore a quello del progetto di fattibilità tecnica ed economica di cui all'art. 41 del D. Lgs. n. 36/2023.

Il citato approfondimento tecnico viene previsto ad integrazione della Sezione Generale della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035, predisposta in aderenza alle normative e/o regolamenti specifici del settore aeronautico, rispetto alla quale si pone l'obiettivo di elaborare ulteriori elementi tecnici di studio, dettaglio, analisi e progettazione, ritenuti necessari ai fini del compiuto espletamento dei procedimenti amministrativi (di compatibilità ambientale e di autorizzazione) ai quali risulta per legge assoggettato lo strumento del Piano di Sviluppo Aeroportuale, così integrato in modo da rafforzarne la valenza e la funzione progettuale, strettamente interconnessa con quella pianificatoria e programmatica di investimento.

Le informazioni di seguito riportate vanno, pertanto, analizzate in stretta correlazione rispetto ai più ampi ed estesi aspetti tecnico-economici trattati all'interno dei documenti afferenti alla Sezione Generale del Masterplan, con i quali esse si relazionano secondo un processo capillare di progressivo approfondimento e dettaglio, ritenuto utile per una più completa, consapevole e piena visione dell'insieme delle previsioni di trasformazione dello scalo aeroportuale e delle aree circostanti, e per una più esauriente analisi e comprensione della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale.

La citata Project Review costituisce la nuova formulazione tecnica delle previsioni progettuali e di investimento che ENAC prevede di attuare, nel medio-lungo periodo (orizzonte 2035, coerente con quello del Piano Nazionale degli Aeroporti in fase di aggiornamento), relativamente all'infrastruttura aeroportuale di Firenze, redatta dal Gestore aeroportuale di intesa con l'Ente regolatore in attuazione degli obblighi di miglioramento, ottimizzazione e sviluppo dell'aeroporto insiti nel contratto di concessione che lega lo stesso Gestore alle Istituzioni dello Stato (Ministero delle Infrastrutture e ENAC) per la gestione totale dell'infrastruttura aeroportuale (bene dello Stato). Ne consegue che l'insieme documentale di cui la presente relazione costituisce parte integrante deve essere visto e analizzato nella propria autonomia e indipendenza sostanziale, per quanto inevitabilmente consequenziale rispetto al precedente Masterplan 2014-2029 col quale risultano ancora sussistenti più elementi di dialogo che, tuttavia, ci si pone l'obiettivo di non assurgere a valenza prodromica e a funzionalità necessaria per una completa illustrazione, definizione e comprensione del nuovo Piano di Sviluppo Aeroportuale 2035.

Si auspica, infine, di aver esaurientemente e correttamente tradotto e trasferito, all'interno della documentazione di cui al nuovo Masterplan 2035, quel prezioso bagaglio di esperienza

e quell'insieme di utili risultanze derivanti dal dialogo costruttivo e dialettico che, nell'ultimo decennio, ha visto in più momenti la partecipazione di ENAC, del Gestore aeroportuale, degli Enti/Amministrazioni interessati, delle Istituzioni nazionali e regionali, dei vari stakeholders e della cittadinanza attiva intorno ai temi relativi al trasporto aereo, alla multimodalità della mobilità, al ruolo della rete aeroportuale territoriale toscana e al futuro dello scalo aeroportuale di Firenze, che ENAC vede sempre più strategico, integrato e funzionale alla rete nazionale ed europea dei trasporti. La relazione tecnica illustra le soluzioni progettuali adottate per l'attuazione degli obiettivi di progetto esposti nella Relazione Generale; nel dettaglio, la trattazione riguarda i seguenti ambiti di progettazione:

- caratterizzazione topografica;
- caratterizzazione geologica e geotecnica;
- analisi archeologica;
- caratterizzazione idrologica e idraulica;
- dimensionamento pavimentazione;
- geometria di particolari elementi;
- impianti per l'assistenza al volo;
- aspetti aeronautici e operativi.

Ai fini della redazione del progetto, si è fatto riferimento ai seguenti dati storici, presenti in archivio al momento della stesura del presente documento:

- CARATTERIZZAZIONE TOPOGRAFICA:
  - rilievo laser-scanning con sistema Topeye AE – AdF – 2004;
  - rilievo topografico e aerofotogrammetrico anno 2015 (relazione di collaudo tecnico e accettazione del 14/12/2015) e sua successiva integrazione eseguita nell'anno 2023 per alcune zone di interesse;
  - approfondimento contenuto nel Master Plan 2014-2029 e depositato agli atti della Conferenza dei Servizi;

- CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E ASPETTI GEOGNOSTICI:
  - indagini geognostiche e chimiche anno 2015 e anno 2017;
  - approfondimento contenuto nel Master Plan 2014-2029 e depositato agli atti della Conferenza dei Servizi;

- CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA:
  - relazione Master Plan 2014-2029;
  - relazione SIA_PGT_03_REL_001.

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

2. CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE

2.1 Rilievo topografico (2004)

Nel mese di settembre 2004 è stato svolto un rilievo topografico con il sistema Topeye, apparecchiatura progettata e realizzata dalla Saab Survey System, basato su scanner laser, GPS piattaforma inerziale e fotocamera digitale a colori ad alta risoluzione montato su elicottero.

L'uso dell'elicottero risulta estremamente agevole per il rilevamento di aeree urbane e comunque di piccola estensione, per le sue peculiari caratteristiche di navigazione, riducendo al minimo le aree di sfrido inevitabilmente molto estese nei rilievi effettuati da aereo.

Il sistema Topeye, alternativa tecnologica alla tradizionale aereofotogrammetria, è stato scelto tra i diversi sistemi disponibili sul mercato, perché si contraddistingue per l'accuratezza, la precisione, l'economia e soprattutto la velocità di esecuzione dei lavori.

Infatti, con questo sistema non è più necessario realizzare tutte le attività aereofotogrammetriche propedeutiche alla realizzazione del DTM, il quale viene restituito direttamente dall'elaborazione integrata dei dati provenienti dai suoi sensori.

In pratica lo scanner laser, che può inviare a terra fino a 7.000 impulsi al secondo con una risoluzione variabile tra 10 punti per mq e 1 punto ogni 10 mq in funzione della velocità e dell'altezza dell'elicottero, rileva la quota del terreno e degli "oggetti" presenti sullo stesso.

Il sistema GPS permette di associare le coordinate geografiche a ciascun punto rilevato dallo scanner laser. La piattaforma inerziale permette di correggere tutti gli errori di assetto dell'elicottero.

Inoltre, il sistema laser è in grado di discriminare fino a 4 diverse altezze su ogni singolo impulso laser, offrendo la possibilità di rilevare anche i tratti di territorio coperti da vegetazione e comunque tutti gli oggetti che incidono sulla stessa porzione di territorio (es. edifici, pali, cavi, ecc.).

Le foto digitali a colori a 24 bit (oltre 16 milioni di colori) possono avere una risoluzione variabile tra i 2 e i 20 cm per pixel in funzione della quota di volo, vengono riprese contemporaneamente al rilievo laser e GPS e sono quindi georeferenziate, ovvero sovrapponibili automaticamente al modello prodotto per la costruzione delle ortofoto.

Il rilevamento dei dati di base è stato realizzato con il sistema Topeye, apparecchiatura progettata e realizzata dalla Saab Survey System, basato su scanner laser, GPS piattaforma inerziale e fotocamera digitale a colori ad alta risoluzione montato su elicottero.

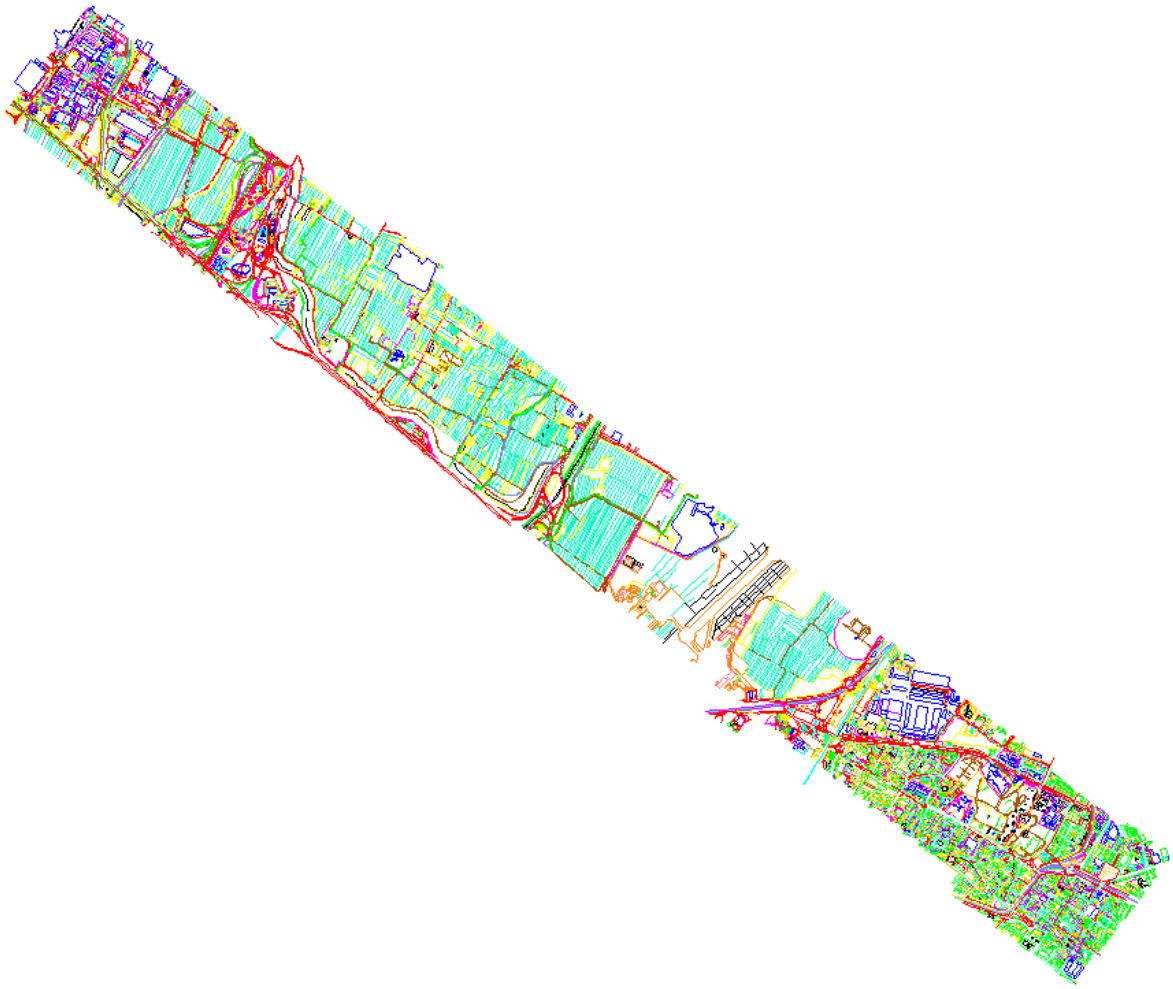


Figura 1 Planimetria 3D dell'area interessata dall'opera (10 km x 1 km)

Emerge evidente come la morfologia dell'area sia perfettamente pianeggiante, fatta eccezione per alcune zone depresse talora impaludate.

Ai fini della progettazione in oggetto, da tale rilievo è stato possibile progettare il profilo longitudinale della futura pista e delle taxiways, in modo da minimizzare le movimentazioni di materiali e ottimizzare il bilancio dei volumi.

2.2 Rilievo topografico (2015)

Per i successivi step progettuali, sono stati eseguiti nell'anno 2015 dei rilievi topografici e aerofotogrammetrici di precisione a supporto delle fasi progettuali di tutti gli interventi inclusi nel Master Plan 2023-2035.

È stato prodotto un database topografico con metodologia fotogrammetrica dell'Aeroporto di Firenze con restituzione della cartografica in scala 1:1000 realizzata esclusivamente mediante stereorestituzione fotogrammetrica digitale.

In particolare, le aree interessate da tali rilievi sono così individuate:

1) "area prioritaria" per una superficie complessiva di 475 ha circa, comprendente la nuova pista di decollo/atterraggio, i nuovi piazzali e piste di raccordo, il Nuovo Terminal Passeggeri e in generale tutti i manufatti ricadenti nel sedime aeroportuale di progetto, oltreché le aree interessate dalla deviazione del Fosso reale e dall'opera di attraversamento dell'Autostrada A11;

2) "area secondaria" per una superficie complessiva di 268 ha circa, comprendente le zone destinate alle opere di compensazione ambientale "Il Piano di Manetti" e "Santa Croce".

Le riprese aerofotogrammetriche sono state eseguite esclusivamente con sensore digitale a colori e hanno ricoperto correttamente tutto il territorio da rilevare, avendo tutti i requisiti propri della tecnica più aggiornata per l'esecuzione dei rilievi fotogrammetrici. Esse sono state realizzate con velivolo adatto allo scopo ed eseguiti nelle ore a cavallo del mezzogiorno solare, in condizione di raggi solari con elevazione non inferiore a 30°.

Il tutto è stato corredato dall'inquadramento planimetrico ed altimetrico allo scopo della determinazione sul terreno di una serie di punti da utilizzare come punti di appoggio per il calcolo della triangolazione aerea. La rete di raffittimento è la base sulla quale è stata predisposta la materializzazione di capisaldi che saranno utilizzati nella fase di cantiere.

L'inquadramento geodetico della carta è stato derivato dalle reti geodetiche, in modo da garantire la congruenza col sistema cartografico nazionale (rete IGM). Scopo delle reti di raffittimento è quello di consentire, mediante operazioni di triangolazione aerea o di ulteriori misure dirette sul terreno, l'orientamento assoluto dei modelli stereoscopici, ossia l'appoggio sul terreno. I vertici e i capisaldi delle reti di raffittimento sono stati ben individuabili sul terreno, sui manufatti preesistenti o appositamente realizzati, che ne garantiscano la durata nel tempo.

Rete di rattiffimento planimetrico

È costituita da tutti i vertici della rete IGM presenti nella zona rilevata e nelle sue immediate adiacenze e dai nuovi vertici di raffittimento. Preliminarmente è stato redatto un progetto di rete con una densità media dei vertici di almeno un punto ogni 10 ha con una distribuzione che deve tenere conto delle esigenze delle operazioni di triangolazione aerea; di ciascuno dei vertici della rete di raffittimento è stata redatta una accurata monografia che ne consenta il sicuro ritrovamento. Le operazioni di misura per il rilievo della rete di raffittimento locale sono state condotte usando schemi operativi e strumenti moderni (strumentazione di tipo Global

Positioning System, sia per integrare misure di tipo tradizionale, sia per effettuare la determinazione dell'intera rete).

La rete di raffittimento altimetrico

È costituita da tutti i capisaldi delle linee di livellazione geometrica della rete nazionale di alta precisione o delle linee di livellazione di precisione, istituite da altri Enti, che attraversano la zona, purché collegate alla rete nazionale. La rete altimetrica di raffittimento ha permesso una densità media dei capisaldi di quota nota pari a un punto ogni dieci ha e i capisaldi della rete di raffittimento altimetrico locale sono stati così localizzati e segnalizzati su strutture stabili e facilmente accessibili, oppure materializzati con elementi appositamente costruiti, tali da garantirne la durata nel tempo. Di ciascuno è stata redatta accurata monografia; le operazioni di misura sono state compiute con strumentazioni moderne e secondo schemi geometrici controllati attraverso l'uso di strumentazione di tipo GPS (Global Positioning System) con i seguenti accorgimenti: per poter ricavare i dislivelli ortometrici per mezzo delle misure di dislivelli ellissoidici con GPS, è necessario disporre di un buon modello locale del geoide; detto modello è stato localizzato in maniera che le discrepanze tra le altezze ellissoidiche corrette dell'ondulazione del geoide e quelle ortometriche siano inferiori in tutti i casi a 10 cm.

Punti Fotografici d'Appoggio (PAF)

Per orientare correttamente il volo digitale, ossia per poterlo utilizzare in restituzione, è stato necessario conoscere la posizione spaziale di alcuni punti visibili sulle immagini; tali punti sono chiamati punti d'appoggio. La loro posizione spaziale è definita dalle coordinate tridimensionali x,y,z rispetto ad un sistema di riferimento scelto per la restituzione. La rete dei punti d'appoggio ha costituito il telaio sostenente il rilievo fotogrammetrico, l'impalcatura che poi sorregge tutti gli altri punti rilevati per fotogrammetria. I PAF sono stati in numero sufficiente a garantire la rigidità del blocco dei modelli in maniera che non vi siano zone scoperte.

Sono stati restituiti tutti gli elementi del territorio, naturali o artificiali esistenti alla data della ripresa aerea, che hanno costituito il contenuto della cartografia.

Restituzione

Sono stati restituiti tutti gli elementi del territorio, naturali o artificiali esistenti alla data della ripresa aerea, che hanno poi costituito il contenuto della cartografia. Tutte quelle linee di dubbia identificazione, la cui definizione è demandata alla successiva fase di ricognizione, sono state memorizzate con codice particolare, tale da permettere una grafica diversificata (tratto o colore) o con particolare simbologia degli estremi.

La quota dei vertici che costituiscono la spezzata che rappresenta cartograficamente ciascun oggetto è stata riferita al suolo ad esclusione delle coperture, delle falde, delle tettoie e di quanto non fisicamente appoggiato al terreno come recinzioni e muri di cinta. E' stato altresì

necessario impostare la quota in sommità di tutti gli elementi che si sviluppano in verticale come tralicci, torri edifici ciminiere catenarie ecc. Ciò significa che ai vertici della spezzata che descrivono l'andamento planimetrico di una struttura artificiale che si estende in altezza al di sopra del piano di calpestio, è stata attribuita la quota al piede della struttura, cioè quella che corrisponde all'intersezione della struttura con il piano calpestio ad essa adiacente completata delle quote del suo sviluppo verticale. Qualora il piede della struttura non sia stato stereoscopicamente collimabile, la sua quota è stata determinata in sede di restituzione in funzione del più vicino punto al suolo stereoscopicamente collimabile. È stato verificato che la densità media per decimetro quadrato dei punti quotati (ad esclusione dei punti al suolo integrativi) fosse di almeno dieci punti nelle zone tradizionalmente descritte con le curve di livello (pendenza media del terreno superiore al 3%) e di almeno quindici nei restanti territori. È stato richiesto inoltre per ogni edificio ed edificio minore e tutte le strutture che hanno uno sviluppo verticale, una informazione altimetrica di almeno un punto quota per la sua quota media al suolo, un punto quotato per la sua quota media in gronda e un punto relativo alla sua massima quota al colmo.

L'attività ha pertanto riguardato le seguenti restituzioni:

- rilievo plano-altimetrico delle aree oggetto di intervento e di ogni altra opera o manufatto non cartografato nel rilievo aerofotogrammetrico e relativa verifica tra attività svolte in volo e attività svolte a terra;
- individuazione dei sottoservizi esistenti relativi a: reti gas (bassa, media e alta pressione), reti elettriche (bassa, media e alta tensione), reti telefoniche e trasmissione dati, reti idriche e fognarie e qualsiasi altra tipologia di sottoservizio esistente;
- rilievo di posizione, profondità e caratteristiche tecniche ed identificazione dei relativi chiusini dei sottoservizi di cui al punto precedente;
- individuazione di punti fiduciali e fabbricati esistenti nelle aree di intervento;
- definizione e restituzione grafica del profilo longitudinale del futuro asse pista e delle sezioni trasversali;
- sezioni significative (ogni 100 metri di tracciato) in scala adeguata.

A conferma della fondamentale importanza dell'attendibilità dei dati topografici per le progettazioni afferenti al Masterplan, è stato conferito apposito incarico per il collaudo tecnico dei dati culminato con l'emissione del verbale di collaudo e accettazione del 14/12/2015.

Durante le successive fasi progettuali si è resa evidente la necessità di effettuare un'integrazione di approfondimento del rilievo riguardante una parte della pista attuale e delle sue strip al fine di studiare con un maggiore livello di dettaglio l'area di intersezione tra l'infrastruttura esistente e le nuove infrastrutture (nuova pista e raccordi). Un rilievo aggiuntivo è stato, pertanto, condotto nell'anno 2023.

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E ASPETTI GEOGNOSTICI

Il sito nel quale sarà realizzata la nuova infrastruttura, in un lontano passato, era in parte coltivata ed in parte adibita a pascolo. Ma a causa della scarsa permeabilità del terreno le zone più depresse, nel periodo invernale, in seguito ad eventi meteorici di una qualche consistenza, sono state e sono sede di adunamenti d'acqua. Nelle condizioni attuali l'area di interesse è incolta.

3.1 Aspetti di carattere geologico-geotecnico

La specifica relazione geologica riassume i risultati delle indagini geognostiche eseguite nel 2015 e nel 2017 per le due fasi della Campagna di indagini geognostiche per la realizzazione della nuova pista e delle opere accessorie dell'Aeroporto Internazionale Amerigo Vespucci di Firenze (Master Plan 2023-2035); essa determina le classi di fattibilità dell'intervento (geologica, idraulica e sismica) e contiene la modellazione geologica, geotecnica e sismica del terreno.

Lo studio geologico effettuato nell'area in cui è prevista la realizzazione della nuova pista e relative opere connesse (piazzali, raccordi, vasca di auto contenimento idraulico D) dell'Aeroporto Internazionale Amerigo Vespucci di Firenze (Master Plan 2023-2035), non ha evidenziato la presenza di aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici contrastanti o limitanti la fattibilità dell'intervento.

Viste le caratteristiche di progetto, quelle geologiche e geotecniche e i risultati delle indagini eseguite nel sito di intervento (Campagna di indagini geognostiche per la realizzazione della nuova pista e delle opere accessorie dell'Aeroporto Internazionale di Firenze Amerigo Vespucci, 2015, 2017) è stato elaborato il modello geologico e geotecnico del sottosuolo indicando i valori caratteristici dei parametri geotecnici da adottare per ciascuna delle principali opere previste.

Per i dettagli su tali aspetti, si rimanda alla dedicata relazione geologica di progetto; nel seguito si riportano elementi essenziali di sintesi.

3.1.1 Modello geologico del sottosuolo

3.1.1.1 Nuova pista

Premesso che l'intervallo superficiale costituito dai primi 2÷3 m di terreno presenta frequenti eteropie/variazioni litologiche sia in senso verticale che orizzontale, il terreno in posto al di sotto della nuova pista in progetto può essere suddiviso, ai fini della modellazione geologica, in 4 strati individuati mediante l'analisi litologica e stratigrafica, integrando i dati dei sondaggi con le analisi granulometriche e le prove penetrometriche (in particolare sulla base delle caratteristiche geomeccaniche evidenziate dalle CPT).

Dall'alto verso il basso, è possibile schematizzare la seguente successione:

- 0.00÷1.00 m dal p.c. (valori mediani): intervallo superficiale eterogeneo, con frequenti variazioni verticali e laterali, costituito da limo con argilla, spesso debolmente sabbioso o sabbioso, e argilla con limo, frequentemente associata a una componente sabbiosa più o meno cospicua; è abbastanza frequente anche la presenza di sottili livelli di sabbia limosa. La frazione prevalentemente coesiva ha un grado di consistenza medio-alto, la frazione prevalentemente granulare si presenta molto addensata;
- 1.00÷3.40 m dal p.c.: intervallo costituito dagli stessi litotipi di quello soprastante, ma con caratteristiche geomeccaniche più scadenti (con riferimento, in particolare, ai valori di resistenza alla punta penetrometrica e ai valori del modulo edometrico). La frazione prevalentemente coesiva ha un grado di consistenza medio-basso, mentre la frazione prevalentemente granulare ha, in modo simile, un grado di addensamento medio-basso;
- 3.40÷4.90 m dal p.c.: intervallo composto prevalentemente da argilla con limo e limo con argilla, subordinatamente da argilla con limo (e limo con argilla) debolmente sabbiosa e talvolta debolmente ghiaiosa. La frazione prevalentemente coesiva mostra una consistenza media e, con la profondità, medio-elevata; la frazione prevalentemente granulare presenta, invece, un grado di addensamento medio-basso;

4.90÷6.20 m dal p.c. (almeno fino a 15.0÷20 m dal p.c.): argilla con limo e argilla limosa, limo con argilla e limo argilloso, meno frequentemente argilla con limo (e limo con argilla) debolmente sabbiosa. La frazione prevalentemente coesiva mostra una consistenza medio-elevata, talvolta elevata; la frazione prevalentemente granulare presenta un addensamento medio-basso. Questa successione si spinge ininterrottamente almeno fino alla profondità di circa 20 m dal p.c., dove si riscontrano i primi rinvenimenti nell'area di interesse di intervalli di ghiaia e sabbia in matrice limoso-argillosa.

3.1.1.2 Piazzali e raccordi

Anche nell'area dei piazzali e dei raccordi l'intervallo superficiale, per uno spessore di 1.5÷2.5 m di terreno, presenta frequenti eteropie/variazioni litologiche sia in senso verticale che orizzontale. Il terreno in posto può essere suddiviso, ai fini della modellazione geologica, in 4 strati individuati mediante l'analisi litologica e stratigrafica, integrando i dati dei sondaggi con le analisi granulometriche e le prove penetrometriche (in particolare sulla base delle caratteristiche geomeccaniche evidenziate dalle CPT).

Dall'alto verso il basso, è possibile schematizzare la seguente successione:

- 0,00÷1,60 m dal p.c. (valori mediani): intervallo superficiale eterogeneo, con frequenti eteropie verticali e laterali, costituito da limo con argilla, spesso debolmente sabbioso o sabbioso, e argilla con limo, frequentemente associata a una componente sabbiosa

più o meno cospicua; talvolta è presente una componente debolmente ghiaiosa nei litotipi citati; abbastanza frequente anche la presenza di sottili livelli di sabbia limosa. La frazione prevalentemente coesiva ha un grado di consistenza medio-alto, la frazione prevalentemente granulare si presenta molto addensata;

- 1,60÷4,20 m dal p.c. (valori mediani): intervallo costituito dagli stessi litotipi di quello soprastante, ma da cui in genere si differenzia per avere caratteristiche geomeccaniche più scadenti (es. resistenza di punta penetrometrica, modulo edometrico). La frazione prevalentemente coesiva ha un grado di consistenza medio-basso, la frazione prevalentemente granulare ha, in modo simile, un grado di addensamento medio-basso;
- 4,20÷7,00 m dal p.c. (valori mediani): intervallo composto prevalentemente da argilla con limo e limo con argilla, subordinatamente da argilla con limo (e limo con argilla) debolmente sabbiosa e talvolta debolmente ghiaiosa. La frazione prevalentemente coesiva mostra una consistenza media e, con la profondità, medio-elevata; la frazione prevalentemente granulare presenta un addensamento medio-basso;
- 7,00÷8,60 m dal p.c. (almeno fino a 15,0÷20 m p.c.) (valori mediani): argilla con limo e argilla limosa, limo con argilla e limo argilloso, talvolta argilla con limo (e limo con argilla) debolmente sabbiosa. La frazione prevalentemente coesiva mostra una consistenza medio-elevata, talvolta elevata; la frazione prevalentemente granulare presenta un addensamento medio-basso. Alla profondità di circa 7 m dal p.c. il sondaggio S119-DH ha attraversato un livello di sabbia limosa alternata a livelli di argilla limosa, in un intervallo con uno spessore di 1.70 m, livello che è coerente con le indicazioni fornite dalle CPT in corrispondenza di tale profondità. I litotipi di questo strato sono interrotti soltanto a circa 30 m dal p.c., profondità a cui il sondaggio S119-DH ha incontrato un livello di ghiaia in matrice argillo-limosa. Lo spessore totale di tale livello ghiaioso non è stato determinato, il sondaggio attrezzato per un'indagine sismica down-hole ha infatti terminato la perforazione a 32 m dal p.c. in tale livello, confermando comunque le informazioni geologiche disponibili sulla presenza di un intervallo a ghiaia potente almeno un paio di metri in corrispondenza di tale profondità.

3.2.1 Modello geotecnico

3.2.1.1 Nuova pista

In funzione dell'opera in progetto e del volume significativo, si riportano nella tabella seguente i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Tabella 1. Valori caratteristici per l'area di intervento relativamente alla pista

da (valore mediano) [m p.c.]	a (valore mediano) [m p.c.]	strato geotecnico	c' [kPa]	ϕ [°]	c_u [kPa]	γ [kN/m³]	Ed [kPa]
0,00	1	1	4,48	22,39	70,90	19,40	4.097,31
1	3,4	2	10,02	19,20	82	19,60	5.432,03
3,4	4,9	3	7,55	22,06	105,6	19,30	9.753,10
4,9	6,20 (15,0)	4	17,82	18,50	148,5	19,70	13.206,83

Nel dettaglio, i valori caratteristici sono stati ottenuti nel seguente modo:

- peso di volume γ, quale valore della mediana dei risultati della relativa prova di laboratorio eseguita sui provini dei campioni indisturbati;
- angolo di attrito interno ϕ e coesione drenata c', tramite l'elaborazione statistica dei risultati delle prove di laboratorio;
- resistenza non drenata cu, tramite l'elaborazione statistica delle prove penetrometriche statiche, con i risultati oggetto di confronto con quelli ottenuti tramite l'elaborazione statistica dei risultati delle prove di laboratorio;
- modulo edometrico Ed tramite l'elaborazione statistica delle prove penetrometriche statiche, con approccio cautelativo, e controllo dei risultati delle prove edometriche.

3.2.1.2 Piazzali e raccordi

In funzione dell'opera in progetto e del volume significativo, si riportano nella tabella 18 i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Tabella 2. Valori caratteristici per l'area di intervento relativamente a piazzali e raccordi

da (valore mediano) [m p.c.]	a (valore mediano) [m p.c.]	strato geotecnico	c' [kPa]	ϕ [°]	c_u [kPa]	γ [kN/m³]	Ed [kPa]
0,00	1,6	1	16,7	26,2	96,80	19,50	6.402,90
1,6	4,2	2	16,6	19,85	68,6	19,10	5.922,64
4,2	7,0	3	16,06	20,21	104,6	19,25	7.619,08
7	8,6 (15,0)	4	15,36	18,29	153,2	19,80	14.084,50

Nel dettaglio i valori caratteristici sono stati ottenuti nel seguente modo:

- peso di volume γ, quale valore della mediana dei risultati della relativa prova di laboratorio eseguita sui provini dei campioni indisturbati;
- angolo di attrito interno ϕ e coesione drenata c', tramite l'elaborazione statistica dei risultati delle prove di laboratorio;
- resistenza non drenata cu, tramite l'elaborazione statistica delle prove penetrometriche statiche, con i risultati oggetto di confronto con quelli ottenuti tramite l'elaborazione statistica dei risultati delle prove di laboratorio;
- modulo edometrico Ed dello strato 1 dalla prova edometrica sul campione S40-C1 per un gradino di pressione fino a 93,3 kPa, con approccio cautelativo, e controllo dei risultati delle prove penetrometriche.
- modulo edometrico Ed degli strati 2, 3 e 4 tramite l'elaborazione statistica delle prove penetrometriche statiche, con approccio cautelativo, e controllo dei risultati delle prove edometriche.

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

4. ELEMENTI PROGETTUALI NUOVA PISTA E OPERE AIRSIDE

4.1 Aspetti di carattere generale

La nuova pista di volo costituisce l'elemento cardine del Master Plan al 2035. La scelta effettuata con l'adozione della soluzione della pista denominata "Parallela Convergente" con orientamento 11-29 è risultata la più congrua a soddisfare i seguenti obbiettivi prefissati:

- inserirsi nel contesto territoriale in modo compatibile e nel rispetto delle sue peculiarità;
- eliminare il sorvolo della città di Firenze e del centro abitato di Sesto Fiorentino;
- abbattere l'inquinamento acustico ed atmosferico;
- consentire alla nuova struttura aeroportuale di rispondere alla nuova domanda di traffico aereo.

Tutto ciò comporterà la realizzazione di tutte quelle opere propedeutiche necessarie a consentirne un corretto inserimento nel contesto territoriale, tra cui le più rilevanti sono:

- la regimentazione del sistema delle acque alte e basse, con deviazione del Fosso Reale e riordino del reticolo delle acque basse;
- il sotto-attraversamento dell'autostrada A11 da parte del Fosso Reale nel suo nuovo tracciato con sistema di ridondanza idraulica del Fosso Reale stesso;
- la modifica dei tracciati delle infrastrutture a rete interferenti con il nuovo assetto aeroportuale;
- gli interventi vari di compensazione ambientale e paesaggistica descritti nei relativi elaborati di progetto.

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

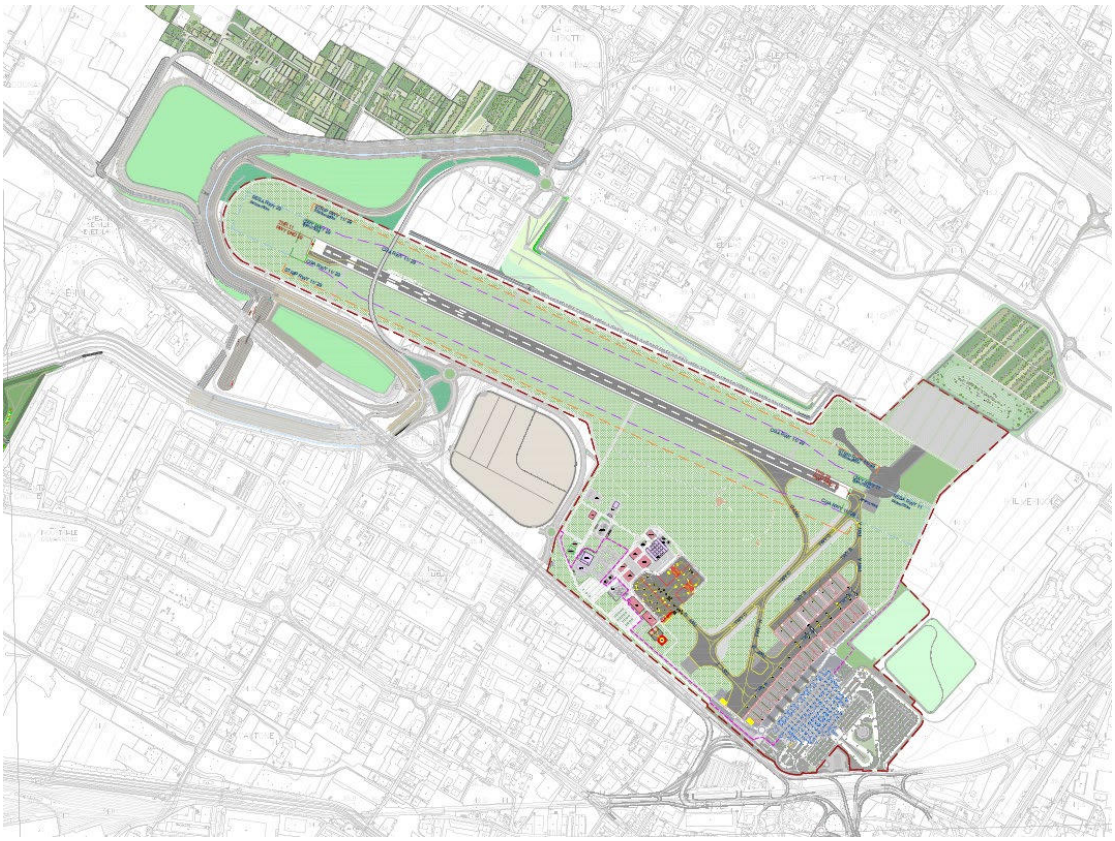


Figura 2. Planimetria tecnica orizzonte 2035

4.2 Criteri di dimensionamento e strategie di utilizzo delle infrastrutture

La geometria finale dei piazzali e le strategie di utilizzo ad essa connesse sono il frutto di un processo di progettazione che ha adottato come linee guida il soddisfacimento della capacità operativa della nuova pista contestualmente allo sfruttamento massimo degli asset aeroportuali attuali. È proprio in quest'ottica che va interpretato il riutilizzo, con logiche operative differenti, della vecchia pista 05-23, dei raccordi Foxtrot, Golf e in particolare dei raccordi Hotel e Mike.

L'utilizzo quanto più "conservativo" delle superfici aeroportuali esistenti ha anche lo scopo di limitare al minimo lo sfruttamento del suolo e, conseguentemente, quello di minimizzare le superfici opache all'acqua nell'ottica di una progettazione il più possibile rivolta al rispetto dell'ambiente.

La configurazione finale è, pertanto, una sintesi di sviluppi successivi che tengono conto dell'inscindibile rapporto tra lo sviluppo infrastrutturale airside con il relativo e coordinato processo di crescita delle infrastrutture del terminal e degli edifici airside e landside del gestore, in cui sono svolte tutte le attività di supporto alla gestione operativa dello scalo.

La strategia di sviluppo delle infrastrutture, con particolare riferimento alle taxiways e all'ordinato movimento studiato per l'utilizzo degli Aprons, ha come cardine l'uso della pista 11-29.

La nuova pista è progettata in modo che RWY 11 sarà strumentale di precisione cat.II/III, mentre su RWY 29 saranno consentiti esclusivamente i decolli; pertanto, in questa ottica vanno interpretati tutti i "Visual Aids for Navigation (Markings)" e i "Visual Aids for Navigation (Lights)" il cui riferimento normativo sono i capitoli L ed M delle *Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design – Issue 6.*

4.2.1 Verifica delle "obstacle limitation surfaces"

L'iter progettuale è partito dalla necessità del rispetto delle "obstacle limitation surfaces" della attuale pista con particolare riferimento alla "Inner transitional surface" vincolo dettato dal rispetto della continuità operativa dello scalo nella configurazione attuale (pista di volo 05-23), durante le fasi di costruzione del nuovo terminal e della pista di volo 11-29.

Per il rispetto di questi piani si è fatto riferimento alla normativa italiana edita dall'ENAC "Regolamento di Costruzione ed Esercizio degli Aeroporti" Cap. 4, e alla normativa internazionale ICAO Annex 14 Chapter 4 "Obstacle Restriction and Removal" e la EASA CS-ADR-DSN – Issue 6 Chapter H.

La superficie di transizione congruente con la attuale pista 05-23 ha imposto il posizionamento del punto sommitale del tetto del terminal, stimato ad una quota di poco superiore ai 26,50 metri, ad una distanza di circa 350 m dall'asse pista e pertanto a oltre 210 m dal bordo strip punto da cui si genera il piano di transizione.

La determinazione di una distanza di circa 353 metri del punto sommitale dall'asse pista consente all'edificio di non forare il piano di transizione giacché a 350 il limite riscontrabile è di 30 metri.

Il rispetto di questo requisito è desumibile dalle immagini seguenti.

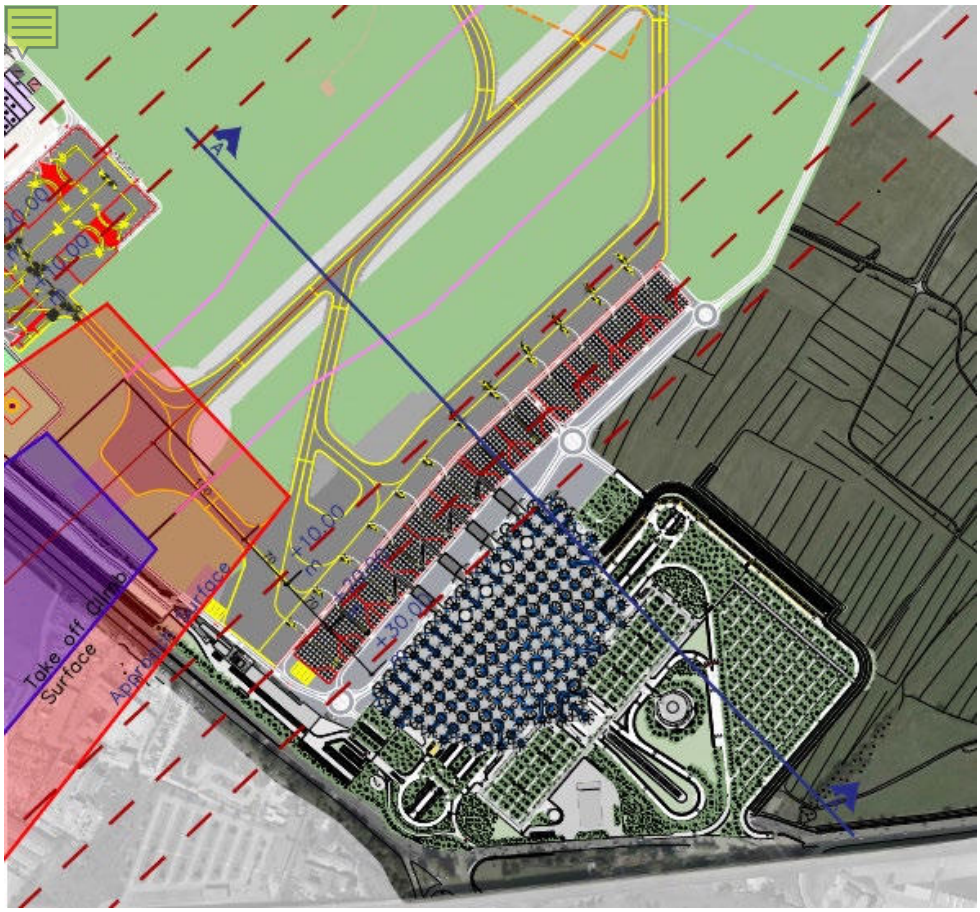


Figura 3. Aeroporto Internazionale di Firenze: Verifica Geometrica di OLS in Planimetria

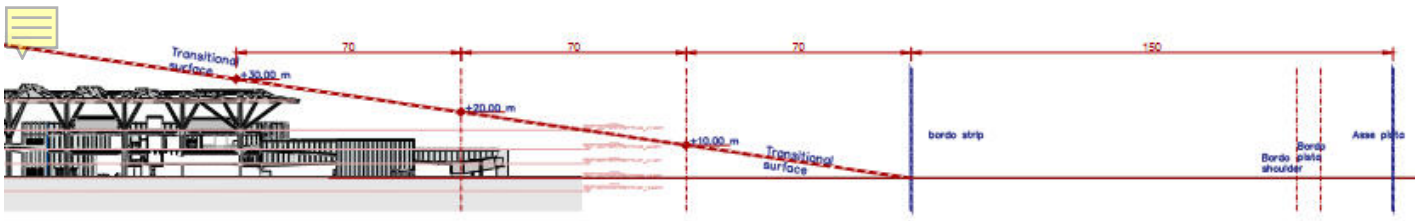


Figura 4. Aeroporto Internazionale di Firenze: Verifica Geometrica di OLS in Sezione

4.2.2 Stima del coefficiente di utilizzazione della nuova pista di volo 11/29

Il seguente paragrafo riferisce in merito ai risultati delle analisi anemometriche condotte allo scopo di determinare il coefficiente di utilizzazione della nuova pista di volo 11/29 dell'Aeroporto di Firenze - Peretola.

Il coefficiente di utilizzazione (CU) è il parametro che quantifica la percentuale di tempo durante il quale l'uso di una pista di volo non è limitato dall'azione del vento secondo i criteri stabiliti dalle norme; esso è analiticamente definibile attraverso la seguente espressione:

$$CU = \frac{\sum_{T_{ref}} \Delta t_u}{\sum_{T_{ref}} \Delta t}$$

dove:

- T_{ref} è il periodo di riferimento analizzato;
- Δt è la sotto-unità temporale in cui è suddiviso il periodo di riferimento e rispetto al quale è riferita ogni singola misurazione delle caratteristiche del vento;
- Δt_u è la sotto-unità temporale in cui la pista risulta utilizzabile.

La pista è orientata secondo la direzione 114° e 294° prevedendone un utilizzo di tipo esclusivamente monodirezionale con decolli sempre in direzione 294° ed atterraggi sempre in direzione 114°, a meno di situazioni di emergenza (che possono determinare situazioni di *missed approach*).

In virtù di tale assunzione, si ritiene che le limitazioni sull'operatività della pista dovute al vento possano derivare sia dall'intensità delle componenti traverse (*crosswind*) (direzione 24° o 204°) che da quella delle componenti in coda (*tailwind*) (direzioni di provenienza del vento 294° per gli atterraggi e 114° per i decolli): ciò risulta evidente data l'impossibilità di poter utilizzare le direzioni supplementari 294° per l'atterraggio e 114° per il decollo, circostanze queste che comporterebbero il sorvolo del nucleo cittadino di Firenze (salvo situazione di emergenza in atterraggio).

In virtù di ciò, è stata prevista la stima del CU tenendo espressamente conto sia dei limiti imposti dalle norme per quanto riguarda il vento traverso, sia di un valore massimo di vento in coda ritenuto mediamente tollerabile e pari a 10 kts, sebbene il fleet-mix previsto contempli, per percentuali non trascurabili, anche aeromobili certificati per venti in coda fino a 15 kts.

La componente massima di vento traverso tollerabile varia in funzione della lunghezza di campo caratteristica degli aeromobili che opereranno sulla pista e dalle condizioni di aderenza prevalenti che la caratterizzeranno, in parte dipendenti anche dalle condizioni meteorologiche connesse ad eventi di pioggia o neve.

In particolare, la EASA - CS-ADR-DSN Issue 6 al B.020 – (a) stabilisce come limite di vento traverso:

- 37 km/h (20 kts) per Airplane field length ≥ 1500 m e coefficiente di aderenza longitudinale ritenuto accettabile;
- 24 km/h (13 kts) per Airplane field length ≥ 1500 m e bassi valori del coefficiente di aderenza longitudinale;

- 24 km/h (13 kts) per Airplane field length ≥ 1200 m e < 1500 m;
- 19 km/h (10 kts) per Airplane field length < 1200 m.

I dati anemometrici utilizzati per le analisi in oggetto sono costituiti da 168·940 bollettini METAR (Meteorological Aerodrome Report) emessi dalla stazione meteorologica di Firenze – Peretola nel Tref che va dal 01 gennaio 2010 al 31 dicembre 2022 compresa tra le ore 06:00 e le ore 24:00. Il Tref assunto è, quindi, superiore ai 5 anni raccomandati dalla EASA - CS-ADR-DSN B.015 – (f) come periodo minimo da assumere nelle analisi ed è inoltre riferito alla fascia oraria di utilizzazione prevista della nuova pista di volo.

I dati METAR utilizzati hanno frequenza semi-oraria e consistono in osservazioni strumentali dei parametri di interesse per il presente studio, cioè, direzione, velocità e caratteristiche del vento oltre che delle condizioni di stato del cielo in termini di nuvolosità, della temperatura e umidità relativa dell'aria, delle precipitazioni e della pressione atmosferica (Figura 5).

.....
a) LIRQ 181200Z 27002KT 6SM 11/02 RMK SLP220 T01080023 57012 IEM_DS3505
b) LIRQ 181220Z VRB03KT CAVOK 11/02 Q1021
.....

Figura 5. Esempio di due bollettini METAR
(a) Vento proveniente da 270◦ con intensità 2kts ; (b) Vento con direzione variabile ed intensità 3kts

A soddisfacimento delle indicazioni normative, prendendo in considerazione il periodo di riferimento T_{ref} e analizzando le caratteristiche di direzione ed intensità del vento per ciascun bollettino METAR, è stato possibile calcolare il coefficiente di utilizzazione secondo l'espressione equivalente e semplificata:

$$CU = \frac{n_u}{N}$$

dove:

- nu è il numero di bollettini per i quali la pista risulta utilizzabile;
- N è il numero totale dei bollettini analizzati.

Perché l'espressione precedente sia applicabile, è necessario che le letture considerate nelle analisi siano tali da rappresentare in maniera più compiuta possibile le variazioni giornaliere e stagionali in direzione e intensità dei venti; a tal fine è quindi necessario utilizzare dati ad intervalli sufficientemente contenuti all'interno di ogni singolo giorno e quanto più uniformemente distribuiti e densi all'interno del T_{ref}.

Data la frequenza semi-oraria del dato (48 misure al giorno) si ritiene che il requisito di copertura del periodo di riferimento sia ampiamente soddisfatto, anche in virtù del

soddisfacimento del limite inferiore stabilito dalla EASA Issue 6 - CS-ADR-DSN B.015 – (f) pari a 8 misure giornaliere.

Affinché il criterio di uniformità sul periodo di riferimento risultasse soddisfatto è stato però necessario includere nelle analisi anche le letture in vento variabile per le quali la variazione in direzione risulta superiore ad un limite prestabilito nel periodo di misurazione; tale eventualità è infatti presente in circa il 32% delle letture (54.024 casi) non uniformemente distribuiti nel periodo di riferimento.

Includere tali dati con direzione variabile nel calcolo del CU ha portato in definitiva ad una sua stima più attendibile in quanto solamente 58 volte sui 54.024 casi presenti la velocità associata risulta superiore al limite inferiore di 10 kts stabilito dalle norme come significativo per la navigazione degli aeromobili di riferimento e quindi per il calcolo del CU: ciò, evidentemente, mette in evidenza che l'inclusione di tali dati nelle analisi migliora la stima del parametro grazie alla disposizione di un numero significativamente maggiore di letture. Le 58 letture con direzione incognita e velocità maggiore di 10 kts, sono state tutte cautelativamente assegnate in coda rispetto le direzioni di pista esaminate in maniera tale da minimizzare il CU ottenuto, sebbene sia evidente, a stretto rigore, che ciò incide sul CU al massimo per una percentuale pari a 58 / 168.940 = 0,03%.

Il primo risultato dello studio anemometrico consiste nella composizione delle rose dei venti utili alla comprensione della loro distribuzione e intensità sul lungo periodo. Le rose dei venti che derivano dal computo delle percentuali sul totale del numero di METAR caratterizzati da intensità comprese nelle classi di velocità di interesse aeronautico precedentemente esposte e integrate, per settore direzionali di ampiezza pari a 10° e 22,5°, sono riportate in Figura 6 dove, per riferimento, è stato inserito anche l'orientamento della nuova pista di volo.

L'analisi dei risultati ottenuti mostra un sensibile prevalenza dei venti di intensità maggiore dalle direzioni 30° e 250° con conseguente sfasamento angolare rispetto alla direzione della pista di progetto pari rispettivamente a 84◦ e 44◦.

I venti di intensità maggiore spiranti da NNE si traducono in venti prevalentemente al traverso (sen 84° = 0,99) così come quelli spiranti da NE si traducono in eguale intensità in venti al traverso e in coda per i decolli in direzione 294° o frontali per gli atterraggi in direzione 114°, sebbene le intensità vadano riducendosi verso l'allineamento della pista.

Allo stesso modo, è dimostrato come i venti di forte intensità spiranti da SW-SWW si traducano per circa il 71% della loro intensità in venti al traverso e in coda per gli atterraggi in direzione 114° o frontali per le partenze in direzione 294°. (cos 45° =sen 45° = 0,71).

L'analisi della direzione dei venti prevalenti con quella della pista evidenzia una certa attenuazione della componente traversa del vento a vantaggio dell'operatività degli aeromobili di classe inferiore.

Inoltre, emerge un sostanziale equilibrio tra la ripartizione dei venti in coda nelle due direzioni, il che rende opportuna un'analisi più approfondita sull'effetto che essi hanno sulle reali possibilità di utilizzazione delle piste 11 e 29 proprio in virtù della loro esclusiva monodirezionalità.

A tale scopo, in via cautelativa, il presente studio propone il calcolo di un coefficiente di utilizzazione modificato rispetto quanto previsto dalle norme di riferimento e tale da includere nella sua definizione anche il tempo in cui la pista possa risultare inutilizzabile per venti in coda con intensità maggiori a 10 kts.

Essendo la pista caratterizzata da esclusiva monodirezionalità ed avendo incluso nel calcolo del CU anche i venti longitudinali i quali possono risultare, in maniera alterna, in coda o in testa rispetto alla direzione dell'operazione, si è reso necessario il calcolo del CU per ciascuna direzione di pista; il CU globale è stato infine assunto pari al minimo valore ottenuto, risultato attribuibile sempre alla direzione di pista 11, cioè maggiormente condizionante le operazioni di atterraggio.

Di seguito sono riportate le rose aeronautiche dei venti di pista 11 utili alla stima grafica dei coefficienti di utilizzazione relativi rispettivamente ai soli venti traversi (Figura 7) e ai soli venti in coda (Figura 8). Il coefficiente di utilizzazione globale è stato infine ottenuto analiticamente, tenendo in considerazione anche la possibilità di eccedenza contemporanea sia di vento traverso che in coda.

Il fleet-mix di previsione risulta composto per il 92% da aeromobili dell'aviazione commerciale e per l'8% da aeromobili dell'aviazione generale.

L'Airplane field length, per tutti gli aeromobili dell'aviazione commerciale, risulta maggiore di 1500m.

L'Airplane field length relativo agli aeromobili dell'aviazione generale, risulta maggiormente disperso e non attribuibile ad un'unica classe. In via cautelativa si ritiene di poter attribuire per il 50% una lunghezza compresa tra i 1200 e i 1500m e per un 50% una lunghezza inferiore ai 1200m.

Il riepilogo dei risultati che si otterrebbero qualora gli aeromobili fossero caratterizzati di un valore univoco di velocità limite al vento traverso, è riportato nella Tabella 3.

In definitiva, il coefficiente di utilizzazione globale CU può essere determinato come media pesata rispetto al complesso dei movimenti previsti, ovvero sulla base dei seguenti dati:

- percentuale di aviazione commerciale sul totale dei movimenti annui pari al 92%. A questi viene assegnato un valore univoco del limite alla velocità del vento traverso pari a 20 kts, corrispondente ad un CU di 0,993;

- percentuale di aviazione generale sul totale dei movimenti annui pari all'8%. A questi vengono assegnati per un 50% un valore limite alla velocità del vento traverso pari a

13 kts (sul 4% del totale movimenti) ed uno di 10 kts (sul 4% del totale), corrispondenti ad un CU di 0,982 e 0,949.

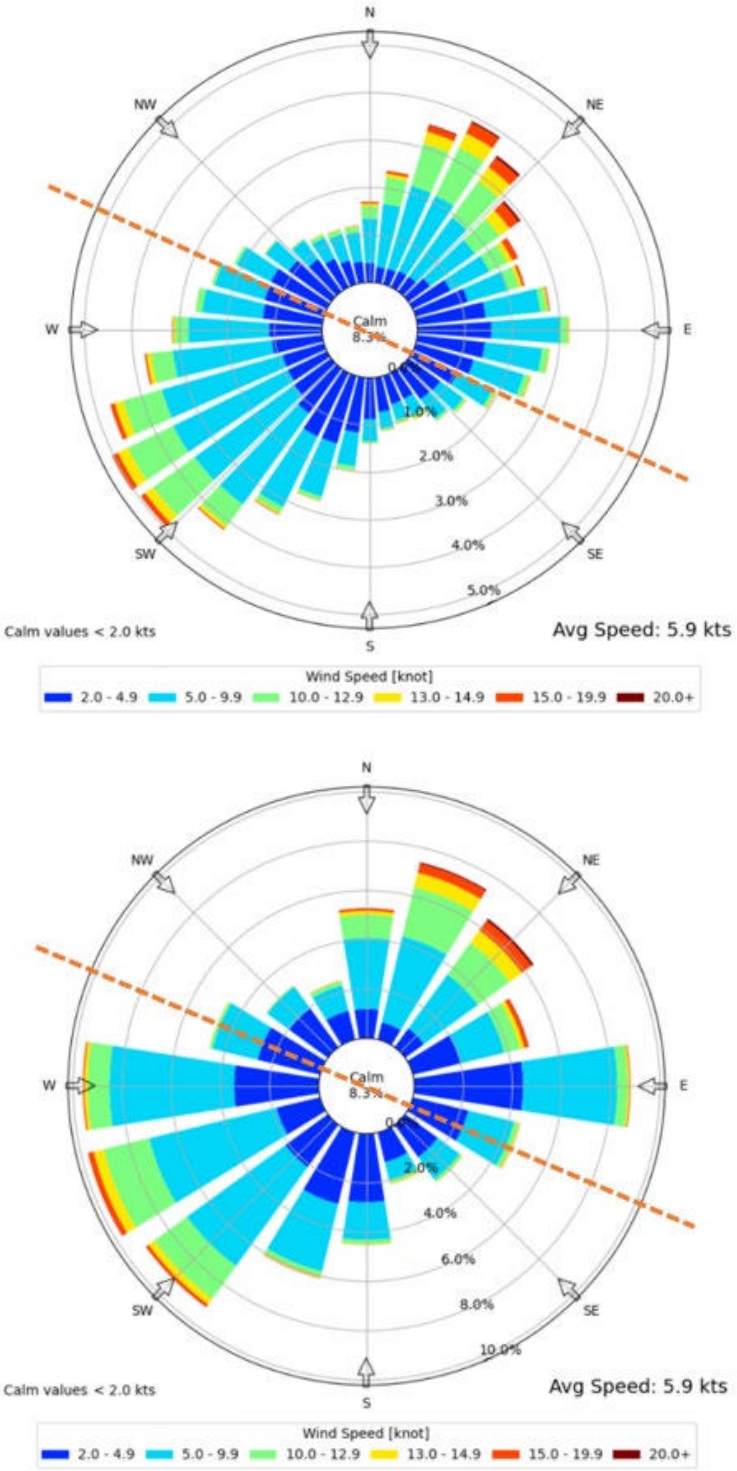


Figura 6. Esempio di due bollettini METAR
(a) Vento proveniente da 270° con intensità 2kts; (b) Vento con direzione variabile ed intensità 3kts

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

Il valore risultante del coefficiente di utilizzazione globale risulta come di seguito indicato:

$$CU_{RWY11/29} = 0{,}993 \cdot 0{,}92 + 0{,}982 \cdot 0{,}04 + 0{,}949 \cdot 0{,}04 = \mathbf{99{,}1\%}$$

Analizzando la stagionalità del fenomeno, i valori del coefficiente di utilizzazione determinati su base mensile risultano poco dispersi rispetto al valore medio globale e tali da non comportare la concentrazione di venti di intensità e direzione particolarmente sfavorevoli su un periodo temporale ridotto.

Quale ulteriore approfondimento si segnala che, anche tenendo in considerazione la velocità del vento in presenza di raffiche durante il periodo di registrazione METAR, applicando le indicazioni di cui alla FAA – AC 150/5300-13B-Airport Design-2022 e considerando la velocità del vento assunta per le analisi in presenza di raffiche pari a quella media del vento maggiorata del 50% tramite applicazione di un "*gusts factor*" di 1,5 (in linea con comprovati studi di riferimento), il coefficiente di utilizzo della nuova pista si ridurrebbe di qualche decimo di punto percentuale rispetto a quello sopra indicato, risultando comunque sensibilmente superiore al 98%.

Tabella 3. Coefficienti di utilizzazione per i limiti di velocità del vento

RWY 11		
Limite in coda	*Limite al traverso*	***CU***
10 kts	**20 kts**	**99.3%**
	13 kts	**98.2%**
	10 kts	**94.9%***

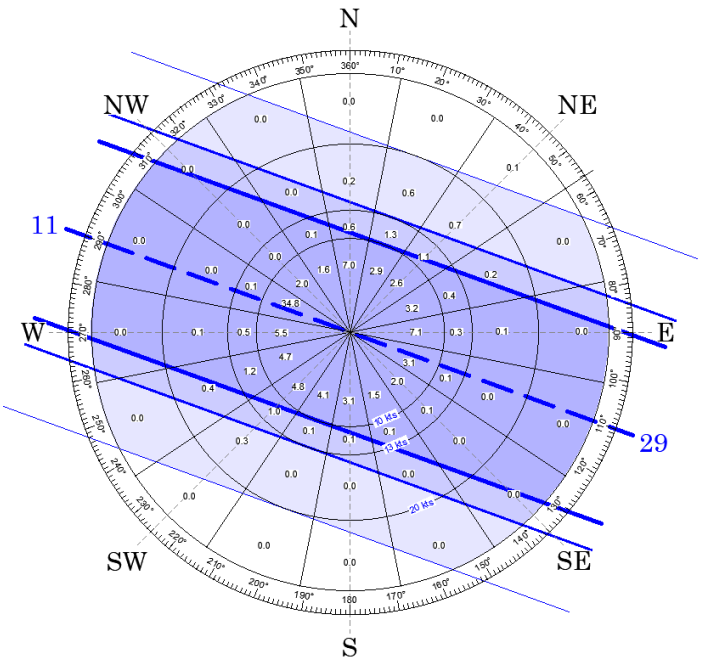


Figura 7. Rosa dei venti aeronautica per venti traversi e con limiti a 20 – 13 - 10 kts

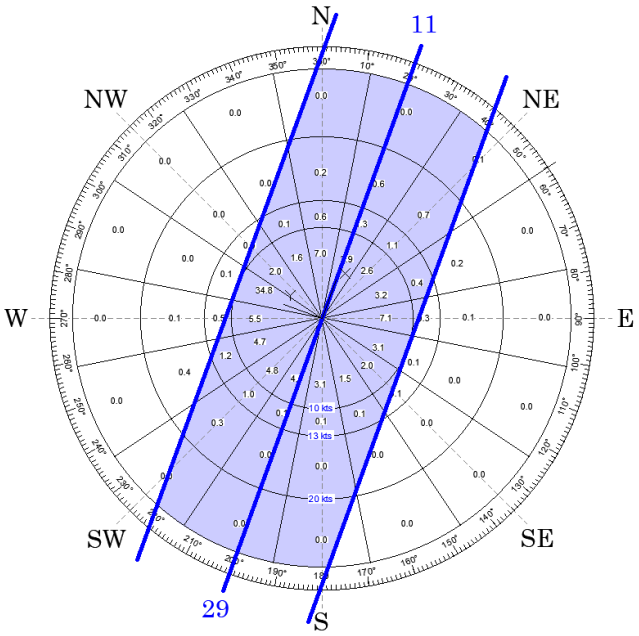


Figura 8. Rosa dei venti aeronautica per soli venti in coda e con limite fissato a 10 kts

4.2.3 Ampliamento dell'Apron 100: Criteri di Dimensionamento

La progettazione delle dimensioni dello stand caratteristico prospiciente il nuovo Terminal, servito dal bridge di collegamento e dal finger di imbarco\sbarco, è effettuata in osservanza delle normative nazionali ed internazionali che impongono le distanze di sicurezza da edifici, altri aeromobili e\o altri oggetti ascrivibili alla categoria di ostacoli.

Il criterio principale che determina il dimensionamento è la distanza minima del bordo stand dal perimetro dell'aeromobile per la cui definizione si è fatto riferimento all'inviluppo degli aeromobili che possono sostare nello stand. Tale distanza è desunta dalla norma CS ADR-DSN – Issue 6, e in particolare dal requisito "CS ADR-DSN.E.365 Clearance distances on aircraft stands" di cui si riporta uno stralcio:

> CS ADR-DSN.E.365 Clearance distances on aircraft stands.
>
> *(a) The safety objective of clearance distances on aircraft stands is to provide safe separation between an aircraft using the stand and any adjacent building, aircraft on another stand and other objects.*
>
> *(b) An aircraft stand should provide the following minimum clearances between an aircraft entering or exiting the stand and any adjacent building, aircraft on another stand and other objects:*

Code Letter	Clearance
A	3 m
B	3 m
C	4.5 m
D	7.5 m
E	7.5 m
F	7.5 m

Tabella 4. Distanza di clearance per categoria di aeromobile

Si è inoltre fatto riferimento alla Circolare ENAC APT 24 Piazzali Aeromobili (APRONS) - Margini di sicurezza per le manovre sui piazzali considerando di volta in volta la prescrizione più cautelativa in modo da fornire adeguati spazi di rispetto al personale, all'aeromobile parcheggiato ed alle varie attrezzature di rampa. Durante la fase di definizione dell'ERA/ASA si è dunque garantito un margine libero da ostacoli di 7,5 m in ogni punto dell'aeromobile, compresi i motori, ad eccezione del muso dell'aeromobile e le estremità delle ali per cui tale margine di sicurezza è stato ridotto a 4,5 m (come consentito dalla Circolare ENAC APT 24 Piazzali Aeromobili (APRONS) per gli aeromobili di classe C).

Per il corretto dimensionamento si è rispettato il requisito nelle due direttrici longitudinali e trasversali.

Nella direttrice longitudinale parallela al percorso di ingresso dell'aeromobile si è studiato l'inviluppo degli aeromobili di classe Charlie individuati nello spettro di progetto, in modo tale da rispettare le distanze di clearance in ogni combinazione di configurazione rispetto alla coda e alla punta dell'aeromobile.

Il dimensionamento longitudinale è condizionato, inoltre, dal rispetto delle pendenze limite concesse al finger e la quota del portellone ingresso dei passeggeri per ogni aeromobile impostando le diverse posizioni di parcheggio tali da rispettare la pendenza concessa dalle norme. A questo inviluppo di posizioni si è poi aggiunta la distanza di clearance prevista dal requisito per la classe Charlie. La lunghezza dimensionata tiene conto anche della necessità di circolazione dei mezzi di rampa o Ground Support Equipment (GSE) intorno all'aeromobile in modo tale consentire tutte le operazioni in completa sicurezza.

Il rispetto di questo criterio ha comportato una lunghezza dello stand di 54 m.

Nella direttrice trasversale oltre al rispetto del requisito CS ADR-DSN.E.365 Clearance Distances on Aircraft Stands, si è dovuto tenere conto delle operazioni sottobordo e in particolare della presenza simultanea di più mezzi, il più vincolante è risultato essere l'auto botte di rifornimento del Jet-Fuel.

Sebbene le normative internazionali permettano un dimensionamento trasversale di 45m, funzione dell'incremento delle dimensioni massime di un aeromobile di classe CHARLIE stimate in 36 più la distanza di clearance prevista dalle EASA, è risultato più vincolante il

rispetto delle normative di sicurezza previste per le operazioni di rifornimento dell'aeromobile.

Il decreto ministeriale del 30 giugno 2011 "*Disposizioni da osservarsi durante il rifornimento di carburante agli aeromobili*." (GU n. 169 del 22-7-2011), in particolare l'art.4 comma 4, impone di prevedere di una fascia di sicurezza di 6 metri rispetto ai serbatoi e ai loro sfiati.

Di seguito se ne riporta uno stralcio dell'articolo significativo e dei commi più coerenti per il tema:

> ***Art. 4*** *"misure di prevenzione e divieti"*
>
> *4. Durante le operazioni di rifornimento deve prevedersi intorno all'aeromobile una zona di sicurezza costituita da un'area circolare avente un raggio di metri 6 dai serbatoi degli aeromobili, dagli sfiati, dalle attrezzature e dai veicoli mobili usati per il rifornimento. Il Responsabile del rifornimento deve garantire che nessun estraneo alle operazioni di rifornimento, assistenza e controllo si trovi all'interno della predetta zona di sicurezza.*
>
> *5. Le attrezzature per il rifornimento di carburanti e gli sfiati dei serbatoi dell'aeromobile non devono trovarsi ad una distanza inferiore a metri 15 da qualsiasi edificio, ad esclusione dei manufatti connessi con le pertinenti operazioni di scalo.*
>
> *6. Non è consentito il rifornimento contemporaneo di due aeromobili posti in piazzole di sosta ERA/ASA contigue, nel caso in cui entrambi gli aeromobili siano con passeggeri a bordo o in fase di imbarco e sbarco. Il Gestore aeroportuale e i Responsabili del rifornimento devono coordinarsi per assicurare la corretta attuazione di tale disposizione.*
>
> *13. I veicoli di rifornimento, assistenza e controllo e le attrezzature devono essere posti in modo tale da consentire:*
>
> *a) il libero accesso all'aeromobile da parte dei servizi di soccorso e lotta antincendio;*
>
> *b) la rapida evacuazione, attraverso le uscite in uso, delle persone a bordo dell'aeromobile;*
>
> *c) il rapido allontanamento dei mezzi rifornitori.*
>
> *14. I veicoli non devono transitare o sostare sotto l'ala degli aeromobili, salvo quelli del rifornimento e solo se la loro presenza è indispensabile per le operazioni di rifornimento di carburante, di oli lubrificanti ed idraulici. Nel caso di rifornimento con autocisterna:*
>
> *a) la parte dell'autocisterna contenente l'apparato motore non deve sostare sotto l'ala;*
>
> *b) l'attrezzatura utilizzata per il servizio di manutenzione deve essere collocata ad una distanza superiore a 3 metri dalle aperture di sfiato dell'impianto di combustibile degli aeromobili.*

Pertanto, considerando l'apertura alare di un full Charlie di 36 metri, aggiungendo ad essa le fasce di rispetto di sicurezza imposte dalla normativa riguardante le attività di rifornimento di carburante di 6 metri rispetto agli sfiati e\o ai serbatoi ed un'ulteriore clearance di 2 metri per garantire maggior spazi per la movimentazione dei mezzi di servizio, la larghezza dello stand è stato assunto pari a 50 metri.

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

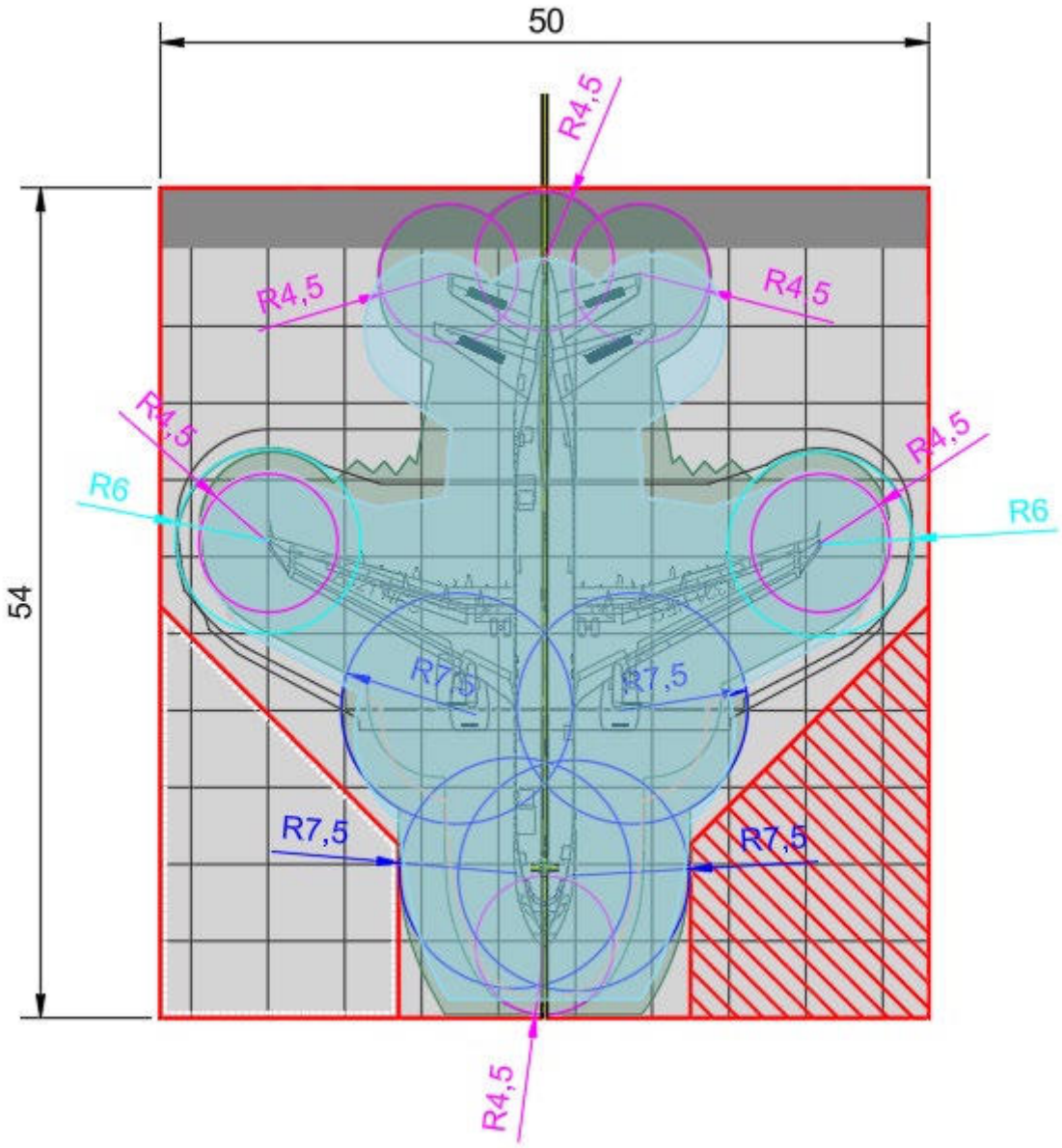


Figura 9. Verifica dimensionale Stand Full Charlie

4.2.4 Capacità area di stazionamento del comparto airside al 2035

Il presente paragrafo riferisce in merito alla valutazione della capacità teorica degli Apron dell'Aeroporto di Firenze nella configurazione prevista dal Masterplan 2035, al fine di verificarne la possibilità di rispondere alla domanda di traffico stimata nell'unità di tempo critica.

La capacità di un'area di stazionamento è influenzata, oltre che dalle infrastrutture fisiche che compongono il sistema aeroportuale, anche da altri fattori, quali:

- numero e tipologia di stand disponibili;

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

- politica di impiego degli stand e ogni eventuale restrizione al loro utilizzo quale, ad esempio, la possibilità di avere stand dedicati a specifiche categorie di aeromobili;
- posizione rispetto alla Pista di Volo e relativa relazione funzionale derivante dalle caratteristiche delle vie di rullaggio e dell'Apron stesso;
- tempo di occupazione di ogni area di stazionamento (Turnaround);
- tipologia di traffico aereo e caratteristiche degli aeromobili che impiegano lo scalo (volo di linea o charter, trasporto solo passeggeri o anche merci, volo nazionale, internazionale o intercontinentale).

In generale, una valutazione di dettaglio delle performance operative degli Apron può essere condotta attraverso l'impiego di modelli di simulazione dinamica i quali, per effetto delle molteplici specificità che caratterizzano un'area di stazionamento, possono essere sviluppati solo secondo una logica di risoluzione del tipo "case-to-case". D'altra parte, in fase di programmazione dello sviluppo delle infrastrutture aeroportuali e quando le diverse categorie di informazioni necessarie non possano essere disponibili è ragionevole ritenere l'impiego di modelli complessi non pienamente rispondente alle reali necessità del gestore, mentre può risultare preferibile l'applicazione di modelli semplificati che forniscano una stima comunque cautelativa, il cui affinamento potrà avvenire successivamente e coerentemente con il consolidamento dei dati di input.

Si ritiene comunque opportuno sottolineare come ulteriori e più approfondite simulazioni riferite alle condizioni operative di dettaglio dello scalo in esame sono già in fase di sviluppo e i risultati saranno resi disponibili con le successive fasi progettuali.

Nel caso in esame, non essendoci allo stato attuale particolari restrizioni sull'utilizzo dei diversi stand, la valutazione dell'offerta dell'area di stazionamento può essere stimata applicando la definizione di capacità media dell'Apron, la quale è identificata come il numero massimo di aeromobili che possono essere serviti dall'area di stazionamento nell'unità di tempo. Questa viene definita dalla seguente espressione analitica:

$$C = \frac{N}{T} \qquad [\text{mov./h}]$$

$$T = \sum_{i=1}^{n} (p_i \times T_i) \times U$$

Dove:

N : numero totale di stand disponibili

T : tempo medio di occupazione dello stand

p_i : percentuale di traffico con tempo di stazionamento Ti

T_i : tempo di stazionamento per le diverse tipologie di traffico

U: coefficiente moltiplicativo che tiene conto di eventuali ritardi in partenza e soste forzate, assunto paria 1.2

Tutto quanto sopra è da ritenere verosimile poiché il complesso delle infrastrutture del comparto airside (Pista, taxiway e aree di stazionamento) ha caratteristiche aeronautiche omogenee, ossia in grado di servire senza restrizioni aeromobili fino a codice C. In particolare, gli stand che compongono le diverse aree di stazionamento sono stati dimensionati in modo tale da consentire una distribuzione uniforme del traffico su ognuno dei 23 stand della configurazione al 2035 (nella presente valutazione non vengono considerati gli stand de-icing).

In base alle previsioni di traffico per il 2035 è possibile ritenere che quest'ultimo non sarà caratterizzato da significative variazioni di stagionalità, del mix della domanda business/turistica e del traffico lungo raggio e breve raggio. Il coefficiente di picco medio può, pertanto, essere assunto pari a circa 1,2 mentre le caratteristiche di stazionamento previste vengono cautelativamente così ripartite:

- 45 minuti voli corto raggio;
- 1,5 ore voli medio raggio;
- 6 ore voli lungo raggio e AVG.

Le ipotesi alla base delle presenti valutazioni sono le seguenti:

- il numero massimo di 15 mov./h previsto nell'ora di punta nella settimana più caricata è stato stimato con riferimento alle proiezioni di traffico al 2035 e ad una distribuzione oraria risultante dai dati consolidati nel 2019;
- numero di stand disponibili 23 (dalla presente valutazione sono esclusi gli stand ad uso de-icing);
- stand tutti in grado di accogliere aeromobili di codice C;
- fattore di conversione della capacità dell'Apron da AAmm/h in mov./h "**a**" assunto pari a 1,69. Tale fattore è stato ricavato dallo studio redatto da De Neufville e Odoni il quale prevede un approccio cautelativo ipotizzando il 65% di arrivi e 35% di partenze nell'unità di tempo. (De Neufville e Odoni 2003 Airport Systems- Planning, Design and Management. McGraw-Hill, New York, United States, (Chapter 10)
- ripartizione del traffico in funzione del tempo di occupazione dello stand come riportato nella tabella seguente.

Sulla base delle ipotesi sopra riportate è possibile ottenere una capacità C di 10,4 aeromobili/h che corrisponde, applicando il fattore di conversione pari a 1,69, ad un totale di **17 - 18 movimenti/h**, superiore di circa il 13%-20% alla domanda di 15 mov./h previsti nell'ora di punta.

Tabella 5. Ripartizione del traffico in funzione del tempo di occupazione dello stand considerata per le valutazioni

Classi dei tempi di occupazione	Ore di stazionamento [h]	% sul fleet mix
voli corto raggio	0.75	15%
voli medio raggio	1.5	75%
voli lungo raggio e AVG	6	10%
		100%

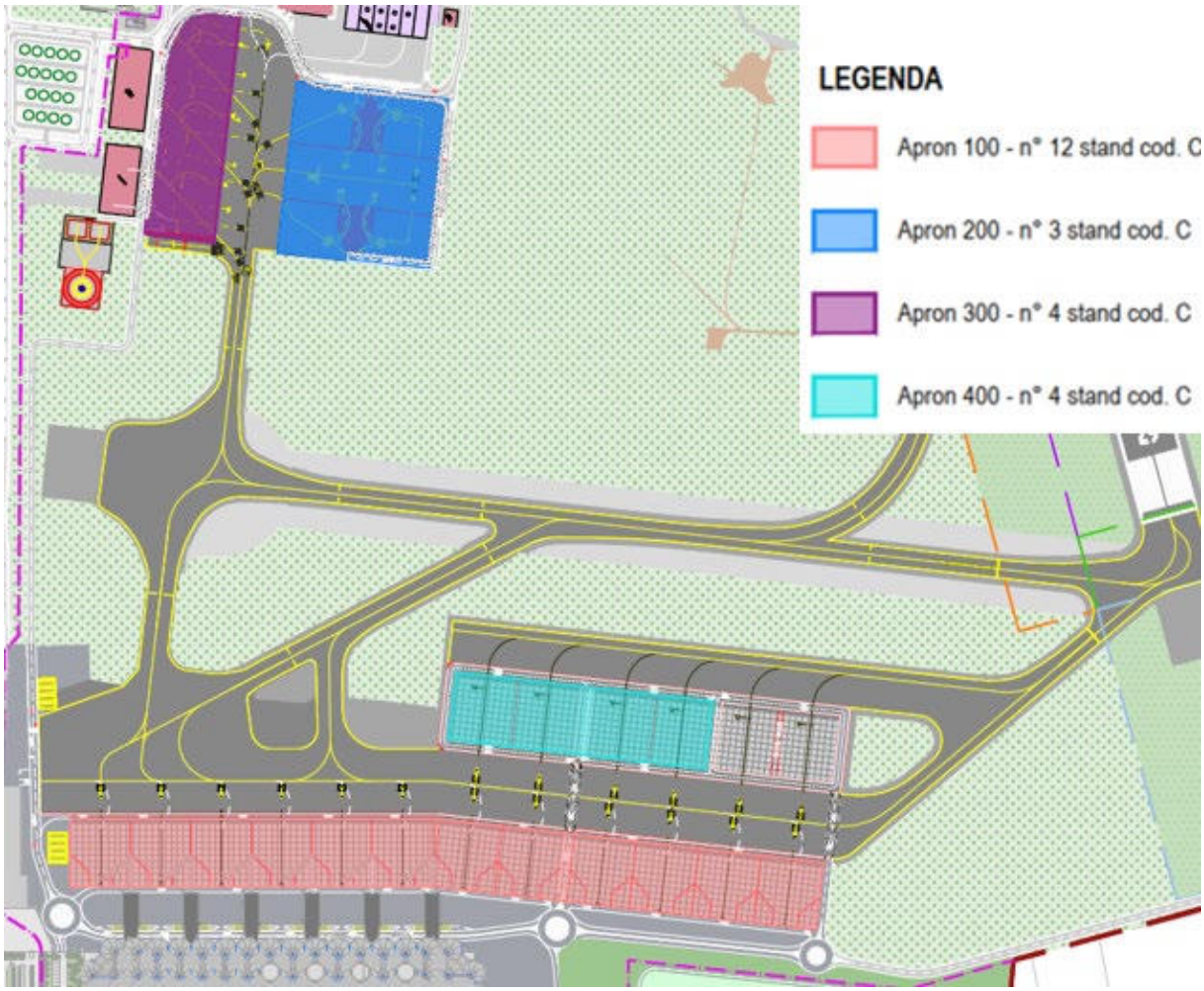


Figura 10. Stand disponibili nella configurazione al 2035

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

4.2.5 Ampliamento delle infrastrutture Airside: fasi di sviluppo e flussi operativi

L'ampliamento delle infrastrutture airside ha un percorso di sviluppo che è caratterizzato da tre milestones successive determinate da una logica di sviluppo condizionata dalla proiezione di crescita del traffico e dalla sostenibilità economica degli investimenti

4.2.5.1 Orizzonte 2028

L'orizzonte 2028 si caratterizza per la realizzazione dei seguenti infrastrutturali che potenziano la fruibilità e il livello di safety di tutte le infrastrutture airside:

- la pista nella sua configurazione finale con una TORA DI 2200 m; in questa configurazione la soglia 11 arriva ad essere quasi tangente la vecchia pista la cui giacitura convergente ne permette un nuovo utilizzo come taxiway Charlie di uscita in caso di atterraggio lungo;
- la taxiway Delta, che ricoprirà la funzione di 'rapid taxiway' raddoppiando le possibilità di rullaggio in uscita dalla nuova pista 11-29;
- la riconversione della vecchia pista in taxiway Charlie
  la nuova taxiway Alfa permetterà un ordinato movimento di circuitazione in senso antiorario;
- l'allineamento degli gli stand fronte terminal parallelamente alla main apron taxilane, in modo da ottimizzare il flusso degli aeromobili e il suo contestuale ampliamento;
  la costruzione del nuovo terminal con realizzazione di quattro torrini a servizio degli stand fronte terminal. L'ampliamento dell'Apron 100 consentirà di renderlo immediatamente fruibile una volta conclusa la costruzione del nuovo terminal. In questa configurazione l'Apron 100 sarà costituito da 12 stand "contact" di categoria Charlie.

La strategia di utilizzo delle nuove configurazioni di pista è volta a dividere in modo quanto più efficace i due flussi di aviazione generale da quella commerciale. In questa ottica è da intendersi la quasi esclusiva destinazione dell'Apron 200-300 alla aviazione generale con la sola eccezione per l'attività manutentiva. Con questa geometria gli aeromobili della avg usciranno di pista mediante la taxilane Delta, percorreranno la Charlie fino a rullare sulla Golf per lo stazionamento nelle aree ad essi dedicate. Invece l'aviazione commerciale una volta liberata la pista 11-29, o mediante 'rapidexit taxiway' o mediante taxiway Charlie, potrà raggiungere il nuovo piazzale 100 mediante il raccordo Hotel e Mike, o in via alternativa raccordo Foxtrot. Ciò genera una pluralità di strategie di riempimento del piazzale 100 a seconda dell'area di destinazione per il parcheggio dell'aeromobile.

La configurazione grazie alla costruzione del raccordo Alfa permette una fluidità di esercizio dell'area movimento consentendo di effettuare una circolazione prevalentemente oraria nell'Apron 100. La circuitazione dei mezzi così progettata permette, inoltre, in casi eccezionali, di adottare strategie di ingresso in pista anche mediante raccordo Hotel e Bravo, nei casi in cui insorgano delle complicanze al normale esercizio sulla main Taxiway Alfa.

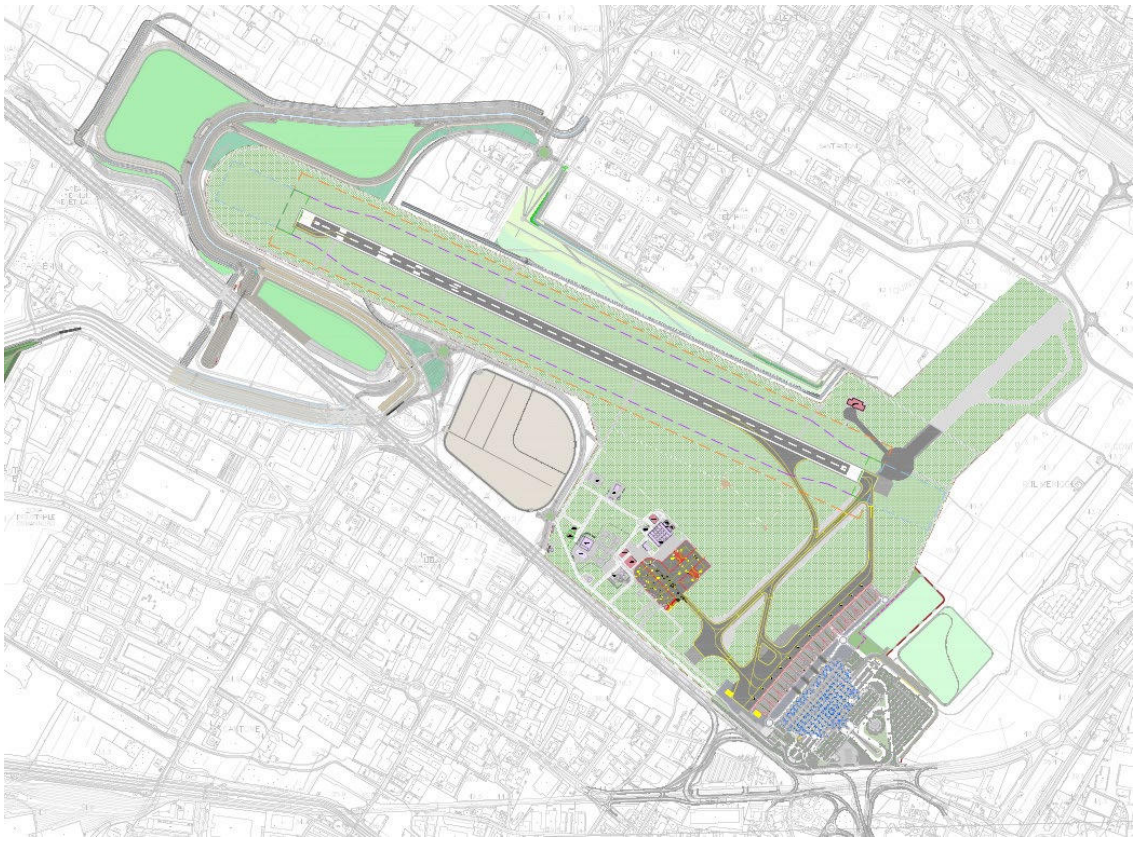


Figura 11. Configurazione delle infrastrutture airside orizzonte 2028



Figura 12. Dettaglio del piazzale Est (Apron 100) nell'Orizzonte 2028

4.2.5.2 Orizzonte 2030

L'orizzonte 2030 prevede:

- la realizzazione nell'area destinata alla realizzazione dell'Apron 400 di due stand de-icing dedicati durante il periodo invernale, ad un uso esclusivo per le operazioni di trattamento antighiaccio dotate di un sistema dedicato di captazione dei liquidi che saranno trattati secondo le vigenti normative ambientali e di parte del raccordo Bravo a servizio degli stand stessi;
- la realizzazione di uno stand dedicato agli 'evtol';

La configurazione al 2030, grazie al raccordo Alfa e dei due stand de-icing connessi al raccordo Alfa mediante un ramo di raccordo Bravo, permetterà una fluidità di esercizio dell'area movimento che, durante il periodo invernale, di fatto raddoppia la sua capacità di esercizio garantendo il rispetto dei tempi di holdover time data la estrema vicinanza al punto di decollo.

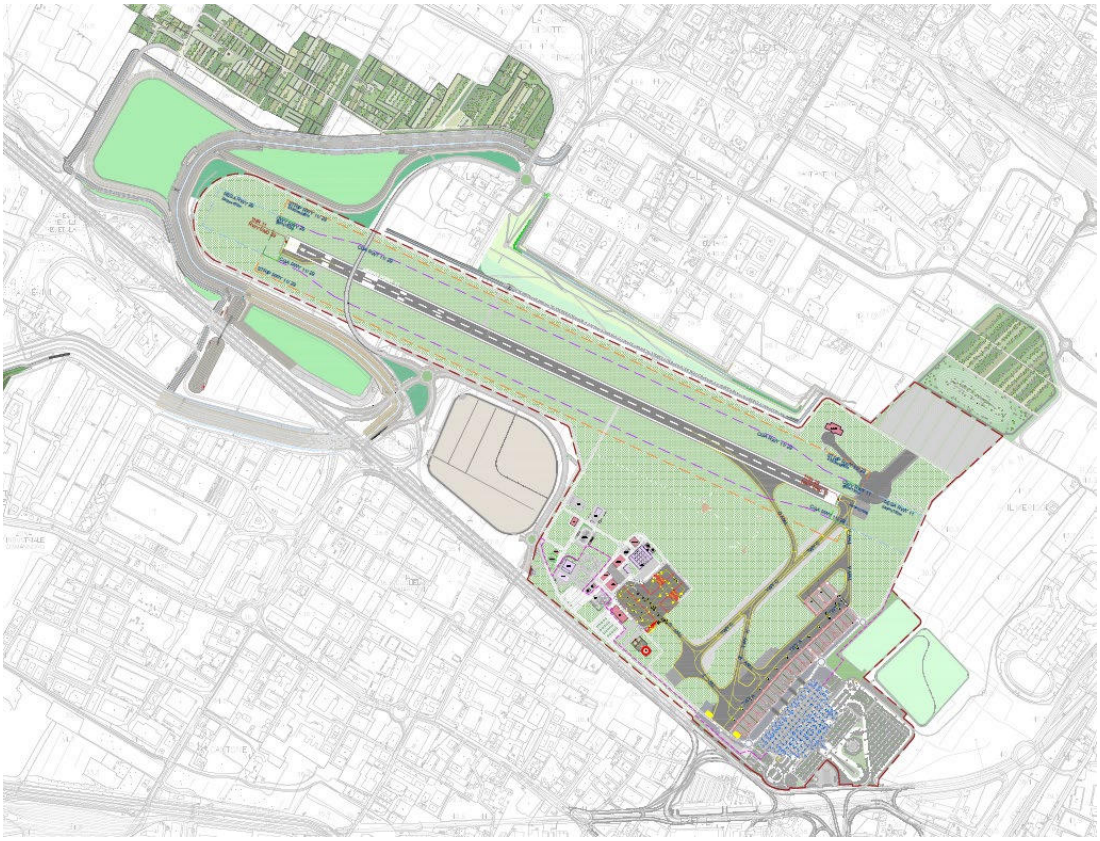


Figura 13. Configurazione delle infrastrutture airside orizzonte 2030

Toscana Aeroporti Engineering S.r.l.
Via del Termine, 11 – 50127 Firenze – tel.: 055.3061300 – fax: 055.3061355 – www.toscana-aeroporti.com
R.E.A. FI 634743 – Capitale Sociale Euro 80.000,00 i.v.
P.IVA e Codice Fiscale: 06521990488

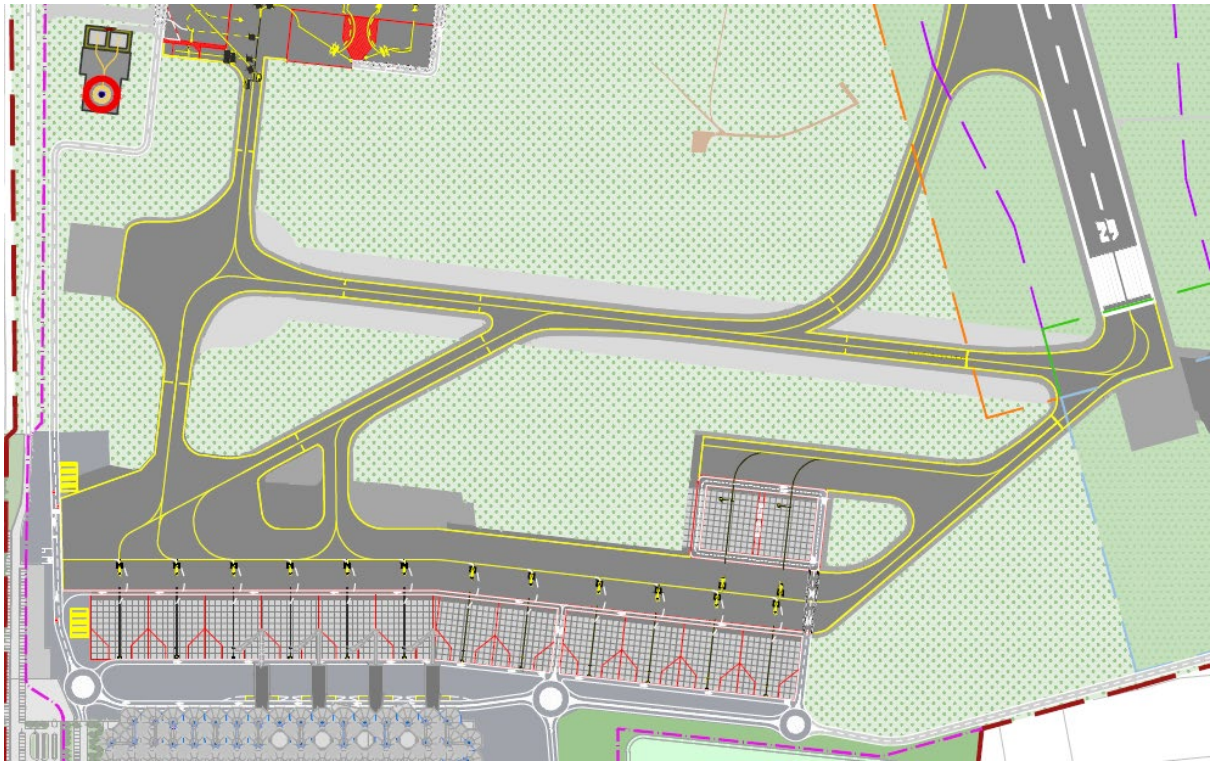


Figura 14. Dettaglio del piazzale Est (Apron 100 e Apron 400) nell'Orizzonte 2030

4.2.5.3 Orizzonte 2035

L'orizzonte 2035 prevede l'ulteriore espansione delle aree di movimento degli aeromobili mediante:

- la costruzione di quattro nuovi stand remoti afferenti all'Apron 100 in categoria Charlie e l'allungamento del raccordo Bravo ad essi dedicati per il raggiungimento dell'ingresso in pista mediante taxiway Alfa.
- il raggiungimento della massima espansione del Terminal con la realizzazione di ulteriori due torrini a servizio degli stand fronte terminal.

La configurazione di questa fase permette il parcheggio di 18 velivoli in classe Charlie nel piazzale Est.

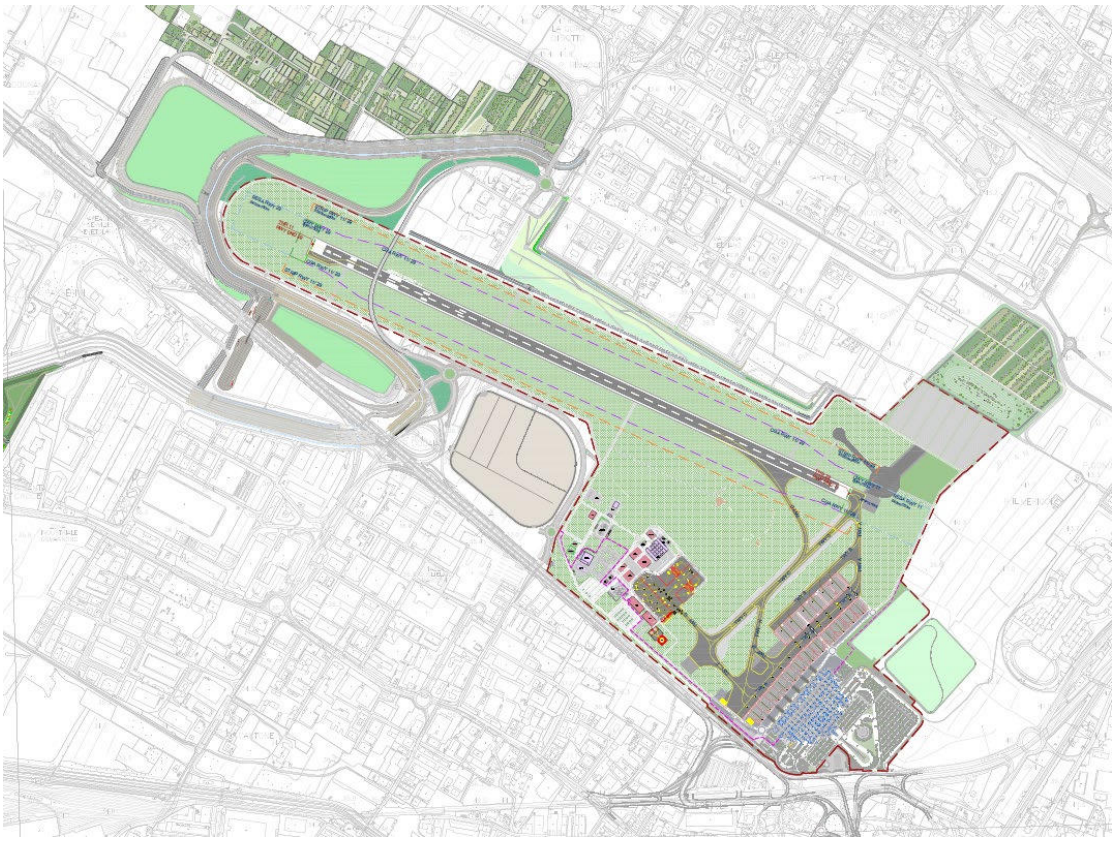


Figura 15. Configurazione delle infrastrutture airside orizzonte 2035

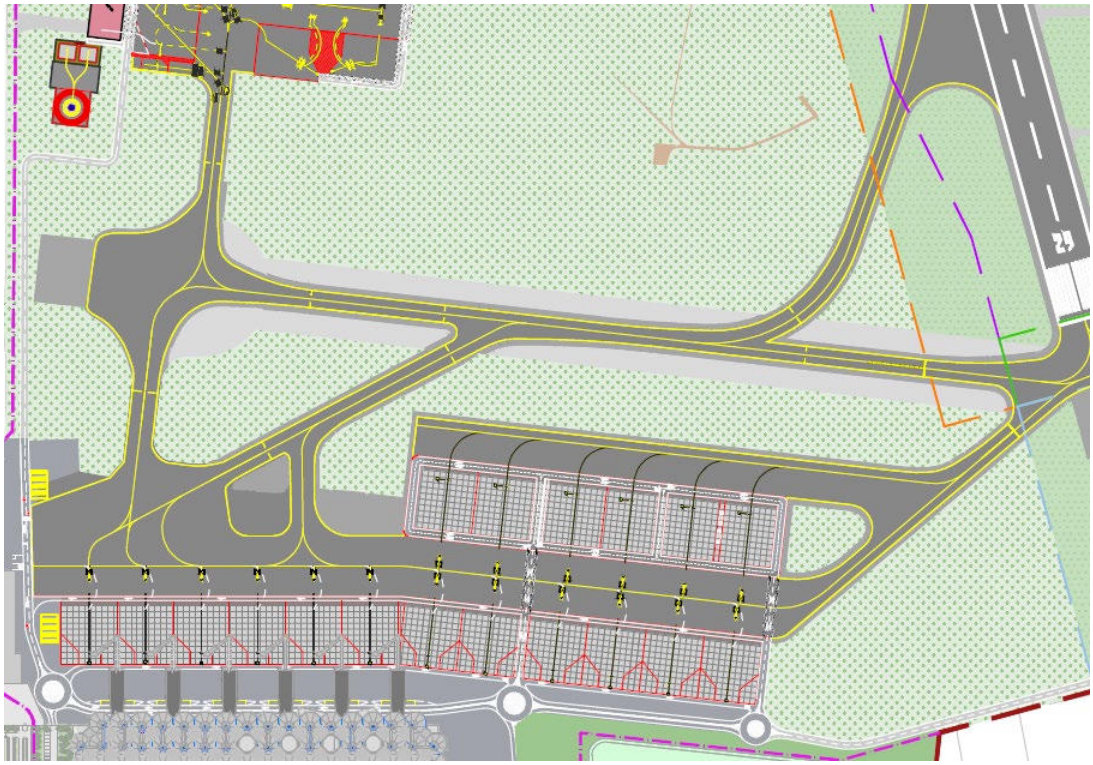


Figura 16. Dettaglio del piazzale Est (Apron 100 e Apron 400) nell'Orizzonte 2035

4.3 Soluzioni progettuali nuova pista ed opere airside

La nuova pista di volo determinerà un impianto dell'infrastruttura aeroportuale completamente rinnovato rispetto allo stato attuale, ottimizzando la sistemazione delle infrastrutture di supporto (piazzali aeromobili e raccordi) e di servizio all'attività aeroportuale (aviazione generale, aeroclub, VV.F, mezzi di rampa, ecc.), e introducendo un miglioramento in termini di capacità operativa, stimabile in circa 16-17 movimenti/ora.

La nuova pista di volo è caratterizzata dalla sua "unidirezionalità", dal punto di vista operativo, con orientamento 11-29 (con arrivi da pista 11 e decolli da pista 29 in direzione 11), ha una lunghezza di 2200 m a regime e una larghezza di 45 m, cui sono associate le shoulder di 7,5 m ciascuna.

Nella configurazione a regime (lunghezza 2200 m) presenterà una classificazione "4C", orientamento magnetico (QFU) 114/294, soglia 11 a quota 37,710 slm (123,720.47 ft) e quota della soglia 29 pari a 39,615 m (129,97047 ft).

Dal punto di vista operativo, in relazione agli studi aeronautici sviluppati da ENAV, la pista si configura in cat. II-III con operatività garantita, per pista 11, anche in condizioni di bassa visibilità.

La pista è dotata di una taxiway di uscita rapida "D" mentre il collegamento della pista con i piazzali avviene tramite un sistema di raccordi, in parte esistenti ed in parte di nuova costruzione che consentono, in qualsiasi situazione, di garantire la capacità di movimenti ammessa dalla pista.

Le nuove infrastrutture di volo, pista e raccordi, sono state configurate geometricamente nel rispetto e secondo le prescrizioni della Normativa EASA, del Regolamento ENAC e dell'Annesso 14, per aeroporti di categoria 4C e piste strumentali di Cat. II/III.

Di seguito si riporta un'analisi complessiva relativa alla configurazione della nuova pista di volo:

- tra i benefici in raffronto allo stato attuale, si evidenzia l'aumento del coefficiente di utilizzazione della pista, superiore rispetto al valore minimo di 95% fissato dall'ICAO;
- non presenta particolari criticità dal punto di vista dell'impatto acustico, né relativamente all'occupazione di aree ove presenti edifici residenziali e neppure relativamente all'impatto sulla componente acque superficiali. Le componenti ambientali maggiormente impattate risultano quelle legate all'utilizzo del suolo; tuttavia, gli interventi previsti rendono possibile la realizzazione di efficaci interventi di mitigazione degli impatti quali la creazione di aree destinate a parco e la realizzazione di un "corridoio ecologico" capace, tra l'altro, di creare una continuità spaziale tra gli stagni della piana fiorentina, che attualmente risultano molto frammentati ed isolati tra loro;

- in termini di impatto acustico e atmosferico, si evidenzia un netto miglioramento rispetto alla situazione attuale con significativa minimizzazione degli effetti rispetto ad ogni altra soluzione progettuale vagliata, riconducibile ad una "agevole" gestione dei motori e del sistema frenante degli aeromobili in ogni configurazione operativa;

- la soluzione di progetto risulta anche efficiente ai fini dell'impatto sul territorio; i Piani di Rischio ad essa correlati "liberano" aree allo stato attuale fortemente impattate. Si registra l'inclusione di aree ad uso agricolo o verde pubblico, oppure interessate da infrastrutture viarie con sostanziale assenza di edifici ad elevato affollamento, ricettori sensibili o attività a rischio.

- la presenza di venti, prevalentemente trasversali alla pista, risulta risolutiva in relazione alle criticità attuali che generano frequenti dirottamenti e limitata capacità operativa;

- in relazione agli aeromobili di riferimento A321-Neo e B737-Max8, si ottiene massima capacità operativa e massime condizioni di safety come evidenziato dal grafico di performance di seguito riportato:

- le analisi condotte da ENAV per la pista 11/29 di lunghezza di 2200 metri non hanno evidenziato sostanziali criticità in termini di compatibilità orografica con il contesto;

- la soluzione dimostra efficacia in termini di risposta alle previsioni di adeguamento e potenziamento dello scalo aeroportuale ed è compatibile con le previsioni di traffico analizzate;

- inserita nel contesto più generale del masterplan 2023-2035, la soluzione pista 11/29 consente un coerente e adeguato potenziamento del sistema landside (nuovo terminal, nuovi parcheggi, adeguamento viabilità e interconnessione con altri sistemi di trasporto del tessuto urbano).

La progettazione contempla inoltre:

- l'ampliamento del piazzale aeromobili Apron 100 contestualmente alla messa in esercizio della Pista di volo;
- la realizzazione dell'Apron 400 nel piazzale Est;
- la realizzazione della viabilità perimetrale delle infrastrutture di volo;
- la delimitazione del nuovo sedime con recinzione di tipo aeroportuale;
- le attività necessarie alla parziale dismissione dell'attuale pista di volo 05-23 e alla messa in esercizio della nuova pista 11-29.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione Generale del presente progetto (rif. doc. FLR-MPL-PSA-GEN1-001-GE-RT).

4.3.1 Pavimentazioni e superfici aeroportuali

La presente fase di studio di masterplan ha analizzato, in via preliminare e sulle base delle estensive esperienze maturate su precedenti attività di progettazione, gli aspetti geotecnici riguardanti la natura dei terrei sottostanti le pavimentazioni aeroportuali e le relative superfici di sicurezza di strip e RESA.

La soluzione analizzata in via preliminare prevede l'adozione di un sistema di geodreni verticali a nastro (wick drain) che consente di assorbire fino al 95% in tempi compatibili con la pianificazione di cantiere per la realizzazione delle opere.

La sovrastruttura della Pista di volo è stata preliminarmente dimensionata prevedendo una suddivisione tra aree loaded (20 m in asse alla centerline), aree unloaded (parte di pavimentazione tra limite aree loaded e limite segnaletica di margine) e aree shoulder. Nei raccordi e per le taxilane di piazzale è stato mantenuto lo schema di pavimentazione adottato per le aree loaded mentre per le aree di stazionamento è stato adottato uno schema di pavimentazione rigida. Sia la RESA che la CGA e la STRIP sono stati predimensionati sulla base dei necessari requisiti di portanza mentre per le restanti aree a verde è stata prevista una semplice sistemazione planoaltimetrica funzione dei relativi limiti normativi.

Gli schemi di pavimentazione così come emergono dal presente predimensionamento sono sinteticamente descritti di seguito:

- Pavimentazione aree loaded, raccordi e taxilane di piazzale:
  - Strato di usura in conglomerato bituminoso con bitume modificato di spessore 5 cm;
  - Strato di binder in conglomerato bituminoso con bitume modificato di spessore 7 cm;
  - Strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato di spessore 18 cm;
  - Sottobase riciclata a freddo di spessore 20 cm;
  - Fondazione in misto cementato 20 cm;
  - Sottofondo stabilizzato a calce (nelle aree per le quali sarà da prevedere la messa in opera di geodreni prefabbricati sarà presente anche uno strato di misto granulare di spessore 60 cm con funzione di materasso drenante);
- Pavimentazione aree di stazionamento aeromobili:
  - Lastra in calcestruzzo di spessore 40 cm;
  - Calcestruzzo magro di spessore 10 cm;
  - Fondazione in misto cementato di spessore 20 cm;
  - Sottofondo stabilizzato a calce;
- Pavimentazione unloaded
  - Strato di usura in conglomerato bituminoso con bitume modificato di spessore 5 cm;

  - Strato di binder in conglomerato bituminoso con bitume modificato di spessore 7 cm;
  - Strato di base in conglomerato bituminoso con bitume modificato di spessore 18 cm;
  - Fondazione in misto cementato 20 cm;
  - Sottofondo stabilizzato a calce (nelle aree per le quali sarà da prevedere la messa in opera di geodreni prefabbricati sarà presente anche uno strato di misto granulare di spessore 60 cm con funzione di materasso drenante);
- Pavimentazione aree shoulder
  - Strato di usura in conglomerato bituminoso tradizionale di spessore 4 cm;
  - Strato di binder in conglomerato bituminoso tradizionale di spessore 6 cm;
  - Fondazione in misto granulare di 20 cm;
  - Sottofondo stabilizzato a calce (nelle aree per le quali sarà da prevedere la messa in opera di geodreni prefabbricati sarà presente anche uno strato di misto granulare di spessore 60 cm con funzione di materasso drenante);
- Cleared and Graded Area (CGA) e RESA:
  - Terreno vegetale di spessore 15 cm;
  - Stabilizzazione a calce si spessore 40 cm;
- STRIP:
  - Terreno vegetale di spessore 15 cm;
  - Stabilizzazione a calce si spessore 30 cm.

La realizzazione della Nuova Pista di volo RWY "11-29" e delle Taxiways, l'ampliamento del Piazzale Est "Apron 100" e la realizzazione dell'"Apron 400" e gli interventi adottati al fine di accelerare i processi di consolidazione dei terreni di sedime, determineranno la movimentazione ed il reimpiego di notevoli quantità di terra proveniente dalle operazioni di scavo.

Al fine di conciliare la movimentazione ed il reimpiego del materiale proveniente dalle operazioni di scavo con le fasi di cantierizzazione sarà necessario individuare un piano di gestione delle terre tale da garantire:

- in primis, la possibilità di precaricare le sezioni e favorire l'accelerazione dei tempi di consolidazione;
- la realizzazione dei rilevati, delle fasce di sicurezza e di porzioni delle opere accessorie previste dal progetto;

La minimizzazione dei quantitativi delle terre da conferire a discarica.

4.3.2 Aiuti Visivi Luminosi e radioassistenze

Gli interventi che si prevede di attuare a servizio della nuova pista di volo sono i seguenti:

- Realizzazione della nuova cabina a servizio degli impianti di testata 11;
- Realizzazione della nuova cabina a servizio degli impianti di testata 29;

- Realizzazione di un sistema ad anello aperto per il collegamento di tutte le cabine del sedime;
- Realizzazione di tutti gli aiuti visivi luminosi per la pista di Cat II/III, e le relative aree e vie di circolazione;
- Realizzazione di sistemi di illuminazione del piazzale di sosta aeromobili Apron 100 – 200 – 300 - 400;
- Realizzazione di un sistema di telecontrollo completo;
- Predisposizione delle vie cavi per l'alimentazione dei sistemi di meteorologia e radioassistenze.

Con particolare riferimento agli impianti di Aiuti Visivi Luminosi della pista e delle vie di circolazione, si prevede l'uso della tecnologia a LED per una maggiore efficienza complessiva. Gli impianti consistono in:

Sentiero luminoso Avvicinamento 11

Sentiero di tipo B ICAO, con luci sopraelevate montate su singoli paletti frangibili e su tralicci che verificano i test di frangibilità ICAO per altezze maggiori.

La definizione di dettaglio di tali specifiche caratteristiche è rimandata ai livelli successivi di progettazione.

Luci di soglia 11 e fine pista 11

Sistema di luci ad alta intensità per CAT II/III con luci verdi sopraelevate installate in modo uniforme entro le file delle luci di bordo pista, ad interdistanza inferiore a 3 m.

Luci di soglia 29 e fine pista 29

Sistema di luci per volo non di precisione, con luci verdi sopraelevate installate in modo uniforme entro le file delle luci di bordo pista, ad interdistanza inferiore a 6 m.

Luci zona di contatto pista 11

Sistema di luci di contatto bianche unidirezionali da incasso sino a 900 m dalla soglia. Le luci assumeranno la configurazione della barretta delle luci laterali del sentiero e saranno montate nel numero di tre per barretta in modo simmetrico all'asse pista.

Indicatori Ottici della Pendenza di Avvicinamento pista 11

La pista 11 sarà dotata con il sistema "PAPI" secondo prescrizioni ICAO-EASA.

Luci di bordo pista

Luci di bordo pista per una configurazione di pista larga 45 m. Le luci saranno bidirezionali nelle configurazioni cromatiche richieste dalla norma in relazione alla distanza dalla fine della pista, spaziate di 60 m ed installate ad una distanza non superiore a 2,5 m dal bordo pista.

Luci d'asse di pista

Luci di centro pista led incassate, per una configurazione di pista operante in cat. II/III. Le luci saranno bidirezionali nelle configurazioni cromatiche richieste dalla norma in relazione alla distanza dall'inizio e fine della pista. Le luci saranno spaziate di 15 m.

Luci di segnalazione di raccordo d'uscita rapida

Si predisporrà un sistema di luci a led incassate di colore giallo, unidirezionali, per fornire indicazioni circa la distanza dall'imbocco del raccordo destinato all'utilizzo. La dislocazione delle luci e le distanze dall'asse di pista e dal raccordo saranno conformi ai disposti normativi ICAO-EASA.

Luci dell'area di manovra testata 11

Sono previste luci incassate unidirezionali colore verde sull'asse della turn-pad e luci di bordo elevate di colore blu per la medesima area.

Barre d'arresto

In corrispondenza dei due ingressi in pista sono previste barre d'arresto incassate di colore rosso unidirezionali. Il sistema di ciascuna barra sarà abbinato barriere a microonde antintrusione in ambo in sensi di percorrenza. La funzione di spegnimento/attivazione delle luci d'asse vie di circolazione a valle delle barriere sarà realizzata tramite sistema di telecontrollo che consente il comando anche di una singola luce. In corrispondenza del raccordo di uscita rapida, si prevede una ulteriore stop bar atta ad impedire l'accesso in pista dal raccordo stesso, con il controllo antintrusione in un solo senso.

Luci di asse vie di circolazione

Sono previste luci d'asse delle vie di circolazione in considerazione delle condizioni di utilizzazione delle stesse, dislocate ad interdistanze adeguate ai raggi di curvatura e a distanze definite dalla norma nei tratti rettilinei. Le luci incassate saranno monodirezionali per le vie percorribili in un solo senso e bidirezionali per le vie percorribili in due sensi. I colori saranno quelli previsti nelle varie composizioni verde, giallo/verde, verde/verde, così come richiesto dall'ICAO-EASA.

Bordo vie di circolazione

Si prevede l'impiego di luci di bordo pista sopraelevate di colore blu omnidirezionali.

Segnaletica luminosa verticale

Si prevede l'installazione di adeguata segnaletica verticale d'obbligo e di informazione, atta a consentire l'identificazione di posizioni oltre le quali l'aeromobile non può procedere se non autorizzato e atta fornire indicazioni supplementari ai piloti in manovra al suolo. L'esatta ubicazione e tipologia si segnaletica prevista è indicata sugli elaborati di progetto.

Maniche a vento

Si prevede l'installazione di tre maniche a vento da ubicare in testata 11, in corrispondenza della via di uscita rapida e in prossimità del sistema di taxiways adiacenti al piazzale 100 alle distanze indicate nelle planimetrie di progetto. Le maniche, montate su palo frangibile, saranno provviste di illuminazione esterna e di luce di segnalazione di ostacolo.

Per quanto riguarda il sistema radioassistenze, il progetto prevede la realizzazione di tutti i cavidotti a servizio dei dispositivi di radioassistenza. Tali dotazioni impiantistiche saranno oggetto di progettazione di dettaglio esecutiva, acquisizione e installazione a cura della società di controllo del traffico aereo. A titolo descrittivo, le dotazioni previste, in coerenza con la configurazione operativa cat. II-III, consistono in:

- ILS con localizzatore (LOC) e antenna guida verticale (GP)
- Apparati RVR per complessivi tre apparati
- Visibilimetro testata 11
- Misuratori della velocità del vento per complessivi due apparati
- Misuratori di temperatura pressione e umidità in testata 11
- Misuratore dell'altezza delle nuvole (nefoipsometro) in testata 11
- Sistema di rilevamento fulmini (circa metà pista)

L'insieme della configurazione impianti AVL e radioassistenze dovrà essere conforme alle previsioni dello Studio Aeronautico di ENAV in via di definizione.

4.3.3 Idraulica del sedime aeroportuale

Il sistema idraulico e di drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sul sedime aeroportuale è stato dimensionato per eventi con tempo di ritorno TR 50 anni, limitatamente alle opere di accumulo ed auto contenimento delle acque, e per eventi con tempo di ritorno TR 30 anni relativamente alle opere e ai sistemi di raccolta e convogliamento delle stesse.

L'ambito aeroportuale è stato suddiviso in tre macroaree:

1. la prima corrispondente alla nuova pista 11/29 ed alle fasce di sicurezza e di servizio ad essa collegate (strip, RESA ecc.) il cui reticolo, previo idoneo trattamento delle acque di prima pioggia, conferisce a gravità alla vasca C;
2. la seconda comprendente le aree della vecchia pista, integrata nel nuovo sistema delle infrastrutture di volo (taxiways) il cui reticolo conferisce le acque di prima e seconda pioggia alla vasca di accumulo e trattamento esistente all'interno al sedime

aeroportuale con recapito finale individuato nel reticolo di bonifica (Canale dell'Aeroporto);

3. la terza corrispondente alla riconfigurazione delle aree del piazzale Apron 100 e realizzazione Apron 400 e dei relativi collegamenti infrastrutturali (taxiways) il cui reticolo conferisce le acque di pioggia al nuovo bacino di compenso C, attraverso un manufatto scatolare (dorsale) interno al sedime aeroportuale.

Secondo quanto richiesto dal Consorzio di Bonifica Medio Valdarno la portata massima scaricabile Qlim sulla rete delle acque superficiali è proporzionale all'areale drenato attraverso il valore di portata specifica per unità di area q_{lim} = 2.61 l/s/ha. Il sistema di progetto interno al sedime garantisce il deflusso verso il sistema di recapito esterno nel rispetto di tale vincolo.

Per le superfici pavimentate interessate dal transito degli aeromobili (pista 11/29, taxiways, piazzali Apron 100 e Apron 400), il progetto prevede la realizzazione di apposito sistema di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia con soluzione tecnologica composta da vasca di accumulo e disoleatore statico. A seguito del trattamento le acque vengono riconsegnate alla rete per il deflusso a gravità verso la vasca C di recapito esterna al perimetro del sedime aeroportuale.

Per le superfici a verde intorno alla pista di volo (strip e RESA), è previsto un sistema di drenaggio superficiale che convoglia sulla dorsale parallela alla pista ubicata al limite della STRIP. Le acque defluiscono a gravità verso il recapito terminale della vasca C.

Con la sola funzione cautelativa e di backup, il sistema di progetto prevede anche la possibilità, in particolari condizioni di emergenza, di attivare un sistema di sollevamento meccanico per l'allontanamento delle acque.

Per ulteriori approfondimenti, la progettazione idraulica delle infrastrutture di volo è compiutamente trattata nella "Relazione Generale Opere Idrauliche Interne al Sedime Aeroportuale" dedicata a cui si rimanda (rif. doc. FLR-MPL-PSA-IDI1-001-II-RG).

4.3.4 Opere puntuali (sotto-attraversamenti)

4.3.4.1 Sotto-attraversamenti idraulici

Il progetto prevede la realizzazione di un'opera di sotto attraversamento idraulico della pista per superare l'interferenza fra le nuove opere di Masterplan e il sistema di fognatura meteorica esistente a servizio del Polo universitario di Sesto che attualmente scarica in corrispondenza dell'invaso di Val di Rose. Il progetto prevede la realizzazione di un collettore fognario costituito da due scatolari di sezione chiusa, convertendo l'attuale canale di bonifica a fognatura e facendolo confluire nella nuova Vasca C di compenso prevista dal Masterplan. Il collettore fognario di progetto è costituito da 2 scatolari aventi dimensioni 2250 mm x 1200 mm e recapita nella Vasca C posta a sud della nuova infrastruttura di volo.

Il tratto di nuova fognatura che sotto-attraversa ortogonalmente la nuova pista di volo ha una lunghezza di circa 570 m, con pendenza di 0,001 m/m.

La quota dell'estradosso del collettore, con i due scatolari affiancati, garantisce sempre, nel tratto di sottoattraversamento della pista di volo di progetto, il ricoprimento necessario rispondente alle esigenze progettuali della pista di volo (spessori del pacchetto della pista e della stabilizzazione). Nei tratti di sottoattraversamento delle strip della nuova pista di volo, invece, l'estradosso del manufatto passa, in alcuni tratti, nei primi 30 cm di terreno dal piano di campagna. In questi casi, come previsto dalla normativa EASA (rif. "GM1 ADR-DSN.B.165 Objects on runway strips"), saranno realizzati degli elementi di transizione in c.a. tra gli scatolari e il terreno circostante con le pendenze richieste dalla citata normativa.

4.3.4.3 Sotto-attraversamenti viari

Per consentire il collegamento viario tra Sesto Fiorentino e l'Osmannoro è prevista la realizzazione di un'opera stradale di sotto-attraversamento consistente in una galleria artificiale a sezione scatolare che complessivamente misura circa 412 metri e presenta una sezione stradale di larghezza variabile da 12,70m a 16,00 m.

La galleria è formata da due corpi principali: un telaio esterno costituito da diaframmi laterali di sezione variabile da 80 cm a 60 cm in cemento armato, scavati in continuità realizzati preventivamente e le cui testate vengono solidarizzate da cordoli opportunamente armati.

Per contrastare le spinte sui diaframmi durante le fasi di scavo viene realizzato un sistema di trave autoportante tipo "Trave NPS" a struttura mista acciaio – CLS portante se stessa ed il solaio di competenza oltre che le spinte del terreno. Il terreno viene scavato a foro cieco al di sotto dell'impalcato, che fa da puntone in testa ai diaframmi.

Per limitare scavi eccessivi si è optato per una tecnica realizzativa di scavo top-down (metodo Milano). Il terreno viene scavato a foro cieco al di sotto dell'impalcato, che fa da puntone in testa ai diaframmi.

All'interno si realizza la vasca in c.a. impermeabile secondo il metodo della "vasca bianca", mentre le pareti della vasca vengono agganciate ai cordoli diaframmi. L'estradosso delle vasche è posto al di sotto del piano a finire; pertanto, l'intera idraulica di piattaforma è stata progettata e dimensionata per essere contenuta all'interno della vasca stessa (collettori, scarichi laterali e canalette di raccolta), la quale verrà realizzata con fondazione in perfetta continuità e assenza di giunti strutturali intermedi.

La fondazione in c.a. della vasca costituisce anche il sottofondo rigido di base della pavimentazione stradale, formata da un pacchetto di tipo drenante, particolare attenzione verrà rivolta a garantire una limitata fessurazione di estradosso.

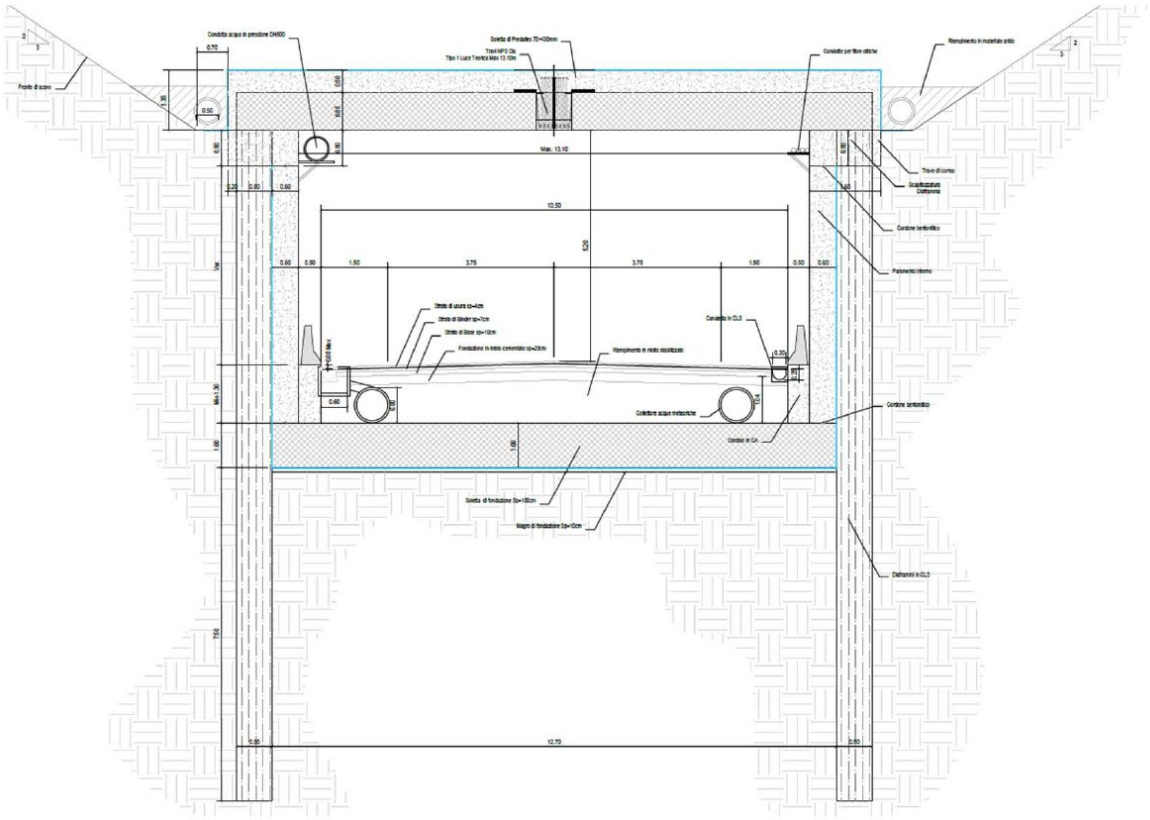


Figura 17. Sezione tipo galleria

4.3.5 Aspetti di carattere aeronautico e operativo

La pista di volo 11-29 è caratterizzata dalla sua "unidirezionalità" dal punto di vista operativo con la previsione di avvicinamenti strumentali per pista 11 e decolli per pista 29.

Le principali caratteristiche fisiche/geometriche della Pista di volo nella configurazione finale da 2200m sono riportate di seguito:

- lunghezza pari a 2200m (codice "4C");
- larghezza pari a 45m;
- orientamento magnetico (QFU) 114/294;
- soglia RWY11: quota pari a 37.710 m AMSL;
- soglia RWY29: quota pari a 39.615 m AMSL.
- La pista risulta inoltre dotata di:
  - fasce antipolvere larghe 7.50 m su entrambi i lati;
  - una strip di dimensioni standard per il relativo codice di pista pari a 140m simmetricamente rispetto all'asse pista;
  - Cleared and Graded Area – CGA di dimensioni conformi ai riferimenti normativi relativi alle piste strumentali di codice 4 ossia 105m simmetricamente rispetto alla RCL e ridotta entro i primi 300m della pista.

La pista, nella configurazione finale di 2200 m, risulta descritta dai seguenti dati principali:

Aerodrome:

ICAO	Code LIRQ
Name	FIRENZE PERETOLA
ARP WGS84 Coordinates	N43°48'58.58" E011°11'21.18"
AD Elevation	39.15m

Aerodrome Runway 11/29:

Threshold 11	N 43° 49' 9.066" E 011° 10' 47.8704"
Threshold 11	Elev. 37.710 m
Head 11(Rwy29End)	N 43° 49' 9.066" E 011° 10' 47.8704"
HEAD 11/DER 29 Elev.	37.710 m
Threshold 29	N 43° 48' 37.2672" E 011° 12' 15.9696"
Threshold 29	Elev. 39.615m
HEAD 29 (Rwy11End)	N 43° 48' 37.2672" E 011° 12' 15.9696"
HEAD 29/DER 11	Elev. 39.615m
Runway Width	45m

Runway 11:

Geodesic Bearing	114° (114.977°) True
CWY Length	60m
CWY Width	150m
TORA	2200m
TODA	2260m
ASDA	2200m
LDA	2200m

Runway 29:

Geodesic Bearing	294° (294.977°) True
CWY Length	60m
CWY Width	150m
TORA	2200m
TODA	2260m
ASDA	2200m
LDA	2200m

A partire dalle elevazioni desunte dal profilo dell'asse pista di progetto, si è potuto ricavare le elevazioni delle TDZ, calcolate a 900m oltre le rispettive THR:

- TDZ 11 (Touch down zone) Elevation: 37,376 m

Le superfici di limitazioni ostacoli, congruenti con le nuove soglie THR 11 e THR 29 e redatte in ottemperanze alle attuali norme cogenti non vengono forate da nessuna nuova costruzione, sia essa di carattere ambientale o infrastrutturale, il cui ingombro in elevazione è stato studiato appositamente per rispondere alle esigenze di safety aeroportuale.

Le analisi condotte con le superfici di delimitazione ostacoli per la nuova pista 11-29, visto il contesto territoriale in cui si inserisce, non hanno evidenziato significative criticità.