

Riqualifica della pavimentazione delle piste di volo ed opere accessorie dell'Aeroporto Internazionale di Palermo "Falcone Borsellino"

Palermo International Airport "Falcone Borsellino": Upgrading of the runways and additional works



RIASSUNTO

Una impresa milanese associata SITEB e specializzata in lavori aeroportuali ha portato a termine a tempo di record (in associazione con le locali imprese Mosmode e Gemmo Impianti) importanti lavori di riqualifica dell'Aeroporto Internazionale di Palermo. La riabilitazione e adeguamento alla vigente normativa ha interessato le piste di volo 07/25 e 02/20 e le testate della pista 07/25, con il rifacimento di 270.000 mq di nuova pavimentazione. Sono stati realizzati nuovi cavidotti, la posa di nuove basi FAA, un nuovo sistema di alimentazione, la sostituzione di tutte le luci con tecnologia LED. Lavorando giorno e notte, 7 giorni su 7, tutti gli interventi sono stati effettuati dal 6/11 al 19/12/2017, terminando entro la scadenza prevista.

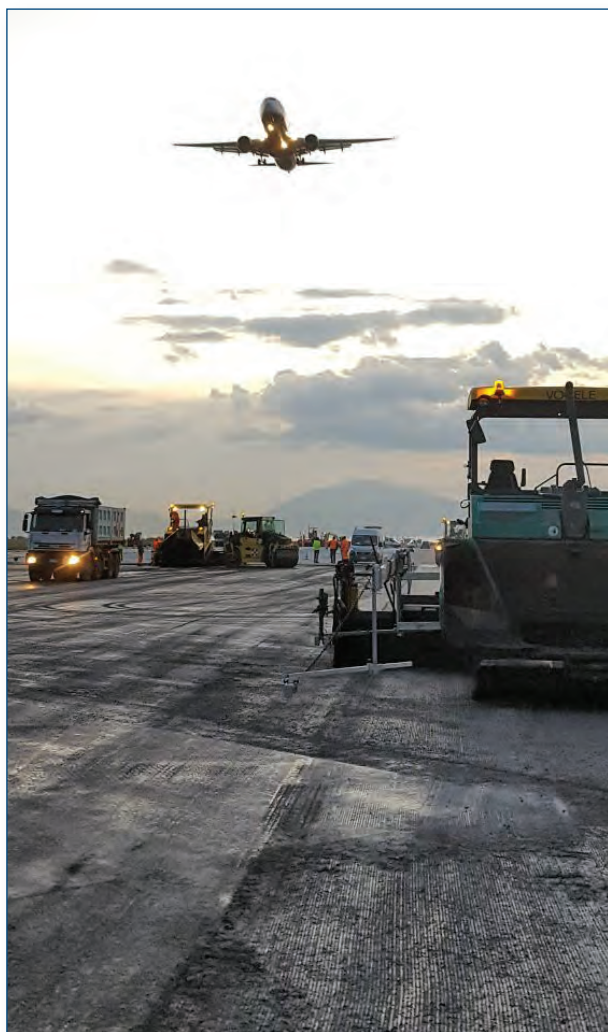
SUMMARY

A Company from Milan, SITEB partner and specialized in airport paving works, has carried out important paving and other upgrading works for the Palermo International Airport; partners of the Impresa Bacchi were the contractors Mosmode and Gemmo Impianti. The paving works were made on runway 07/25 and runway 02/20, and on the heads of runway 07/25. Besides paving, new cable-trenches, new FAA bases, new electric power suppliers and the replacement of all lamps has been carried on. By working night and day and all week days, all works have been carried out in the period from the 6th of November to the 11th of December 2017, ending before the expiration of the delivery term.

1. Gli interventi previsti

L'intervento di riabilitazione delle piste di volo RWY 07/25 e RWY 02/20 ha previsto da un lato la riqualifica strutturale e funzionale della sovrastruttura e dall'altro la regolazione plano-altimetrica con la rettifica del profilo longitudinale e la ridefinizione delle pendenze trasversali adeguandole e rendendole conformi a quanto prescritto dalla normativa EASA vigente.

La riqualifica ha interessato anche le testate della pista 07/25, che sono state, rispettivamente, parzialmente riqualificata (07) e interamente demolita e sostituita con una nuova pavimentazione flessibile (25).



Per quanto attiene gli impianti dei sistemi AVL (Aiuti Visivi Luminosi) l'intervento ha previsto la realizzazione di nuovi cavidotti, la posa di nuove basi FAA (Federal Aviation Administration) e la realizzazione di un nuovo sistema di alimentazione che ha interessato totalmente la RWY 07/25 e per la parte centrale la RWY 02/20, procedendo inoltre alla sostituzione completa di tutte le luci di pista con tecnologia LED.

Gli interventi, eseguiti dal 06 novembre al 19 dicembre '17 (lavorando 24 ore, 7 giorni su 7) da Impresa Bacchi in associazione con Mosmode e Gemmo Impianti (Stazione Appaltante Gesap spa), hanno riguardato:

- » la riqualifica di 270.000 mq di pavimentazioni flessibili e rigide attraverso: fresatura e demolizione delle pavimentazioni esistenti con conferimento a centri di recupero autorizzati di oltre 100.000 ton di materiale;
- » produzione e stesa di 40.000 mc di conglomerato bituminoso modificato per strati di base, binder e usura (pari a circa 95.000 ton) oltre a 7.500 mc di conglomerato cementizio;
- » la realizzazione degli impianti AVL con realizzazione di circa 10 km di cavidotti, relativi cavi per l'alimentazione dei nuovi circuiti e installazione di 650 basi FAA;
- » la realizzazione di 11 km scivoli di sicurezza in corrispondenza dei fognoli esistenti, nuova segnaletica orizzontale, per circa 25.000 m².

Il tutto realizzato con l'impiego (h 24 su due turni di lavoro) di 6 tecnici di cantiere, circa 120 addetti divisi in squadre specializzate ed un parco macchine adeguato alle esigenze temporali del cantiere che hanno visto impiegate per ogni turno n. 5 frese, n. 7 escavatori, n. 6 mini-escavatori, n. 2 pale, n. 50 autocarri, n. 1 *tencher*, n. 2 squadre per la stabilizzazione in sito a cemento, n. 4 squadre di stesa, n. 1 *slipform* oltre a 4 impianti di produzione di conglomerato bituminoso, 2 dei quali gestiti direttamente da Impresa Bacchi, in grado di produrre un quantitativo di c.b. tale da consentire l'esecuzione dei lavori entro i termini contrattuali.



La realizzazione degli interventi è stata effettuata in due fasi consecutive, conservando la continuità dell'operatività dello scalo per tutta la durata dei lavori.

Nel dettaglio, la prima fase ha previsto l'utilizzo della pista 07/25 con distanze dichiarate ridotte mentre si è riqualificata la pista 02/20 e parte di pista 07/25 ricompresa tra l'inizio della pavimentazione flessibile prima di testata 07 e la progressiva 618 m (a partire dalla soglia 07); la seconda fase ha previsto l'utilizzo della pista 02/20 riqualificata mentre si è proceduto alla riabilitazione della pista 07/25 dalla progressiva 618 m (a partire dalla soglia 07) e la fine della pavimentazione flessibile oltre la testata 25.

Ruolo fondamentale ha avuto la gestione complessiva dell'intervento:

- › in fase di programmazione, nella quale sono state gettate le basi dell'intervento attraverso lo studio di soluzioni mirate con individuazione delle risorse necessarie (maestranze e mezzi) e degli approvvigionamenti, definendo fin da subito modalità, tempi di esecuzione e coordinamento tra le squadre;
- › in fase di studio e messa a punto dei materiali e delle tecniche realizzative, mediante le quali è stato possibi-

le coniugare la rispondenza delle pavimentazioni alle prestazioni attese con le ridotte tempistiche di cantiere, concludendo peraltro i lavori nei tempi contrattuali;

- › in fase di controllo in corso d'opera, con cui è stato possibile valutare in modo pressoché continuo la qualità delle realizzazioni, permettendo l'avanzamento delle stesse e la rispondenza alle prestazioni attese a lavorazioni ultimate.

2. Materiali, tecniche e metodi di realizzazione

L'intervento di riqualifica delle pavimentazioni è stato volto al raggiungimento del duplice obiettivo di ottenere prestazioni strutturali e funzionali adeguate al contesto aeroportuale e di garantire l'indispensabile velocità di esecuzione. Tale obiettivo è stato rispettato anche attraverso un'efficiente organizzazione operativa con la messa a punto dei materiali e della metodologia di posa degli stessi.

Studi di laboratorio unitamente alla realizzazione di campi prova preventivi sono stati eseguiti per verificare, ottimizzare e massimizzare i comportamenti prestazionali delle miscele. Per il confezionamento dei conglomerati bituminosi il legante utilizzato è stato bitume ordinario (50/70) »

modificato con polimeri e fibre. Sono stati inoltre studiati opportuni assortimenti granulometrici per la realizzazione di miscele bituminose performanti sia in termini di resistenza e durata sia in termini di caratteristiche prestazionali e superficiali.

Additivi utilizzati:

» Polimeri: (percentuale del 4-6% in base alla tipologia di strato ed alle caratteristiche prestazionali richieste) che hanno comportato un miglioramento delle prestazioni della miscela quali un aumento delle resistenze meccaniche e a fatica, una migliore resistenza alle deformazioni permanenti e una riduzione della suscettibilità termica, determinando così un miglioramento del comportamento e della durabilità della pavimentazione stessa.

» Fibre strutturali: (inserite in percentuale dello 0,3% circa sul peso degli aggregati) inserite come additivo nelle miscele hanno avuto la funzione di additivo stabilizzante e strutturante per il bitume normale migliorando le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le prestazioni di durata a fatica e diminuendo la suscettibilità termica.

Il pacchetto realizzato per la riqualifica della pavimentazione flessibile delle piste di volo è risultato così composto:

- » Misto cementato (realizzato in situ): sp 25 cm;
- » Strato di Base in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni: 15 cm;
- » Strato di Binder in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni: 9 cm;
- » Strato di Usura in conglomerato bituminoso a tessitura ottimizzata: 6 cm.

Base e Binder ad elevate prestazioni: l'utilizzo degli additivi sopra descritti ha portato ad ottenere strati con elevate prestazioni meccaniche e con valori superiori ai valori capitolari, soprattutto in termini di portanza e resistenza a trazione.

Le stringenti caratteristiche meccaniche richieste per questi strati sono state tutte rispettate e pienamente soddisfatte.

Si riportano di seguito alcuni dati riscontrati relativi alle due miscele:

| C.B. BASE | |
|---|--------------------------|
| MISCELA | |
| granulometria | 0-31,5 mm |
| Dmax | 25 mm |
| Resistenza a Trazione Indiretta | ≥ 1,30 N/mm ² |
| Resistenza a Trazione Indiretta media riscontrata | > 1,7 N/mm ² |
| CARATTERISTICHE RISCONTRATE IN SITU | |
| % vuoti media | 6,1% |
| Rt media | ≈ 1,5 N/mm ² |

| C.B. BINDER | |
|---|--------------------------|
| MISCELA | |
| granulometria | 0-20 mm |
| Dmax | 16 mm |
| Resistenza a Trazione Indiretta | ≥ 1,20 N/mm ² |
| Resistenza a Trazione Indiretta media riscontrata | > 1,55 N/mm ² |
| IN SITU | |
| % vuoti media | 6,0% |
| Rt media | ≈ 1,5 N/mm ² |

Usura a tessitura ottimizzata: la curva ottimizzata utilizzata e le modifiche apportate alla miscela grazie all'aggiunta di additivi quali polimeri e fibre hanno permesso il confezionamento di miscele che ben rispondono alle specifiche prestazionali richieste per una pavimentazione aeroportuale in termini di performance meccaniche e caratteristiche superficiali. Nello specifico si sono raggiunte elevate resistenze meccaniche e tessiture rispondenti ai parametri capitolari richiesti. Si riportano di seguito alcuni dati della miscela:

| C.B. USURA | |
|---|--------------------------|
| MISCELA | |
| granulometria | 0-16 mm |
| Dmax | 14 mm |
| Resistenza a Trazione Indiretta | ≥ 1,10 N/mm ² |
| Resistenza a Trazione Indiretta media riscontrata | > 1,50 N/mm ² |
| IN SITU | |
| % vuoti media | 5,9% |
| Rt media | ≈ 1,25 N/mm ² |
| valori di aderenza | > 75 BPN |
| valore di MTD | ≥ 1,14 mm |



Le numerose campionature eseguite in corso d'opera (più di 250 campionamenti in impianto sul conglomerato prodotto) hanno interessato in maggior numero gli strati superficiali e sono state eseguite per assicurare un maggior monitoraggio e controllo nel confezionamento delle miscele e conseguentemente sulla buona riuscita dell'intera opera, così come testimoniato dalle verifiche, altrettanto numerose, eseguite sulla pavimentazione finita.

La parte di intervento caratterizzata da pavimentazione rigida è stata realizzata con calcestruzzo ad alte prestazioni, in modo da permettere la transitabilità dei velivoli all'apertura della pista, senza limitazioni dovute alla maturazione dello stesso calcestruzzo. Per l'esecuzione delle lastre si è operato mediante l'impiego di *slipform*, ricostruendo la sezione demolita mediante nuove lastre di dimensioni minori (perpendicolarmente all'asse pista sono state sostituite 4 lastre di lato 7,5 m con cinque lastre di lato 6,0 m), con ovvie positive ripercussioni sulla qualità dell'opera in termini di ritiro. La realizzazione degli strati di sotto-base in misto cementato è avvenuta mediante la tecnica della stabilizzazione in sito, permettendo un significativo incremento della velocità di avanzamento del cantiere, risparmio di materiali di primo impiego e riduzione di movimentazione di mezzi pesanti sul sedime aeroportuale.

L'intera realizzazione dell'intervento ha ovviamente ri-

chiesto largo impiego di maestranze e mezzi d'opera, in modo da far fronte alle problematiche via via incontrate e da rispettare i tempi di cantierizzazione. In particolare, sono stati impiegati ogni giorno circa 120 addetti, divisi in squadre specializzate, ed un parco macchine adeguato alle esigenze temporali del cantiere.

Ovviamente le attività di cantiere sono state svolte con la necessaria continuità temporale (24 ore al giorno, con 2 turni di lavoro, sette giorni su sette), anche per far fronte alle perdite di tempo dovute essenzialmente a condizioni meteorologiche avverse.

3. Attività di controllo e verifica

L'attività di laboratorio per il controllo delle lavorazioni è consistita nella verifica sia dei materiali componenti che delle miscele posate in opera. In particolare, per quanto riguarda i materiali componenti, sono state effettuate le classiche prove di caratterizzazione dei materiali per usi stradali, sia per i materiali granulari, sia per gli aggregati, sia per i leganti (bitume e cemento). Inoltre, mediante campionamenti di conglomerato bituminoso e calcestruzzo prelevati all'atto della posa in opera, è stata verificata la rispondenza dei requisiti meccanici richiesti nei documenti progettuali, come pure la composizione della miscela bituminosa, sia in termini di assortimento granulometrico che di contenuto di bitume. Per ogni fase di lavorazione sono stati effettuati anche prelievi mediante carotaggio sia delle lastre in calcestruzzo sia degli strati in conglomerato bituminoso. Per quanto concerne le verifiche al termine delle lavorazioni, queste hanno riguardato il controllo delle caratteristiche funzionali della pavimentazione, mediante misure di micro (*Skid Number*) e macro tessitura (Altezza in Sabbia). La verifica strutturale a pavimentazioni ultimate è stata condotta mediante rilievi HWD. Detta verifica ha riguardato tutte le superfici pavimentate oggetto di intervento e deputate al traffico aereo, secondo uno schema di misura che ha previsto tre/cinque allineamenti, in center line, in destra e sinistra della center line, con un passo pari a 100 m.

Interventi previsti

Gli interventi nel dettaglio hanno riguardato:

- › Riqualifica della pavimentazione della pista 07/25;
- › Riqualifica della pavimentazione della pista 02/20 (escluse le testate in calcestruzzo);
- › Riqualifica della pavimentazione del Raccordo G per una lunghezza di circa 100 m;
- › Riqualifica dell'impianto AVL di entrambe le piste;
- › Sostituzione attuali sistemi visivi di pista con sistemi luminosi a LED, ad esclusione dei sentieri di avvicinamento, non oggetto di incarico.
- › Realizzazione degli scivoli di transizione dei fognoli e delle camerette/manufatti presenti in STRIP

Gli interventi sono stati progettati con la finalità di perseguire i seguenti principali obiettivi di natura tecnica:

- › Riqualifica profonda della sovrastruttura portante di tipo flessibile della fascia centrale della RWY 07/25 (testate escluse) per una larghezza totale di 20 m simmetrica rispetto alla *Center Line* (10 m in dx e 10 m in sx);
- › Riqualifica superficiale della sovrastruttura portante di tipo flessibile della fascia centrale della RWY 07/25 (testate escluse) per l'intera area esterna alla fascia centrale di 20 m simmetrica rispetto alla *Center Line* e per i tratti di pavimentazione situati oltre le soglie ed i fine pista esistenti;
- › Riqualifica della testata 07 con il rifacimento di tutte le lastre in calcestruzzo della fascia centrale di 30 m simmetrica rispetto alla *Center Line* e delle lastre interessate dal passaggio dei cavidotti trasversali che collegano i fuochi di *Center Line* alle relative camerette di bordo;
- › Ripristino di tutti i giunti di sigillatura tra le lastre sull'intera superficie della testata 07, 02 e 20;
- › Sostituzione della pavimentazione di tipo rigido della testata 25 con una di tipo semirigido e avente lo stesso pacchetto di pavimentazione previsto per l'intervento profondo da realizzare sulle due piste di volo, con l'aggiunta di uno strato di fondazione per ragguglio degli spessori complessivi.
- › Riqualifica profonda della sovrastruttura portante di tipo flessibile della RWY 02/20, lungo il tratto di pista che si estende dalla progressiva 800 m alla progressiva di 1560 m (a partire dalla Soglia 02) per una fascia centrale di larghezza complessiva di 20 m simmetrica rispetto al *Center Line*; la lunghezza dell'intervento prevista dal presente progetto esecutivo risulta superiore a quella prevista dal progetto definitivo perché l'intervento è stato esteso a due aree, situate da parte opposta rispetto alla *C.L.* della 07/25 ed in contiguità con quella oggetto di intervento da progetto definitivo, che dalle indagini del 2016 non risultavano idonee rispetto all'obiettivo di durata pari a 20 anni, e di conseguenza dovevano essere riqualificate.
- › Riqualifica superficiale della sovrastruttura portante di tipo flessibile della RWY 02/20 per l'intera lunghezza e larghezza della pista, ad eccezione delle testate.
- › Regolarizzazione delle pendenze longitudinali e trasversali delle due Piste di Volo secondo quanto previsto dalla normativa EASA;
- › Riqualifica impianto AVL e predisposizione per installazione dell'impianto a LED.
- › Riqualifica profonda della sovrastruttura portante di tipo flessibile del Raccordo G per una larghezza della fascia centrale portante di 18 m simmetrica rispetto della *Center Line*;
- › Riqualifica superficiale della sovrastruttura portante di tipo flessibile del Raccordo G per l'intera area esterna alla fascia centrale di 18 m simmetrica rispetto della *Center Line*;
- › Realizzazione di scivoli di transizione in cls a protezione di fognoli e camerette/manufatti interni alle *strip* delle RWY 07/25 e 02/20, secondo quanto previsto dalla normativa EASA.