

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE



AEROPORTO "MARCO POLO" DI TESSERA - VENEZIA

Concessionaria del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



COMMESSA

MASTERPLAN 2021

ELABORATO

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (ID\_VIP 2853)  
INTEGRAZIONI  
MinAmb\_19+MinAmb\_21

COMMESSA: CO829 COD. C.d.P.: 0.02

CODICE ELABORATO  
23957-REL-T706.0

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	NOME FILE: 706_MinAmb_19-21_RESA.pdf
0	20/05/2015	Integrazioni Procedura VIA	Gruppo di lavoro SIA	A. Regazzi	P. Rossetto	FILE DI STAMPA:
						SCALA:

PROGETTISTA



SAVE ENGINEERING S.r.l.  
Sede Legale: V.le G. Galilei, 30/1 - 30173  
Venezia - Tessera (Italia)  
Uffici: Via A. Ca' Da Mosto, 12/3 - 30173  
telefono: +39/041 260 6191  
telefax: +39/041 2606199  
e-mail: saveeng@veniceairport.it

DIRETTORE TECNICO  
ing. Franco Dal Pos

COMMITTENTE

SAVE S.p.A.  
DIREZIONE OPERATIVA  
R.U.P./R.L.

ing. Corrado Fischer

SAVE S.p.A.  
COMMERCIALE  
MARKETING NON AVIATION

dott. Andrea Geretto

SAVE S.p.A.  
POST HOLDER  
PROGETTAZIONE

ing. Franco Dal Pos

SAVE S.p.A.  
COMERCIALE E  
SVILUPPO AVIATION

dott. Camillo Bozzolo - dott. Giovanni Rebecchi

SAVE S.p.A.  
POST HOLDER  
MANUTENZIONE

ing. Virginio Stramazzone

SAVE S.p.A.  
QUALITÀ AMBIENTE  
E SICUREZZA

ing. Davide Bassano

SAVE S.p.A.  
POST HOLDER  
AREA MOVIMENTO-TERMINAL

sig. Francesco Rocchetto

SAVE S.p.A.  
SAFETY MANAGER

sig. Adriano Andreon

ESTENSORE STUDI AMBIENTALI



THETIS Spa  
Castello 2737/F  
30122 Venezia  
telefono: +39/041 2406111  
telefax: +39/041 5210292  
e-mail: info@thetis.it  
http://www.thetis.it







Committente: **SAVE Engineering**

Oggetto: **SIA PSA VE**

Titolo doc.: **Masterplan 2021  
dell'aeroporto di Venezia "Marco Polo"  
Valutazione di Impatto Ambientale  
(ID\_VIP 2853)  
INTEGRAZIONI  
MinAmb\_19÷MinAmb\_21**

Codice doc.: 23957-REL-T706.0

Distribuzione: file 23957

rev.	data	emissione per	pagg.	redaz.	verifica	autorizz.
0	20.05.2015	informazione	24	BR	AR	SC
1						
2						
3						

**Thetis S.p.A.**  
Castello 2737/f, 30122 Venezia  
Tel. +39 041 240 6111  
Fax +39 041 521 0292  
[www.thetis.it](http://www.thetis.it)







## Indice

1	Premessa .....	3
2	Scopo dell'intervento .....	4
3	Descrizione dello stato di fatto .....	5
3.1	Stato di fatto RWY 04L.....	8
3.2	Disponibilità delle aree .....	9
3.3	Rilievi e indagini sulle aree di intervento.....	9
3.3.1	Considerazioni sulla vegetazione presente.....	9
3.3.2	Regime freatico .....	10
3.3.3	Rilievi topografici e plano-altimetrici.....	11
3.3.4	Indagini geologiche e geotecniche.....	12
4	Descrizione delle opere previste .....	15
4.1	Marginamento della barena .....	16
4.1.1	Struttura del marginamento.....	16
4.1.2	Caratteristiche del palancolato.....	19
4.1.3	Modalità di realizzazione del marginamento.....	20
4.2	Imbonimento della barena.....	22
4.2.1	Caratterizzazione del terreno esistente.....	22
4.2.2	Riempimento con materiale di riporto .....	22
4.2.3	Gestione delle acque lagunari presenti all'interno dell'area.....	23
4.3	Realizzazione della RESA .....	23
4.3.1	Corpo del rilevato in materiale stabilizzato.....	23
4.3.2	Strato superiore in terreno vegetale.....	24





## 1 Premessa

Nel presente contributo verrà data risposta alle seguenti richieste che trattano tematiche riguardanti il **QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE – IMBONIMENTO BARENA:**

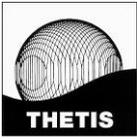
**Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare** (rif. lettera prot. DVA-2015-0007040 del 13.03.2015):

### Osservazione

- MinAmb\_19 *Imbonimento della barena: il Proponente provvederà a fornire uno studio di dettaglio sulle modalità di realizzazione dell'imbonimento, in particolare, sulla qualità chimica del materiale utilizzato per l'imbonimento, anche ai fini di una corretta valutazione degli impatti in fase di cantiere*
- MinAmb\_20 *Imbonimento della barena: in relazione alla qualità chimica dei sedimenti utilizzati per l'imbonimento delle superfici barenali, il Proponente provvederà a fornire un approfondimento relativo all'analisi del potenziale impatto sulla matrice acqua che comprenda anche l'eventuale mobilizzazione di sostanze inquinanti derivante dalle acque di scarico durante il refluento del materiale ed un approfondimento relativo agli effetti sulla matrice biotica lagunare*
- MinAmb\_21 *Imbonimento della barena: il Proponente provvederà a fornire maggiori dettagli sulle modalità di riempimento dell'area palancolata, ai fini di approfondire l'analisi dell'entità degli scarichi durante l'attività di refluento (e quindi della torbidità prodotta e di possibili rilasci di inquinanti)*

Il presente documento ha la finalità di definire in via preliminare le possibili soluzioni progettuali per la realizzazione della RESA (Run End Safety Area) presso la testata 04 della pista RWY 04L/22R, e valutare le modalità di intervento anche per quanto riguarda l'imbonimento dell'area di barena necessario per realizzare l'opera. In termini generali, sia nell'impostazione che nella definizione progettuale delle nuove opere civili, si è tenuto conto delle specifiche norme e criteri tecnico-funzionali contenuti nella vigente regolamentazione emanata dagli Enti e Organismi nazionali e internazionali. Le principali norme seguite nella stesura del presente documento sono quindi:

- Protocollo 08.04.1993 recante criteri di sicurezza ambientale per gli interventi di escavazione, trasporto e reimpiego dei fanghi estratti dai canali di Venezia;
- D.Lvo n. 152/2006 e ss.mm.ii. "Norme in materia ambientale";
- ENAC, Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti;
- Circolare ENAC APT 11 Esecuzione di lavori notturni o in tempi ristretti;
- DM 14 Gennaio 2008, Norme Tecniche per le costruzioni;
- ICAO, Annesso 14;
- ICAO, Doc. 9137 Airport Services Manual;
- ICAO, Doc. 9157 Airport Design Manual;
- FAA AC 150/5370-10G, Standards for Specifying Construction of Airports.



## 2 Scopo dell'intervento

La RESA ha lo scopo di ridurre il rischio di danni agli aeromobili, e quindi ai loro occupanti, che dovessero arrivare troppo corti in atterraggio o uscire di pista in decollo o in atterraggio.

L'analisi dei dati statistici degli incidenti in cui i velivoli sono atterrati corti o troppo lunghi rispetto alla pista (ICAO Aircraft Accident/Incident Data Reports) ha dimostrato che la porzione della pista che si trova all'estremità non fornisce una protezione sufficiente per gli aerei in queste circostanze. Alcuni dei più gravi incidenti si verificano nel caso in cui un aereo esca dalla pista quando viene presa la decisione di abortire un decollo dopo che la velocità del velivolo ha già superato la velocità di decisione  $V_1$ , oltre la quale il decollo dovrebbe di norma essere continuato.

Questo evento si verifica soprattutto quando il pilota, anche oltre la velocità  $V_1$ , ritiene che il decollo non può continuare a causa di una grave anomalia, o quando si verifica un guasto dopo aver raggiunto la velocità di distacco  $V_{LOF}$  tale da rendere impossibile il volo. In tal caso il velivolo ha una velocità considerevolmente maggiore rispetto, ad esempio, al caso di un aereo che si fermi oltre la fine della pista dopo l'atterraggio a causa di scarse capacità di arresto, o quando un pilota atterra ben oltre la zona di toccata (TDZ) ideale, che è normalmente a circa 400 m dalla soglia della pista.

La normativa vigente prevede che la RESA debba avere larghezza minima pari al doppio della larghezza della pista, e comunque di almeno 90 m, e lunghezza minima di 240 m per piste di codice 4 come quella oggetto di intervento.

La superficie della RESA deve favorire la decelerazione degli aeromobili nel caso di uscita di pista e nel contempo non deve:

- ostacolare il movimento dei veicoli di soccorso e antincendio;
- ridurre l'efficacia delle operazioni di soccorso e antincendio;
- costituire un pericolo per gli aeromobili nel caso di atterraggi corti o lunghi o uscite di pista in decollo.

### 3 Descrizione dello stato di fatto

L'aeroporto di Venezia "Marco Polo", codice IATA "VCE", codice ICAO "LIPZ", si trova nel comune di Venezia, in prossimità della frazione Tessera, mentre la città di Venezia dista 14 km. È ubicato lungo una propaggine di terra bonificata e quindi sottratta alla laguna di Venezia su cui si affaccia. La sua posizione è 45°30' 19" di latitudine nord e 12° 21' 07" di longitudine est (WGS84), la sua altitudine di riferimento è di circa 2.00 m sul livello del mare.



**Figura 3-1 Configurazione lato airside.**

L'aeroporto è costituito su un sistema di due piste parallele, 04R/22L (principale) e 04L/22R (secondaria), che a causa dell'interasse di 202 m esistente tra loro non consentono l'utilizzo in contemporanea come piste di volo. Quindi il normale schema di traffico vede per la 04L/22R l'utilizzo come taxiway parallela mentre la 04R/22L è usata come pista di volo. L'attività si svolge lungo tutto l'arco delle 24 ore.

Entrambe le piste sono di codice 4E secondo la classificazione ICAO. La pista di volo principale ha una lunghezza di 3300 m, larghezza di 45 m, e shoulders di 15 m. La pista di volo secondaria/taxiway principale ha lunghezza di 2780 m, larghezza 45 m e shoulders di 7.5 m.

La pista di volo principale, RWY 04R/22L, è utilizzata prevalentemente nella direzione 04-22 in considerazione del fatto che il vento più frequente è proveniente da nord-est.

Nell'immediato intorno aeroportuale sono inoltre presenti barene naturali e barene artificiali, come mostrato nella seguenti figure Figura 3-2 e Figura 3-3 . Al di sopra di queste barene sono state realizzate le attuali RESA delle piste dal lato delle testate 04L e 04R.

Il margine sud orientale dell'aeroporto è limitato dal canale che porta alla darsena dell'aeroporto stesso.



Figura 3-2 Barene circostanti l'aeroporto.



**Figura 3-3 Vista della barena soggetta ad imbonimento.**

### 3.1 Stato di fatto RWY 04L

Le distanze dichiarate per le RWYs 04R/22L sono:

RWY	TORA [m]	TODA [m]	ASDA [m]	LDA [m]
04L	2780	3140	2780	2686
22R	2780	2980	2780	2780

Già allo stato attuale la sezione trasversale è tale da permettere il rullaggio, quando funge da taxiway, da parte di aeromobile fino al codice F, mentre nel caso in cui essa funga da pista di volo, consente le operazioni di decollo/atterraggio da parte di un aeromobile fino al codice E.

La superficie della RESA attualmente esistente sul lato THR04L ha dimensioni 90x90 m come si può vedere dallo stralcio planimetrico in Figura 3-4. Oltre il fine pista è inoltre presente la clearway di dimensioni 360x180 m per RWY 04L.

Tali dimensioni della RESA, in virtù della categoria dell'Aeroporto, non rispondono alle indicazioni del Regolamento ENAC che, come detto in precedenza, prevede un aeroporto di categoria 4 una RESA pari a 240x150 m.

In prossimità della THR 04L è posta la piazzola di deicing, che nel periodo estivo viene utilizzata come piazzale di sosta degli aerei.

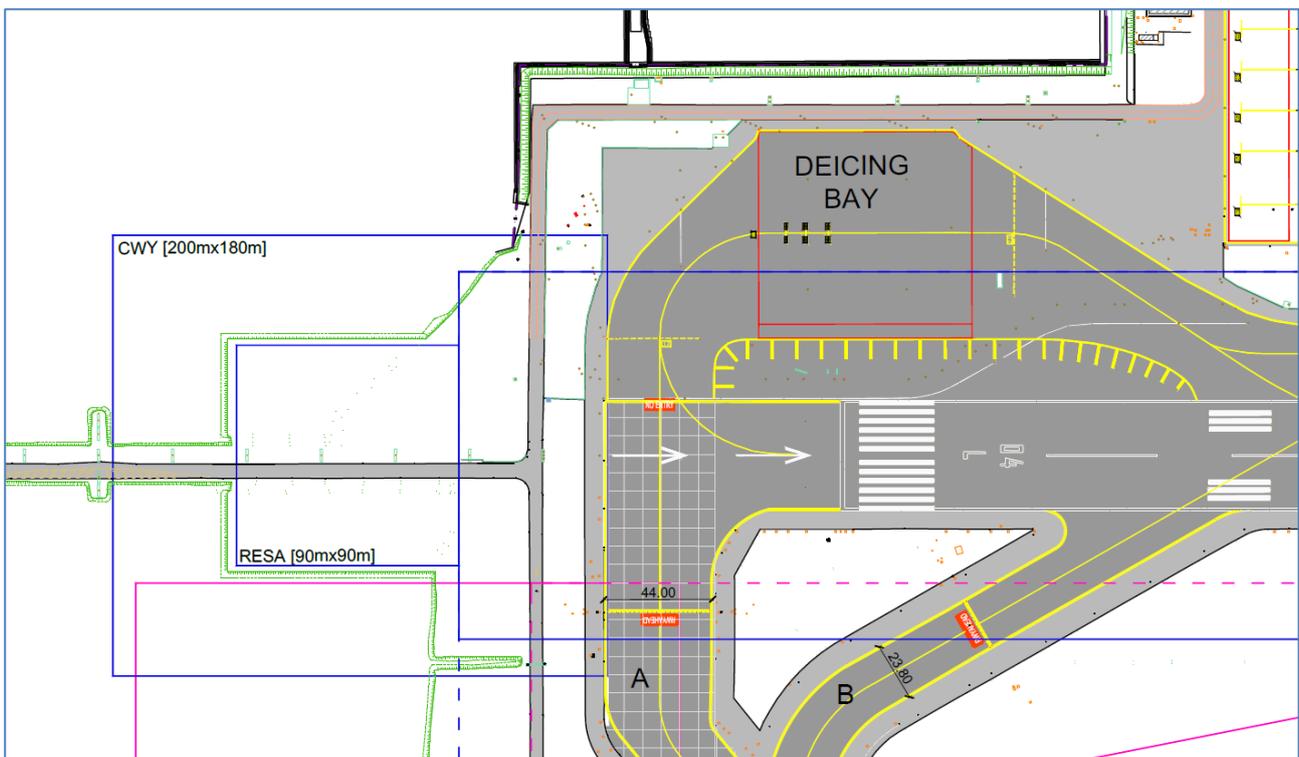


Figura 3-4 Configurazione attuale della testata 04L.

## 3.2 Disponibilità delle aree

Le aree oggetto degli interventi risultano già a disposizione del Gestore dell'aeroporto e dunque non sono da prevedere motivi ostativi alla loro annessione al sedime aeroportuale nonché al loro utilizzo.

## 3.3 Rilievi e indagini sulle aree di intervento

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle indagini, delle prove di laboratorio e dell'elaborazione ed interpretazione dei dati provenienti dalle indagini eseguite nell'area interessata dalla realizzazione della nuova RESA.

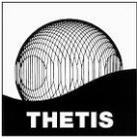
### 3.3.1 Considerazioni sulla vegetazione presente

E' stata svolta una indagine sullo stato della vegetazione esistente (cfr. risposta alla richiesta MinAmb\_26, elaborato 23957-REL-T707.0). Questa è consistita in un sopralluogo durante il quale è stato effettuato un rilievo fotografico.



**Figura 3-5 Vista dell'area di imbonimento.**

L'area di imbonimento è caratterizzata da un terrapieno centrale, coassiale alla pista e recante il corridoio di avvicinamento e la pista di servizio sommitale, e da vegetazione di barena nelle porzioni laterali. Parte della superficie, nella porzione settentrionale dell'area, è già stata in passato oggetto di riporto e presenta una



quota maggiore delle barene circostanti. In tali superfici rilevate si è sviluppata una vegetazione non di interesse comunitaria rappresentata da prati falciati e, lungo le scarpate del terrapieno, da vegetazione ruderale

La specie *Salicornia veneta* non è risultata presente nell'area di imbonimento.

Il valore ecologico del sito, inteso come stima della probabilità che l'insieme degli elementi che conferiscono un valore naturalistico, ambientale o culturale dell'ecosistema si riproducano, è molto basso. In altri termini la probabilità che possano ricostituirsi con caratteristiche analoghe nella zona circostante le nuove opere in breve tempo se eliminate è molto elevata, e la probabilità che si evolvano in sistemi più complessi e stabili è bassa.

Il valore floro-faunistico del sito, ovvero la stima del livello diversità e rarità specifica che contribuiscono a mantenere elevata la variabilità del patrimonio genetico della regione di appartenenza è molto basso: nelle vegetazioni riscontrate non si sono osservati livelli di rarità e diversità specifica di un qualche interesse.

Il valore culturale del sito, inteso come una quantificazione del gradimento percettivo del sito e del valore sociale e culturale dello stesso è basso, in quanto il carattere estetico-percettivo della vegetazione presente non possiede caratteristiche tali da renderla un elemento di pregio del paesaggio circostante, dove predomina la componente degli elementi tecnici al servizio delle strutture aeroportuali.

Nell'ambito della preparazione del piano di posa per la formazione del rilevato della RESA si dovrà procedere preliminarmente al taglio degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle eventuali ceppaie e delle radici. Il materiale vegetale di risulta dovrà essere trasportato in siti appositamente attrezzati alla sua ricezione.

### 3.3.2 Regime freatico

Sulla base delle indagini geotecniche condotte è stato possibile ricostruire l'andamento della falda freatica in coincidenza con l'esecuzione delle prove stesse.

Vista la posizione dell'aeroporto, la variazione di falda è influenzata dall'andamento della quota di laguna ed in alcune zone dalla potenziale presenza di canali sabbiosi tra loro comunicanti difficilmente rappresentabili nei profili stratigrafici di riferimento, aree prettamente di barena.

Il livello minimo della falda freatica è stato misurato a -1.26 m rispetto al livello medio mare, mentre il livello massimo della stessa si è misurato a +0.64 m rispetto al livello medio mare. Sulla base di documentazione geotecnica storica, in diverse aree del sedime aeroportuale, si sono rilevati andamenti di falda da un minimo di -1.35 m ad un massimo di -0.19 m rispetto al livello medio mare. Nella documentazione storica disponibile si indica quale posizione media della quota di falda il livello di -0.80 m rispetto al livello medio mare.

Vista la forte variabilità del livello freatico, si assume una falda coincidente con lo zero idrometrico calcolato su rilievo satellitare.

E' in ogni caso plausibile, che durante gli eventi di marea di massima tale livello possa incrementarsi fino ad una quota di +0.50 m rispetto al livello medio mare e solo localmente raggiungere livelli superiori.

### 3.3.3 Rilievi topografici e plano-altimetrici

Le indagini eseguite hanno incluso un rilievo topografico e plano-altimetrico dell'intero sedime aeroportuale attuale. Per la zona di barena sono invece disponibili dati riportati nella Carta Tecnica del Magistrato alle Acque di Venezia aggiornati al 2005.

I margini della strada perimetrale attuale si trovano ad una quota compresa tra +1.4 e +1.8 m sul livello del medio mare.

La RESA attuale presenta una sezione a due falde simmetriche rispetto all'asse longitudinale allineato alla pista 04L/22R. In mezzeria la quota è pressoché costante a +1.8 m sul medio mare, si ha poi un graduale abbassamento verso i bordi esterni dove si ottengono valori compresi tra +1.4 m e +1.0 m con il valore minimo che viene raggiunto in corrispondenza dei vertici sud e ovest.

Dalla CTR, per quanto datata, si può desumere che la barena ha un'altezza variabile sul medio mare compresa tra +0.2 m e 0.8 m. Il canale che porta alla darsena ha invece una profondità massima di -3.5 m nella parte navigabile, mentre la profondità media si riduce a -0.4 m lungo i margini esterni non navigabili.



**Figura 3-6 Altimetria attuale.**



### 3.3.4 Indagini geologiche e geotecniche

Per la definizione delle principali caratteristiche meccaniche dei terreni, la loro natura e la composizione sono disponibili dati da indagini svolte sia in tempi recenti (2012-2013) sia in passato.

Con le indagini svolte sono state individuate 6 tipologie principali di terreno presente in sito, di cui 3 granulari e 3 argillose-limose.

È stato rilevato anche uno strato di materiale granulare di origine antropica, ovvero non geologicamente appartenente all'area su cui insiste l'aeroporto ma proveniente da aree limitrofe e trasportato in fase di realizzazione che costituisce uno strato di riporto superficiale. Lo spessore è pressoché costante nell'intera area aeroportuale, si trova a circa 0.2÷0.4 m da p.c. e raggiunge una profondità di 1.1÷2.0 m da p.c.. Questo strato granulare presenta da buone caratteristiche meccaniche di resistenza e deformabilità.

In corrispondenza delle piste principali è stato individuato uno strato di ghiaia (tipo 1) con modulo  $E=120$  MPa.

Al di sotto delle shoulder e delle strip esistenti si trova invece uno strato di ghiaia (tipo 2) con modulo  $E=50$  MPa. In corrispondenza di quest'ultime, si è inoltre riscontrata la presenza di materiale vegetale di ricoprimento. le cui caratteristiche.

Le caratteristiche degli strati principali descritti sono riportate nelle tabelle di seguito.

La stratigrafia rilevata in corrispondenza della RESA attuale e della barena, così come rilevabile dalle prove condotte sono indicati nella tabella seguente.

Per gli strati profondi delle aree qui analizzate, posti oltre la quota di -7.5 m s.l.m., la continua alternanza di strati coesivi e granulari a differenti quote non consente di individuare uno strato granulare.

Le indagini eseguite nel 2010 con penetrometro dinamico riportano i valori ottenuti per l'indice CBR, necessario per il dimensionamento dell'area della RESA secondo il regolamento ICAO. Dai risultati ottenuti risulta che la portanza del terreno decade rapidamente immediatamente all'esterno del sedime aeroportuale.

In particolare le aree barenali presentano un valore di indice di portanza  $CBR^1 < 10$ , rendendo quindi necessario un intervento che preveda un opportuno trattamento di questi terreni per ottenere un valore pari almeno al valore minimo di CBR compreso tra 15 e 20 come previsto dalle norme.

---

<sup>1</sup> California Bearing Ratio.

**Tabella 3-1 Parametri geotecnici caratteristici del terreno (fonte: Interventi di riqualifica e adeguamento normativo delle infrastrutture dei volo. Relazione geognostica e geotecnica).**

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA	NATURA TERRENO	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi$ [°]	OCR (POP)	$D_R$ [%]	K [m/s]
S1	GRAN.	19.0	-	2.0	32	1.0	40÷70	1.7E-5
S2	GRAN.	19.0	-	0.0	30	1.0	30÷50	1.7E-5
S3	GRAN.	19.0	-	0.0	28	1.0	35	1.7E-5
A/L 1	COE.	18.5	30÷60 [50]	5.0	27	3.0 (10)	-	2.6E-9
A/L 2	COE.	18.0	45÷90 [70]	5.0	27	1.5 (10)	-	2.6E-9
A/L 2*	COE.	18.5	45÷90 [70]	5.0	27	1.1 (10)	-	1.7E-7
TERRENO VEGETALE	COE.	20.0	60	0.0÷20	30	10 (10)	-	2.6E-9
RIPORTO	GRAN.	22.0	-	5.0	45	1.0	-	1.7E-5

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA	NATURA TERRENO	$C_c$ ( $\lambda^*$ )	$C_r$ ( $\kappa^*$ )	$C_\alpha$ ( $\mu^*$ )	$E_{ref}$ [MPa]	$E_{ur}$ [MPa]	m [-]
S1	GRAN.	-	-	-	15.0	45.0	0.55
S2	GRAN.	-	-	-	20.0	60.0	0.55
S3	GRAN.	-	-	-	26.0	78.0	0.55
A/L 1	COE.	0.14 (0.033)	0.018 (0.0086)	0.004 (0.00097)	3.3	21.0	0.80
A/L 2	COE.	0.12 (0.028)	0.015 (0.0075)	0.003 (0.00073)	4.0	24.0	0.90
A/L 2*	COE.	0.12 (0.028)	0.015 (0.0075)	0.003 (0.00073)	4.0	24.0	0.90
TERRENO VEGETALE	COE.	0.15 ( )	0.03 ( )	-	6.5÷8.0	18.0÷32.0	0.42÷0.70
RIPORTO	GRAN.	-	-	-	50÷120	-	-



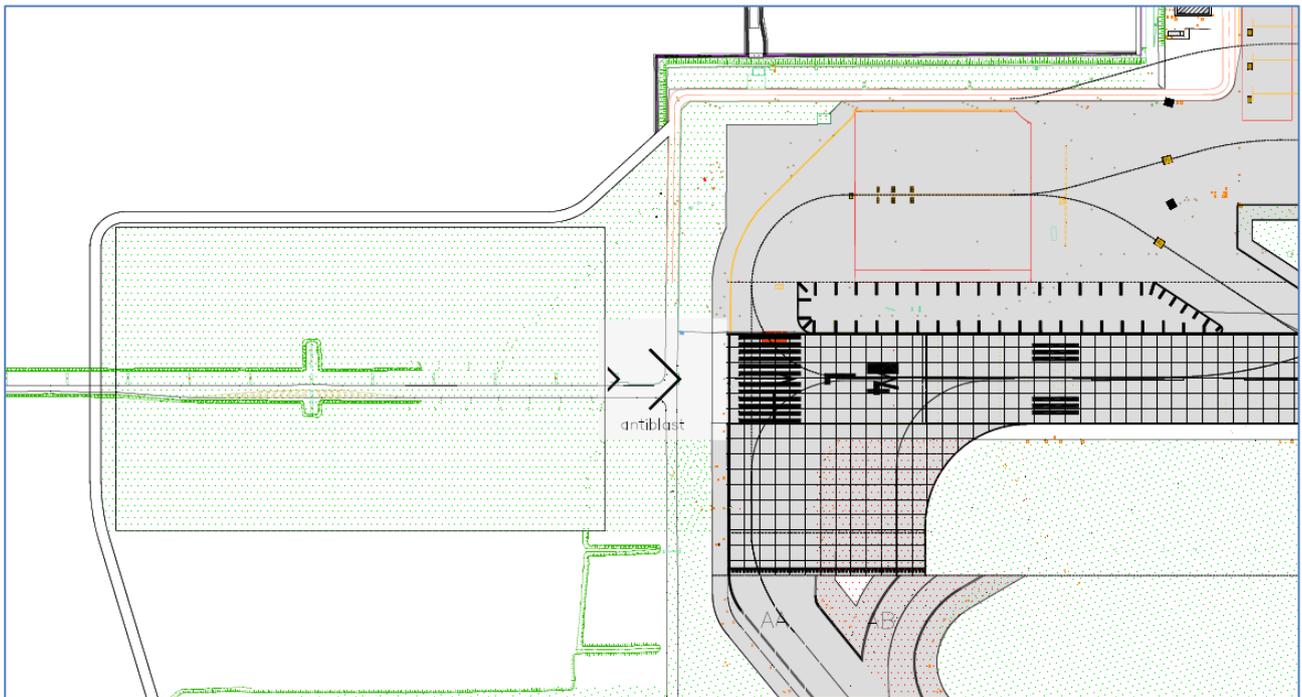
Tabella 3-2 Stratigrafia in corrispondenza della testata RESA 04L (fonte: Interventi di riqualifica e adeguamento normativo delle infrastrutture dei volo. Relazione geognostica e geotecnica).

STRATO	PROFONDITA'		UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA
	da [m s.l.m.]	a [m s.l.m.]	
1	q.ta p.c.	+0.0	A/L 1 oppure RIPORTO (*)
2	-0.5	-1.2	A/L 1
3	-1.2	-3.0	S1
4	-3.0	-8.0	A/L 1
5	-8.0	-15.0	A/L 2
6	-15.0	∞	A/L 3

(\*) RIPORTO: terreno di bonifica presente in prossimità delle piste esistenti.

## 4 Descrizione delle opere previste

La pista di volo secondaria sarà interessata da opere di prolungamento su entrambe le testate. Nella prima fase (fino al 2021), il prolungamento riguarderà l'infrastruttura esclusivamente ad uso taxiway.



**Figura 3-7 Stato di progetto al 2021.**

La sezione trasversale rimarrà immutata rispetto a quella attuale. Dal punto di vista altimetrico l'infrastruttura presenterà nella sua nuova configurazione delle quote progetto simili a quelle attuali.

L'andamento del terreno lungo la direttrice di prolungamento della RESA a tergo della testata 04L, è digradante progressivamente verso la laguna. Quindi, per garantire sia la conformità regolamentare sia la continuità plano-altimetrica dell'ampliamento della RESA rispetto a quella esistente, è necessario provvedere alla realizzazione di un rilevato in terra che sia collegato a quello che costituisce la RESA attuale e al limite sud-ovest del sedime aeroportuale che è costituito da zone barenali già imbonite.

Il nuovo rilevato si svilupperà per una lunghezza di 240 m nelle aree di nuova realizzazione, e di 150 m dove è già presente il rilevato della RESA attuale. La superficie di intervento in pianta è stata valutata in via preliminare pari a circa 33'000 m<sup>2</sup>.

Per la preparazione del piano di imposta del nuovo rilevato su cui insisteranno la RESA e la viabilità perimetrale dell'aeroporto, dovranno essere eseguiti diversi lavori:

1. Realizzazione del marginamento perimetrale
  - a. costruzione della pista con sedimenti da dragaggi e materiale arido proveniente da cava opportunamente compattato, realizzazione delle scarpate o eventuale infissione pali di sostegno;



- b. infissione palancole strutturali;
- c. posa del cordolo e sigillatura degli elementi che lo compongono;
- d. rinterro e completamento del piano stradale.

## 2. Imbonimento della barena

- a. scotico del terreno vegetale;
- b. riempimento con materiale di riporto;
- c. regolarizzazione del materiale che costituirà lo strato di fondazione del rilevato;

## 3. Realizzazione della RESA

- a. posa e trattamento del terreno di formazione del rilevato;
- b. ricoprimento con terreno vegetale.

## 4.1 Marginamento della barena

### 4.1.1 Struttura del marginamento

Per effettuare l'allargamento della RESA è prevista una soluzione di sostegno del rilevato lato canale lagunare compatibile con le soluzioni precedentemente adottate e previste dall'ex Magistrato alle Acque di Venezia ora Provveditorato interregionale per il Veneto, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia Giulia.

La struttura di marginamento consisterà in un palancole strutturale di profilo variabile a seconda delle caratteristiche geotecniche e geologiche del terreno e del conseguente stato di sollecitazione. Le palancole sono sormontate da un elemento prefabbricato in pietra d'Istria, avente principalmente funzione di rivestimento esterno della parte a vista e di coronamento superiore. Il rivestimento verrà posato tra la sommità del palancole e la superficie della barena, fornendo anche una protezione meccanica al tratto di palancole non infisso nel terreno migliorandone la durabilità nei confronti della sollecitazione da moto ondoso.

In questa sede preme evidenziare l'efficacia del palancole nell'ostacolare il reflusso del materiale di imbonimento della barena verso le acque della laguna. Inoltre la finitura stessa permetterà anche di fornire un ulteriore sistema di garanzia di tenuta rendendo ulteriormente più difficile la filtrazione di materiali attraverso le palancole.

#### 4.1.1.1 Predimensionamento

E' stato svolto un calcolo di predimensionamento di massima del marginamento per fornire una prima indicazione sulla lunghezza necessaria delle palancole. Il calcolo è stato eseguito con il software Prosheet che verifica la stabilità dell'equilibrio secondo la teoria di Blum.

Come dati in ingresso si è considerata una quota della sommità del marginamento rispetto al medio mare pari +1.60 m, le caratteristiche del terreno sono quelle desunte dai risultati delle prove sui terreni così come riportate in precedenza.

Come carichi accidentali sono stati considerati due casi: il primo prevede la presenza di un mezzo antincendio, tipo Magirus Superdragon x8, sulla strada di servizio immediatamente a tergo del marginamento. Il secondo caso prevede che l'aereo critico di progetto, l'Airbus 340-500, si trovi con uno dei suoi carrelli posteriori posizionato sul bordo esterno della RESA.

Gli schemi di riferimento sono riportati nelle figure seguenti.

Nel primo caso, la sollecitazione dovuta al mezzo antincendio idroschiuma polvere che transita lungo la strada perimetrale.

Il veicolo è dotato di quattro assi tutti equipaggiati con ruote singole

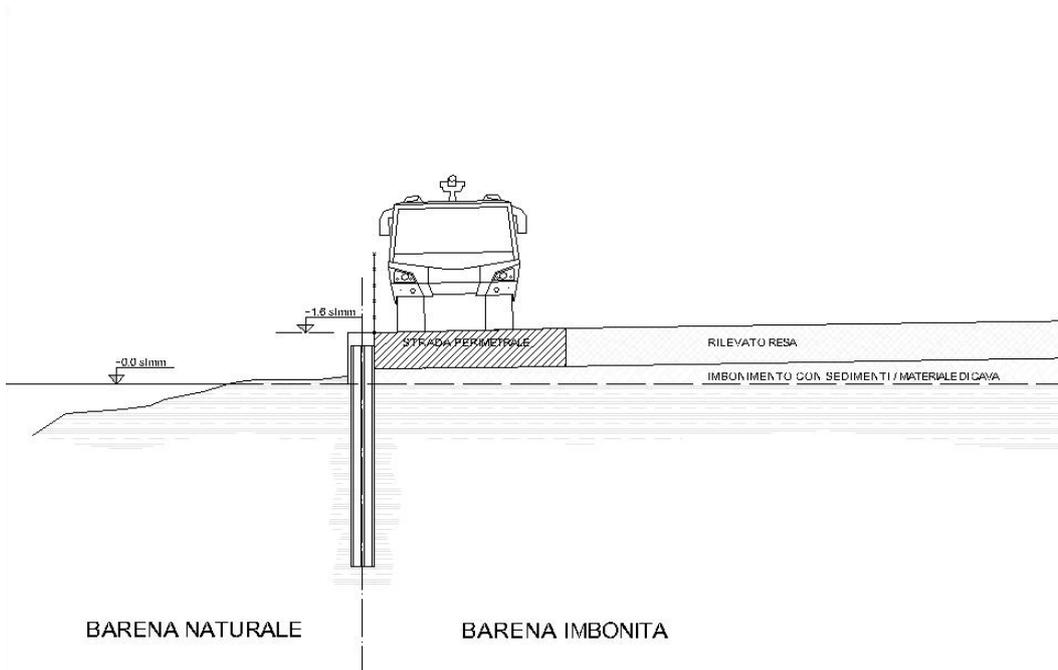
Viene utilizzato dal distaccamento VVF presso l'aeroporto e rientra nella classe di veicoli per la lotta antincendio negli aeroporti con le maggiori dimensioni e col maggiore peso ammissibile (circa a 40'000 kg).



**Figura 3-8 Iveco Magirus Superdragon x8.**

La presenza del veicolo corrisponde ad un carico stimato su un metro di palanca di  $7.35 \text{ kN/m}^2$  per ruota.

Di conseguenza la lunghezza della palanca richiesta per garantire l'equilibrio è pari a 7 m.



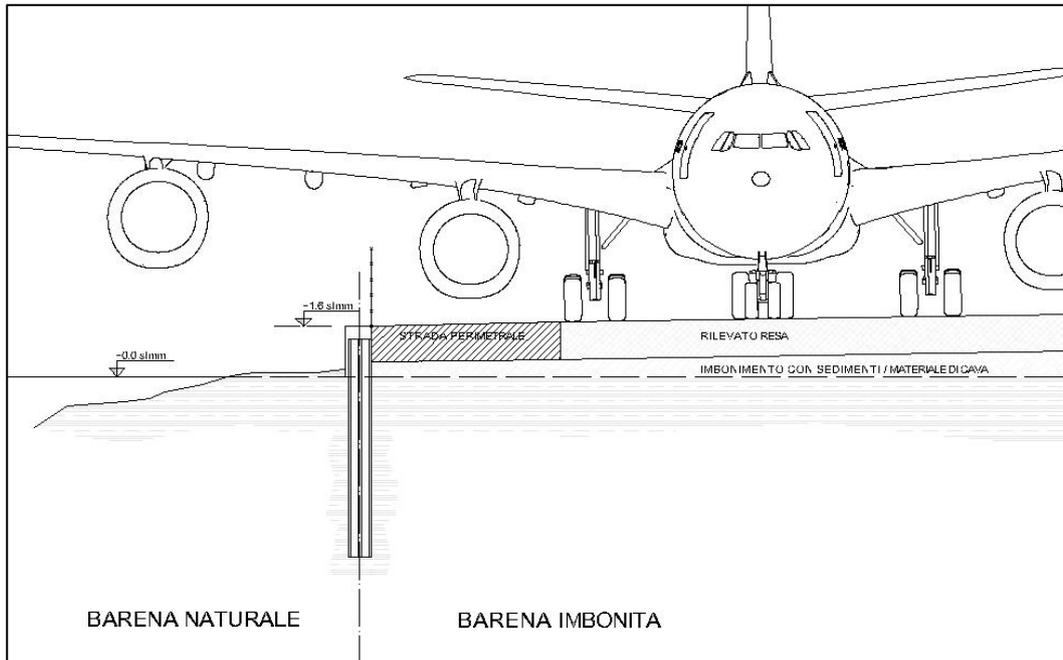
**Figura 3-9 Caso 1- sollecitazione da transito di Magirus Superdragon x8.**

Nel secondo caso il carico è dato dal carrello posteriore di un Airbus A340-500 che impegna la RESA lungo uno dei margini.



**Figura 3-10 Airbus A340-500.**

L'Airbus A340 è un aereo di linea quadrimotore ad ala bassa utilizzato su rotte a lungo raggio, la versione - 500 ha un'autonomia maggiorata rispetto alle versioni iniziali dello stesso aereo. E' tuttavia stato prodotto in un numero estremamente ridotto, quindi pur rappresentando l'aereo che induce le maggiori sollecitazioni sulle strutture la possibilità di un incidente nell'aeroporto di Venezia con questo tipo di aeromobile è molto bassa.



**Figura 3-11 Caso 2 - Sollecitazione da Airbus A340-500.**

Il carico corrispondente è di  $60 \text{ kN/m}^2$ .

L'azione sul palancoato grazie alla maggiore distanza dal marginamento, da cui consegue una distribuzione del carico su una superficie resistente più vasta, produce una sollecitazione analoga a quella del mezzo antincendio

Il calcolo preliminare ha restituito anche in questo caso un valore di 7 m della lunghezza totale delle palancole.

#### 4.1.2 Caratteristiche del palancoato

Per la realizzazione del marginamento si propone di utilizzare palancole metalliche tipo Larssen. La scelta definitiva della tipologia di palancole avverrà in sede di progettazione.

Le palancole saranno depositate in un'area idonea identificata dal gestore aeroportuale e saranno quindi movimentate ed infisse con mezzi di terra.

La palancole metallica è un componente costruttivo costituito da spezzoni di nastro di acciaio laminato a caldo con incastri (gargami) maschio – femmina che connessi (ingargamati) tra loro durante l'infissione nel terreno, formano una parete continua. Le palancole in acciaio possono essere posate in acqua salata o a contatto con terreni da bonificare provvedendo alla loro protezione mediante zincatura e/o verniciatura. Se necessario è possibile applicare anche un sistema di protezione catodica in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno presente.

Per garantire l'impossibilità di fuoriuscita di eventuali inquinanti, si provvederà a fornire le palancole di guarnizioni in poliuretano estese per l'intera lunghezza delle palancole in modo che esse non vengano danneggiate durante l'infissione.

Per una corretta infissione delle palancole, è essenziale disporre di dati attendibili relativamente alle condizioni topografica e geologica del sito. L'infissione avverrà tramite vibrator che trasferiscono vibrazioni alle palancole in modo da consentire la loro infissione attraverso i vari strati di terreno. Il principio di funzionamento è la riduzione di attrito tra la palancola e il terreno. Le vibrazioni si traducono in una notevole diminuzione della resistenza tra il terreno e la palancola. Questo consente alla palancola di essere infissa nel terreno con pochissimo carico aggiunto, ovvero il proprio peso più il peso del martello. La possibilità di far variare la velocità dei vibrator idraulici permette di adattare la frequenza del sistema alle diverse condizioni del terreno. Un vantaggio di questa tecnica è il ridotto ingombro in altezza delle macchine operatrici.

Si sottolinea che per le forniture delle palancole metalliche strutturali di sponda, è possibile ricorrere ad elementi usati che presentino caratteristiche adeguate per resistenza strutturale e stato di conservazione. I relativi pezzi speciali e giunti polimerici di impermeabilizzazione saranno invece da procurare nuovi.

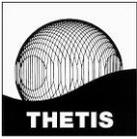
#### 4.1.3 Modalità di realizzazione del marginamento

La poligonale di infissione del palancolato si trova interamente all'interno della barena, con distanze variabili dalla sponda del canale.

L'infissione delle palancole sarà realizzata previa esecuzione di una pista provvisoria, che permette all'infissore di raggiungere la poligonale da terra. In funzione della tipologia del terreno esistente e delle sue caratteristiche di portanza, la pista presenterà una scarpata di adeguata pendenza su entrambi i lati. Nel caso in cui non fosse possibile realizzare la scarpata, a causa della vicinanza del canale per le scadenti caratteristiche del terreno di imposta si provvederà al sostegno mediante l'infissione di palificate provvisorie in legno.



**Figura 3-12 Esempio di realizzazione di marginamento.**



La pista di cantiere per la creazione del marginamento sarà realizzata lungo il perimetro della nuova RESA. Questa impostazione del cantiere rende possibile la realizzazione dell'opera di riva senza la necessità di scavare un canale di servizio perimetrale e, di conseguenza, senza movimentare il terreno a causa del necessario dragaggio di materiale della barena.

È comunque possibile che per la realizzazione delle opere previste si proceda all'eventuale scavo preliminare di una minima quantità di materiale, in quanto, lungo la fascia dove si provvederà all'infissione del palancolato strutturale, è possibile che sia necessario eliminare degli eventuali trovanti che potrebbero ostacolare le attività.

Le quantità eventualmente scavate andranno gestite secondo quanto previsto dal Protocollo 08.04.1993: andranno quindi caratterizzate e, a seconda della loro classe (A, B, C o >C), verranno riutilizzate in laguna con le diverse cautele previste (caso di classe A, B o C) o conferite a discarica (classe >C).

Rispetto alle modalità di scavo si ricorda che, poiché le aree di intervento sono esterne al Sito di Interesse Nazionale, le norme vigenti e le disposizioni delle autorità competenti non prevedono l'adozione di particolari precauzioni per evitare o limitare la dispersione di sedimento in sospensione, e dei relativi inquinanti, durante le operazioni di scavo.

Per minimizzare i problemi legati alla torbidità delle acque conseguente agli eventuali scavi, si prevede l'impiego di barriere anti torbidità. Queste avranno caratteristiche tali da limitare l'alterazione della torbidità delle acque alle sole aree di intervento. Dovranno essere costituite da barriere galleggianti di protezione munite di idonei teli immersi, spinti sino al fondo al fine di impedire la fuoriuscita dei materiali messi in sospensione, durante le operazioni di scavo, dalle aree di intervento che andranno a conterminare.

La parte superiore galleggiante è adatta anche al contenimento di materiali che possono disperdersi in galleggiamento. La parte emersa è composto da un tessuto in poliestere ad alta resistenza meccanica spalmato in PVC, e costituisce la struttura portante della barriera che viene realizzata in elementi modulari di lunghezza variabile a seconda del produttore.

I galleggianti sono realizzati e disposti in modo tale da consentire un corretto adattamento al moto ondoso.

La parte immersa della barriera è realizzata con in tessuto in poliestere spalmato in PVC. Ogni telo è termosaldato fino a formare la parte sottostante di ogni modulo.

Le barriere così realizzate sono preassemblate in stabilimento, e verranno messe in opera mediante varo da natante. Il collegamento tra i moduli avviene con sistemi idonei a garantire la continuità della barriera lungo tutto il percorso di conterminazione. Saranno inoltre essere dotate di sistemi di ancoraggio al fondale e munite di opportune boe di segnalazione.

Per facilitare le fasi di posa delle barriere anti torbidità, si potrà valutare di impiegare pali in legno di allineamento, avendo l'accortezza di segnalarli opportunamente con l'applicazione in testa di dispositivi catarifrangenti.

Qualora fosse necessario garantire l'accesso e l'uscita di mezzi d'opera dall'area conterminata si dovrà prevedere la presenza, lungo il perimetro di conterminazione, di una porta ottenuta sovrapponendo i lembi terminali della barriera che verrà movimentata da apposito natante. Il pannello immerso dovrà essere impermeabile e con caratteristiche di resistenza idonee all'impiego.



## 4.2 Imbonimento della barena

### 4.2.1 Caratterizzazione del terreno esistente

Ai sensi della normativa vigente, la zona oggetto di intervento non deve essere sottoposta ad interventi di caratterizzazione in quanto non è inclusa tra i siti inquinati o potenzialmente inquinati riportati nell'anagrafe regionale istituita secondo le indicazioni del D.Lvo 152/06.

### 4.2.2 Riempimento con materiale di riporto

Il volume del materiale necessario per il riempimento della barena è stimato in circa 58'000 m<sup>3</sup>. Nella stima sono esclusi eventuali riempimenti aggiuntivi dovuti al cedimento del terreno attuale in seguito al sovraccarico. Il calcolo dei cedimenti dovrà essere eseguito in fase progettuale dopo aver eseguito una campagna di indagini geotecniche e geologiche nella zona di barena inclusa nell'intervento.

Il materiale di riempimento sarà selezionato in accordo con le prescrizioni del e del D.Lvo 152/06 e del "Protocollo recante criteri di sicurezza ambientale per gli interventi di escavazione, trasporto e reimpiego dei fanghi estratti dai canali di Venezia" del 1993.

Si prevede di utilizzare, per la realizzazione della pista di cantiere perimetrale, del sedimento conforme ai valori della classe A secondo il Protocollo 08.04.1993, e contestualmente conformi anche ai limiti previsti dalla colonna A di tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del D.Lvo 152/06 e ss.mm.ii.. Questo materiale è utilizzabile per interventi di ripristino di morfologie lagunari, come la ricostruzione di barene erose ed il recupero di zone depresse, comportanti contatto diretto o indiretto dei materiali di escavazione con le acque della laguna suscettibili di rimettere in ciclo nelle acque lagunari il materiale stesso.

Una volta completato il perimetro di marginamento con il materiale "entro A" e le palancole, sarà possibile utilizzare per il riempimento dell'area interna così ottenuta dei sedimenti le cui caratteristiche chimiche sono tali da rispettare i parametri della classe C del Protocollo 08.04.1993 e, contemporaneamente, della colonna B di tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del D.Lvo 152/06 e ss.mm.ii..

Le analisi che saranno svolte permetteranno quindi di non scaricare materiali che contengano componenti in quantità, concentrazione, o stato chimico-fisico tali da compromettere l'ambiente e idonei alla destinazione d'uso dell'area.

In base alle caratteristiche geotecniche del sedimento disponibile si possono prevedere differenti destinazioni d'uso. Lo si potrà infatti impiegare per la regolarizzazione dello strato di appoggio del rilevato, stabilizzandolo in sito o fuori opera con di cemento, e ottenendo così valori di resistenza minima adeguati a sostenere il rilevato sovrastante.

Nel caso in cui una parte abbia caratteristiche idonee ad essere impiegata per la realizzazione del rilevato della RESA, questa potrà essere riutilizzata per la costruzione del corpo di rilevato stesso, previa stabilizzazione a cemento ed eventuale correzione granulometrica.

Se il materiale avesse caratteristiche geotecniche idonee alla sola sistemazioni a verde, sarà temporaneamente stoccato in aree interne al sedime aeroportuale per essere poi stesa come ricoprimento superficiale.

Dove non fosse possibile reperire il sedimento della categoria di riferimento, o se la quantità disponibile fosse inferiore a quella necessaria al completamento delle opere, si provvederà ad utilizzare materiale nuovo proveniente da cave o altri depositi dopo una preventiva caratterizzazione delle sue caratteristiche chimico-fisiche i cui parametri devono rientrare nei limiti sopra citati.



#### 4.2.3 Gestione delle acque lagunari presenti all'interno dell'area

Terminata la realizzazione del marginamento, l'acqua residua presente all'interno del marginamento dovrà essere allontanata prima che sia possibile iniziare le attività di riempimento. In considerazione delle caratteristiche morfologiche della zona di barena si ritiene che, una volta completata la palancolata, la quantità di acqua residua sia molto ridotta. Si sottolinea che trattandosi di acqua di laguna che viene semplicemente rinchiusa in un'area confinata, la sua rimozione non si configura in senso stretto come uno scarico di materiale di risulta.

### 4.3 Realizzazione della RESA

Il rilevato che andrà a costituire la nuova RESA. il cui volume complessivo è stimato in circa 31'000 m<sup>3</sup>, utilizzerà come piano di fondazione lo strato di materiale di imbonimento opportunamente regolarizzato e sufficientemente consolidato per ridurre al minimo i cedimenti della superficie superiore.

#### 4.3.1 Corpo del rilevato in materiale stabilizzato

La preparazione del piano di imposta del rilevato è prevista tramite gradonatura e successiva regolarizzazione con strati di materiale stabilizzato a cemento, mancando il substrato antropico che caratterizza le altre aree aeroportuali.

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitarne la segregazione e brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Ciascuno strato potrà essere messo in opera dopo avere accertato l'idoneità dello strato precedente: in seguito delle lavorazioni di costipamento e compattazione meccanica dovrà essere verificato, per ciascun singolo strato componente, il raggiungimento dei prescritti valori di densità, CBR e del modulo di deformazione Md.

Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale a grana grossa e granulometria poco assortita o uniforme, tale da produrre nello strato compattato una elevata percentuale dei vuoti, a strati di terre a grana più fine che nel tempo possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale compresa tra il 2% e il 4 % in funzione del materiale costituente il singolo strato.

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato.

Per quanto riguarda la stabilizzazione del terreno costituente il rilevato si utilizzerà come minimo cemento tipo 32.5 Cem IV A.A.R.S (cemento pozzolanico ad altissima resistenza ai solfati) in ragione del 5% in peso secco degli inerti. Questo tipo di cemento è ottenuto dalla macinazione di clinker portland a ridotto contenuto



di celite (C3A), da cenere volante silicea come costituente principale e da gesso per la regolazione della presa. Il cemento scelto offre una buona resistenza all'attacco acido dei solfati: la sua composizione conferisce alle opere stabilità e durezza in quanto viene inibita l'azione corrosiva dei solfati e cloruri nel tempo. L'alta resistenza agli attacchi chimici e ad un calore d'idratazione contenuto lo rendono idoneo per opere di stabilizzazione dei terreni in ambiente marittimo che necessitano di una resistenza finale elevata nonostante le condizioni chimicamente aggressive. Il suo utilizzo è indicato anche in presenza di aggregati potenzialmente reattivi, al fine di ridurre il rischio di espansione dovuta alla reazione alcali-aggregati. La maggiore finezza di questo cemento rispetto ad altri di pari classe determina una maggiore dispersione della pasta legante nella massa del calcestruzzo, assicurando il migliore riempimento degli interstizi tra i granuli dell'aggregato favorendo così la realizzazione di strutture più compatte e meno permeabili.

#### 4.3.2 Strato superiore in terreno vegetale

Lo strato superiore della RESA sarà realizzata con un ricoprimento in terreno vegetale dello spessore di circa 10 cm. Questo strato di ricoprimento andrà sistemato a strisce orizzontali e opportunamente assestato seguendo l'andamento altimetrico del terreno sottostante. Il terreno vegetale deve permettere il rapido attecchimento e sviluppo del manto erboso e seminato con essenze idonee all'ambito aeroportuale. La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un inerbimento adeguato e uniforme, adatto alla protezione del rilevato.

L'andamento altimetrico delle sezioni trasversali sarà analogo a quello della RESA esistente ovvero con doppia falda digradante verso le estremità con colmo a quota +1.80 m e minimo a +1.60 m, ovvero pari alla quota di sommità del marginamento.

In senso longitudinale, il tratto di RESA presenterà un andamento con pendenza negativa verso la laguna, digradante in direzione sud-est. Pendenze differenti, se compatibili con il Regolamento ENAC, potranno essere proposte in sede di progetto.

Il complesso del rilevato così realizzato dovrà assicurare sia un'adeguata portanza del terreno sia la prescritta regolarità plano-altimetrica secondo i valori stabiliti dal Regolamento ENAC.

L'acqua meteorica verrà smaltita analogamente a quanto viene già effettuato nelle aree del sedime.