



Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

# AEROPORTO "LEONARDO DA VINCI" FIUMICINO - ROMA



## TORRE 3

### PROGETTO ESECUTIVO

#### DOCUMENTAZIONE GENERALE

#### RELAZIONI SPECIALISTICHE

#### GEOLOGIA

#### RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

<b>IL GEOLOGO</b>  Dr. Geol. Enrico Maranini Ord. Geol. Emilia Romagna n. 1056  <b>GEOLOGIA</b>	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Arch. Elisabetta Rimoldi Ord. Arch. Milano n. 13889	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b>  Arch. Maurizio Martignago Ord. Arch. Roma n. 9951  <b>PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI</b>
--	--	--

CODICE IDENTIFICATIVO														Ordinatore:		
RIFERIMENTO PROGETTO				RIFERIMENTO DIRETTORIO					RIFERIMENTO ELABORATO					0		
Codice	Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA			Tip.	Disciplina	Progressivo		Rev.	
0A869X				PEDG	GEN							RGE00001				0
														SCALA: -		

 gruppo Atlantia	RESPONSABILE DIVISIONE:		RESPONSABILE UNITA':		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI		PROGETTAZIONE TERMINAL E IMPIANTI				n.	data
	Arch. Maurizio Martignago		Ing. Claudio Barbetta				0	Luglio 2019
							1	
							2	
REDATTO:		VERIFICATO:				3		
						4		

Visto del Committente: <b>Aeroporti di Roma S.p.A.</b>		RIFERIMENTI COMMITTENTE: INCARICO n. U0031979 del 18/11/2016	
<b>IL RESPONSABILE DELL'INIZIATIVA</b>  Dott. Filippo Maria Carbonari	<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  Ing. Valerio Barberi	<b>IL POST HOLDER DI AREA:</b>  <b>PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE E SISTEMI</b> Ing. Paolo Cambula  <b>MANUTENZIONE FCO CIVILE, IMPIANTI E SISTEMI</b> Ing. Pierluigi Fratarcangeli	

## RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA (Relazione geologica e di modellazione sismica)

REV	DESCRIZIONE	EMESSO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	emissione	Enrico Maranini	07-2019	Elisabetta Rimoldi	07-2019	Claudio Barbeta	07-2019

## Sommario

1	PREMESSA.....	5
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E OTTEMPERANZE.....	8
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	10
5	SISMICITÀ .....	12
5.1	SISMICITÀ STORICA.....	12
5.2	PERICOLOSITÀ, CLASSIFICAZIONE E ZONAZIONE SISMICA .....	12
5.2.1	<i>Pericolosità sismica dell'area di studio .....</i>	<i>12</i>
5.2.2	<i>Classificazione sismica dell'area di progetto.....</i>	<i>15</i>
5.2.3	<i>Determinazione della categoria di sottosuolo, sezione sismica rappresentativa e frequenza di risonanza</i> <i>17</i>	
5.3	MICROZONAZIONE E CLASSI DI RISCHIO NELL'AREA DI STUDIO .....	20
6	GEOLOGIA.....	22
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	22
6.2	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE .....	23
6.2.1	<i>Sequenze stratigrafiche dell'area deltizia tiberina .....</i>	<i>23</i>
6.2.2	<i>Morfologia e stratigrafia olocenica della piana deltizia .....</i>	<i>26</i>
6.3	LITOSTRATIGRAFIA DELL'AREA DI PERTINENZA AEROPORTUALE E PROGETTUALE .....	30
6.3.1	<i>Sezione stratigrafica dell'area di progetto.....</i>	<i>35</i>
7	IDROGEOLOGIA.....	38
7.1	IDROGEOLOGIA GENERALE.....	42
7.2	IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO .....	42
7.2.1	<i>Complessi idrogeologici .....</i>	<i>42</i>
7.2.2	<i>Reticolo idrografico e rete scolante.....</i>	<i>44</i>
7.2.3	<i>Verifica con il Piano di Assetto Idrogeologico .....</i>	<i>45</i>
7.3	PIEZOMETRIA E FREATIMETRIA.....	48
8	CONCLUSIONI CIRCA LA FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO .....	50
9	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	54

### ALLEGATO

CERTIFICATI INDAGINI GEOGNOSTICHE

## Indice delle Figure

FIGURA 1 - CARTOGRAFIA STRADALE DELLA ZONA PROSSIMA A FIUMICINO AEROPORTO. NEL RIQUADRO È INDICATA L'AREA DI INTERVENTO. ....	6
FIGURA 2 - CARTOGRAFIA DELLA ZONA DI FIUMICINO AEROPORTO PIÙ PROSSIMA ALL'AREA DI INTERVENTO. ....	7
FIGURA 3 - AREA DI INTERVENTO. STATO ATTUALE. ....	7
FIGURA 4 - PLANIMETRIA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE. ....	11
FIGURA 5 - ZONAZIONE SISMOGENETICA DELL'ITALIA CENTRALE (INGV, 2004). I LIMITI DI COLORE BLU SEPARANO ZONE CON ANALOGO SIGNIFICATO CINEMATICO, CHE DIFFERISCONO PRINCIPALMENTE PER LE CARATTERISTICHE DI SISMICITÀ. IL CERCHIO ROSSO IDENTIFICA LA ZONA PIÙ PROSSIMA ALL'AREA DI STUDIO. ....	13
FIGURA 6 - ANALISI DI DISAGGREGAZIONE DI A(G) CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DEL 5% IN 50 ANNI – Tr 1000 ANNI, SECONDO LA MAPPA INTERATTIVA DI PERICOLOSITÀ SISMICA PER L'AREA DI FIUMICINO ( <a href="http://esse1-gis.mi.ingv.it">HTTP://ESSE1-GIS.MI.INGV.IT</a> ).....	15
FIGURA 7 - RICLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LAZIO. NELL'AREA EVIDENZIATA IL COMUNE DI FIUMICINO (REGIONE LAZIO, DGR 387/2009).....	16
FIGURA 8 - ESTRATTO DELLA CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL LAZIO, ESPRESSA IN TERMINI DI ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO CON PROBABILITÀ DI ECCEDEZZA DEL 10% IN 50 ANNI RIFERITA A SUOLI MOLTO RIGIDI ( $Vs30 > 800$ m/s) (INGV, 2004). NEL CERCHIO ROSSO È EVIDENZIATA L'AREA DI STUDIO. ....	17
FIGURA 9 - RAPPRESENTAZIONE DELLE VELOCITÀ Vs CON LA PROFONDITÀ CALCOLATE DALLA PROVA GEOFISICA DH ESEGUITE NEL FORO DI SONDAGGIO S1 (INTERPRETAZIONE POLO GEOLOGICO SRL, 2017).....	18
FIGURA 10 - RAPPRESENTAZIONE DELLE VELOCITÀ Vs CON LA PROFONDITÀ CALCOLATE RISPETTIVAMENTE DALLE PROVE GEOFISICHE MASW 1 E 2 (INTERPRETAZIONE GEOSERVICE SRL, 2017). ....	18
FIGURA 11 - SPETTRO H/V OTTENUTO DALLA PROVA A STAZIONE SINGOLA NEI PRESSI DELL'AREA DI PROGETTO (INTERPRETAZIONE GEOSTUDI, 2013).....	19
FIGURA 12 - ESEMPIO DI SPETTRO H/V OTTENUTO NEI PRESSI DELLA CASERMA CENTRALE VVFF, CIRCA 7-800 M PIÙ A OVEST RISPETTO ALL'AREA DI PROGETTO. IN TALE SITO SI INDIVIDUA UNA FREQUENZA DI RISONANZA COMPATIBILE CON IL PASSAGGIO TRA COPERTURE E SUBSTRATO PLIO-PLEISTOCENICO. ....	19
FIGURA 13 - TIPOLOGICO DI COLONNA STRATIGRAFICA (SA12) IDENTIFICANTE LA FASCIA DI MICROZONAZIONE NELL'AREA DI STUDIO. ESTRATTO DA CARTA DELLE MOPS (COMUNE DI FIUMICINO, 2012).....	20
FIGURA 14 - FASCE DI MICROZONAZIONE DI LIVELLO 1 NELL'AREA AEROPORTUALE DI FIUMICINO. CARTA DELLE MOPS (ESTRATTO - UNIONE TRA LE TAVOLE 6 E 8) (COMUNE DI FIUMICINO, 2012). NEL RIQUADRO È INDICATA L'AREA DI PERTINENZA PROGETTUALE. ....	21
FIGURA 15 - SCHEMA STRATIGRAFICO E DEPOSIZIONALE DELL'AREA ROMANA DURANTE IL PLEISTOCENE MEDIO INFERIORE (> 120.000 ANNI FA) (BELLOTTI ET AL., 1997).....	23
FIGURA 16 - SCHEMA MOSTRANTE LE CORRELAZIONI TRA CRONOSTRATIGRAFIA, LITOSTRATIGRAFIA E SEQUENZE STRATIGRAFICHE NEL BACINO ROMANO PLEISTOCENICO (MILLI ET AL., 2016).....	24
FIGURA 17 - SCHEMA STRATIGRAFICO DEL DELTA TIBERINO SECONDO LA SEQUENZA PG9 (MILLI, 1997). ....	25
FIGURA 18 - DISTRIBUZIONE AREALE DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI DELLA PIANA DELTIZIA DEL FIUME TEVERE E RILIEVI RETROSTANTI (BELLOTTI ET AL., 1989). NEL CERCHIO ROSSO È INDIVIDUATA L'AREA DI PERTINENZA AEROPORTUALE. LEGENDA: A– ALLUVIONI RECENTI; B– SEDIMENTI DUNARI E INTERDUNARI RECENTI; C– ALLUVIONI ANTICHE; D– SABBIE ROSSASTRE (DUNE ANTICHE); E– PIROCLASTITI PLEISTOCENICHE; F– TRAVERTINI; G– ARGILLE, ARGILLE SABBIOSE, SABBIE; LENTI DI CIOTTOLAME CON ABBONDANTE MALACOFAUNA; H– GHIAIE E GHIAIE SABBIOSE POLIGENICHE; I– LIMITE INTERNO DEL DELTA; L– ANTICHI STAGNI BONIFICATI; M– CANALI FLUVIALI FOSSILI; P.D.I. / P.D.S. - PIANA DELTIZIA INFERIORE / SUPERIORE.....	26
FIGURA 19 - PRINCIPALI PROCESSI DEPOSIZIONALI DOMINATI DALLE CORRENTI E MOTO ONDOSO DEL DELTA TIBERINO (MILLI ET AL. 2016) ...	26
FIGURA 20 - EVOLUZIONE DELLA FOCE DEL TEVERE E PIANA DELTIZIA A PARTIRE DA 12.000 ANNI FA, E CONFRONTO CON LA LINEA DI COSTA ATTUALE. (BELLOTTI ET AL., 1997).....	27
FIGURA 21 - SCHEMA PALEOSTRATIGRAFICO INDICANTE L'EVOLUZIONE DEL TEVERE NEGLI ULTIMI 18000 ANNI (MILLI ET AL. 2016).....	28
FIGURA 22 - ASSETTO GEOLOGICO DI SUPERFICIE NELL'AREA DELTIZIA DEL TEVERE, CON INDICAZIONE DEI CORDONI DUNARI DI ORDINE DIFFERENTE (GIRAUDI, 2004). IN SOVRIMPRESSIONE L'IMPRONTA DELLE PISTE AEROPORTUALI.....	30
FIGURA 23 - SEZIONI STRATIGRAFICHE LUNGO L'AREA DELTIZIA DEL TEVERE, RISPETTIVAMENTE IN DIREZIONE WSW-ENE E NNW-SSE.....	31
IN LEGENDA È INDICATA L'APPARTENENZA DEI DEPOSITI ALLE DIFFERENTI STRUTTURE DI STAZIONAMENTO O SYSTEM TRACKS (LST, TST E HLT). NEI RIQUADRI SONO INDICATE LE AREE DI PERTINENZA AEROPORTUALI (MILLI ET AL. 2016, MODIFICATO).....	31
FIGURA 24 - TIPOLOGICO DI SEZIONE STRATIGRAFICA PERPENDICOLARE ALLA COSTA NELLA ZONA DI OSTIA-FIUMICINO. ....	32
SONO STATE SOVRAPPOSTE IPOTETICHE POSIZIONI DELLE PISTE AEROPORTUALI 1 E 3 PER ILLUSTRARE SCHEMATICAMENTE UNA POSSIBILE SUCCESIONE STRATIGRAFICA NELL'AREA AEROPORTUALE (BELLOTTI ET. AL, 1989). ....	32

---

FIGURA 25 - CARTA GEOLOGICA DI SUPERFICIE DELL'AREA AEROPORTUALE DI FIUMICINO, CON UBICAZIONE DI TUTTE LE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI SULL'INTERO SEDIME. E' INDICATA L'AREA DI INTERESSE PROGETTUALE. ....	34
FIGURA 26 - CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA DI PROGETTO. ....	36
FIGURA 27 - SEZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO IN ASSE ALL'OPERA DI PROGETTO (SCALA ALTERATA: 1 LUNGHEZZE / 10 ALTEZZE) .....	37
FIGURA 28 - ANALISI SATELLITARI NELL'AREA DI FIUMICINO, SU DATI RADARSAT (2003-2009). VELOCITÀ MEDIE ANNUE DEI PUNTI DI MISURA INDIVIDUATI AL SUOLO; IN ROSSO I CEDIMENTI MAGGIORI; IN VERDE LE ZONE STABILI, IN BLU LE EVENTUALI ZONE DI SOLLEVAMENTO (ADR ENGINEERING, 2011). ....	39
FIGURA 29 - DISTRIBUZIONE DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI NELLE ZONE PROSSIME E PISTA 3 E AREE IMMEDIATAMENTE LIMITROFE (AREA INTERPORTO). DATI AGGIORNATI AL 2014 (ADR ENGINEERING, 2014). CON LINEA TRATTEGGIATA È INDICATO L'ASSE DELLA SEZIONE RIPORTATA NELLA FIGURA SUCCESSIVA. ....	40
FIGURA 30 - DISTRIBUZIONE DIFFERENZIALE DEI CEDIMENTI ACCUMULATI LUNGO L'ASSE DI PISTA 3, OTTENUTA DALL'INTERPRETAZIONE DEI DATI INTERFEROMETRICI E TOPOGRAFICI DAL 2008 AL 2014 (ADR ENGINEERING, 2014) .....	41
FIGURA 31 - CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA DELTIZIA DEL TEVERE (ESTRATTO DA CAPELLI ET AL., 2012). IN SOVRIMPRESIONE SONO RIPORTATE LE PISTE AEROPORTUALI .....	43
FIGURA 32 - SCHEMA DELLA RETE DI DRENAGGIO E RETE SCOLANTE NELL'AREA AEROPORTUALE. NEL RIQUADRO È INDICATA L'AREA DI INTERESSE PROGETTUALE. ....	45
FIGURA 33 - CARTOGRAFIA DA PAI - AdB TEVERE (AGGIORNAMENTO 2014). - TAVOLA P5-Cf: PERIMETRAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI E ZONE DI RISCHIO IDRAULICO IMPUTABILI AL CORSO D'ACQUA PRINCIPALE. LA LINEA TRATTEGGIATA IN NERO INDIVIDUA IL PERIMETRO DEL CORRIDOIO FLUVIALE. NEL RIQUADRO L'AREA DI PERTINENZA PROGETTUALE. ....	47
FIGURA 34 - CARTOGRAFIA DA PAI - AdB TEVERE (PIANO STRALCIO 6, 2016). - TAVOLA P88B-I: PERIMETRAZIONE DELLE FASCE E RISCHIO IDRAULICO SUL RETICOLO SECONDARIO E MINORE. NEL RIQUADRO L'AREA DI PERTINENZA PROGETTUALE. ....	48
FIGURA 35 - RETE DI MONITORAGGIO PIEZOMETRICO DELL'AREA AEROPORTUALE DI FIUMICINO. RESTITUZIONE DEI DATI PIEZOMETRICI (IN M SLM) RELATIVI AI PERIODI OTTOBRE-DICEMBRE 2015 E GENNAIO-MARZO 2018. E' INDICATA L'AREA DI INTERESSE PROGETTUALE. ....	50
FIGURA 36 - CARTA DELLA CONDUCIBILITÀ PRESSO LA SUPERFICIE LIBERA DELLE ACQUE DI FALDA (mS/cm) (GENNAIO - MARZO 2018). SOVRAPPOSIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO. ....	52

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati dello studio geologico e sismico, geomorfologico e idrogeologico dei terreni posti in una zona circoscritta dell'aeroporto di Fiumicino, per la realizzazione di un nuova palazzina uffici.

Nei riguardi dell'inquadramento geologico e geomorfologico il lavoro definisce l'assetto strutturale e litostratigrafico, la morfologia evolutiva del territorio e la verifica degli elementi di rischio esistenti, anche in relazione agli strumenti di pianificazione emessi dagli Enti competenti (cartografia dell'Autorità di Bacino).

Nei riguardi dell'inquadramento idrogeologico il lavoro definisce i complessi idrogeologici identificati nell'area di studio, la direzione dei flussi sotterranei, la ricostruzione della superficie piezometrica.

Infine, nei riguardi dell'inquadramento sismico il lavoro identifica la pericolosità sismica e la categoria di suolo, nonché la definizione della frequenza caratteristica dell'area di studio.

Il lavoro è restituito e organizzato secondo l'ordine seguente.

Nel **capitolo 2** è indicato l'inquadramento geografico del sito oggetto di studio.

Nel **capitolo 3** è riportata la normativa di riferimento, nonché le verifiche e assunzioni inerenti la medesima normativa (livello di vulnerabilità; categoria di amplificazione topografica).

Nel **capitolo 4** sono elencate e descritte le indagini geognostiche e geofisiche eseguite ed utilizzate per la caratterizzazione del sito, con relativa planimetria ubicativa delle indagini.

Nel **capitolo 5** è descritto l'inquadramento sismico dell'area, storico e recente, è definita la pericolosità sismica (5.2.1.), la categoria sismica del sottosuolo e sezione sismica rappresentativa (5.2.3), la frequenza di risonanza del deposito in superficie, e la pertinente fascia di microzonazione in accordo allo stralcio 1 di Microzonazione Sismica validata (5.3)

Nel **capitolo 6** è descritto l'inquadramento geologico e geomorfologico dell'area in argomento, con stratigrafia dei litotipi fino a 30 m di profondità e oltre, alla luce delle informazioni acquisite e dell'interpretazione dei risultati delle indagini (6.3.1). E' inoltre riportata la carta geologica di dettaglio e la sezione tipo geologica con indicazione delle opere di progetto (6.3.1).

Nel **capitolo 7** sono descritte le caratteristiche idrogeologiche del sito, verificata la documentazione dell'Autorità di Bacino competente con tanto di stralcio di cartografia da P.A.I. (7.2.3), ed è definita la superficie freaticometrica (ovvero posizione della falda idrica e sue variazioni) (7.3).

Nel **capitolo 8** sono riportate le conclusioni circa la fattibilità dell'intervento.

Le **indagini geognostiche** attinenti al progetto (comprensivi di documentazione fotografica ed elaborati numerici e grafici), sono riportate in un fascicolo a parte, secondo quanto indicato nell'elenco elaborati di riferimento.

Si rimanda agli elaborati geotecnici e strutturali per la definizione dei parametri caratteristici di calcolo e verifica delle fondazioni.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il settore oggetto di studio ricade nella porzione costiera romana laziale, nel Comune di Fiumicino (RM), nelle aree di pertinenza dell'aeroporto di Fiumicino.

L'edificio di nuova realizzazione è costituito da presenta una impronta di circa 2300 mq e un'altezza di circa 20 m. Si rimanda alla relazione generale di progetto per la descrizione dettagliata dell'intervento.

Con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio l'area oggetto di studi è individuabile all'interno delle sezione 386040.

Gli stralci planimetrici seguenti illustrano l'ubicazione geografica, generale e di dettaglio, dell'area di studio.



Figura 1 - Cartografia stradale della zona prossima a Fiumicino aeroporto. Nel riquadro è indicata l'area di intervento.

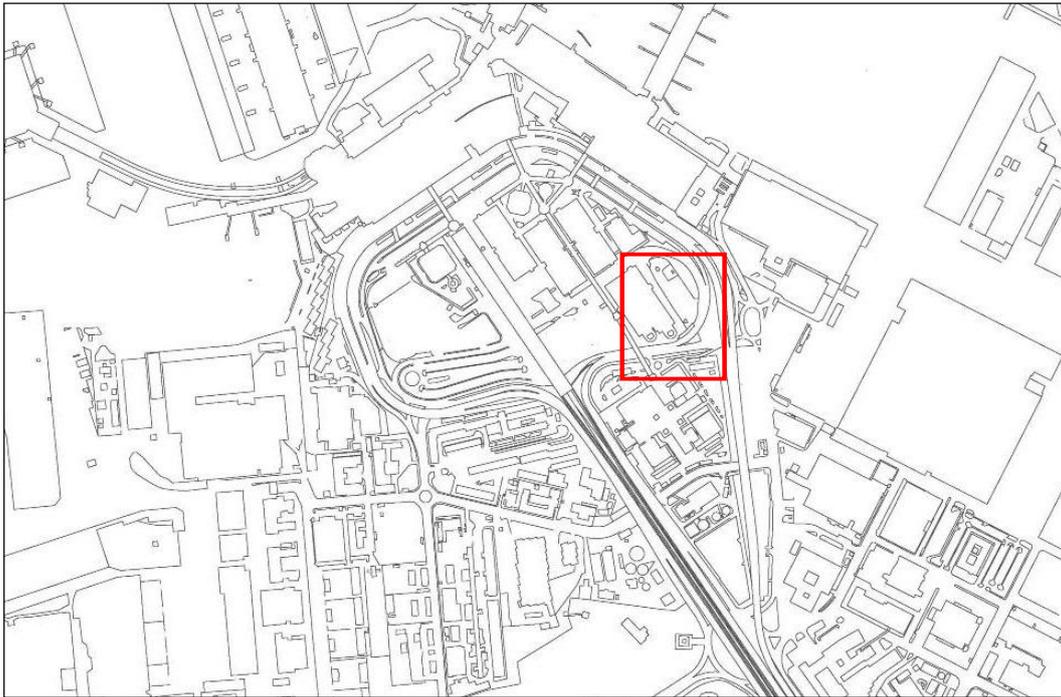


Figura 2 - Cartografia della zona di Fiumicino aeroporto più prossima all'area di intervento.

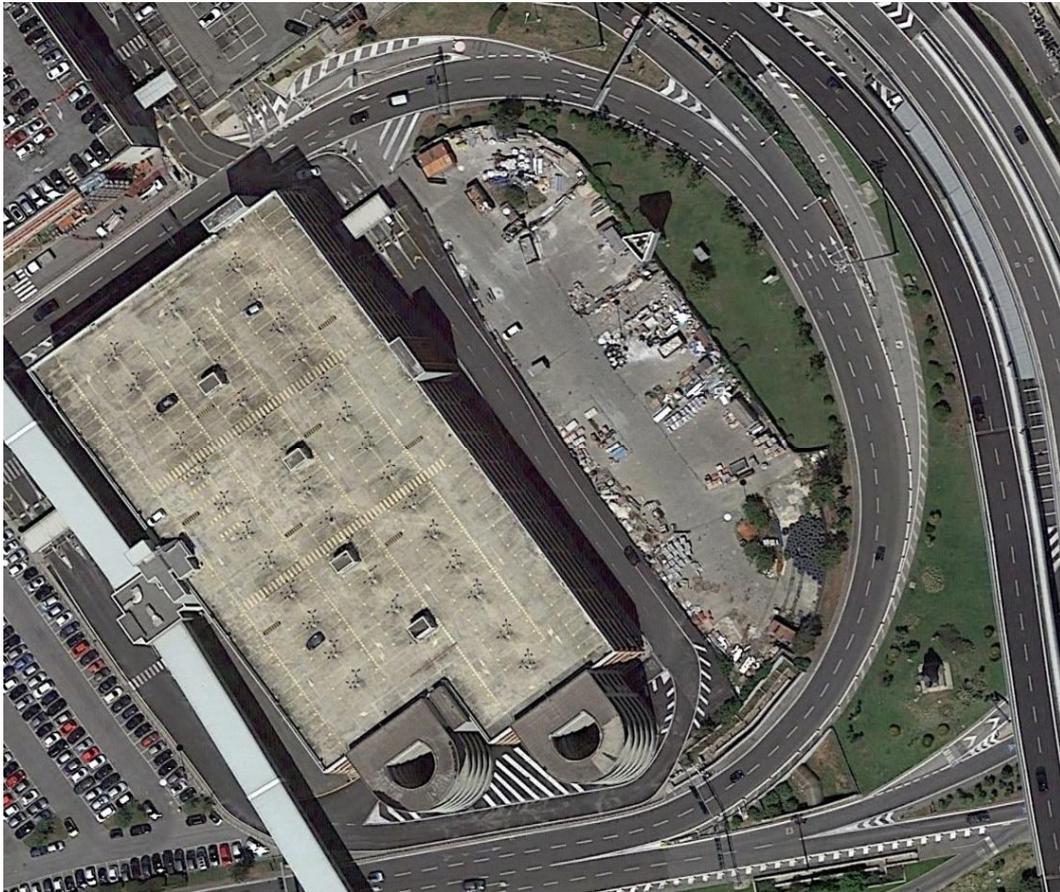


Figura 3 - Area di intervento. Stato attuale.

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E OTTEMPERANZE

Lo studio è stato realizzato nel rispetto e in ottemperanza alla normativa vigente, ed elencata di seguito.

- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2018). NTC 2018: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2008). NTC 2008: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2003). Ordinanza OPCM 3274/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2006). Ordinanza OPCM 3519/2006: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- Presidenza della Repubblica (2001). DPR 380/2001: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Regione Lazio (2009). Dgr 387/2009: Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03
- Regione Lazio (2010). Dgr 545/2010: Linee Guida per l'utilizzo degli Indirizzi e Criteri generali per gli Studi di Microzonazione Sismica nel territorio della Regione Lazio di cui alla DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009. Modifica della DGR n. 2649/1999.
- Regione Lazio (2012). Dgr 489/2012: Modifica dell'all. 2 del Dgr 387/2009.
- Regione Lazio (2013). Determinazione A01042/2013: Studio di Livello 1 di Microzonazione Sismica dell'Unità Amministrativa Sismica di Fiumicino. Validazione ai sensi della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010. Istanza 113 MS
- Regione Lazio (2012). Regolamento regionale n. 2/2012 (abrogato): Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico.
- Regione Lazio (2016). Determinazione G10802/2016: Aree indiziate di emissione pericolosa di Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>) nel Territorio del Comune di Fiumicino (località Isola Sacra): direttive ai fini del rilascio dei relativi pareri ai sensi dell'art. 89 del D.P.R. 380/2001.
- Regione Lazio (2016). Regolamento regionale n. 14/2016: Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del Regolamento regionale n.2/2012 e successive modifiche.

In relazione alla normativa suddetta e alla progettazione esecutiva dell'opera in argomento valgono le seguenti considerazioni ed assunzioni specifiche:

- ai sensi del Dgr 387/2009 e s.m.i., l'area di interesse ricade nel Comune di Fiumicino, in **sottozona sismica 3B**, con una accelerazione di picco al suolo (su base probabilistica di superamento del 10% in 50 anni) inferiore a 0,10 g ( $0,006 < a_g < 0,1$ );
- ai sensi del Dgr 545/2010 e successiva Determinazione A01042/2013, tutto il sedime riconducibile all'aeroporto di Fiumicino, ivi compresa l'area di studio, ricade nelle Zone SA8, SA9, SA10 e SA12 (ognuna delle quali riferita a un tipologico di successione stratigrafica), intese tutte come "**Zone stabili ma suscettibili di amplificazione sismica**"; in tali aree, la normativa regionale Dgr 387/2009 e s.m.i. prevede che nell'ambito della progettazione esecutiva di opere appartenenti a classi d'uso III e IV debba essere eseguito uno studio di risposta sismica locale;
- ai sensi del regolamento regionale n. 2/2012, oggi abrogato, l'area di studio rientra tra le aree di Tipo B, di Media Pericolosità Geologica, nelle quali, per le opere in Classe d'uso II si definisce una classe di Rischio Geologico Medio, mentre per le opere in Classe d'Uso III e IV, si definisce una Classe di Rischio Geologico Medio Alto.
- ai sensi del regolamento regionale n. 14/2016 possono definirsi due livelli di vulnerabilità delle opere di progetto per il sito in esame: **Opere a Bassa Vulnerabilità**, se in classe d'uso II o III (escluso strutture per l'Istruzione); **Opere a Media Vulnerabilità**, se in classe d'uso IV (o III - strutture per l'istruzione). Ciò comporta obblighi specifici per l'esecuzione del numero minimo e della tipologia delle indagini geologiche,

---

geofisiche e geotecniche di progettazione esecutiva, ai fini del rilascio dell'autorizzazione sismica da parte del competente Genio Regionale (in ottemperanza al DPR 380/2001).

- In ottemperanza alle prescrizioni del regolamento regionale n. 14/2016 si attesta che la **categoria di amplificazione topografica (ST)**, così come definita dalle NTC 2008, è pari a 1.

Il presente studio è stato redatto in accordo alle disposizioni normative sopra indicate.

Si sottolinea che, su indicazioni del progettista, all'opera di progetto è stata assegnata la **classe d'uso III**, cui corrisponde, per il sito in esame, un livello di **bassa vulnerabilità**.

## 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'intero sedime aeroportuale è stato oggetto negli ultimi anni a numerose e svariate indagini geognostiche, con diverse finalità e aventi diverse caratteristiche. Ciò ha permesso di ricostruire un dettagliato modello del sottosuolo dell'area aeroportuale, che può quindi definirsi una zona molto ben conosciuta dal punto di vista geologico e geotecnico.

Per la redazione del presente studio sono state utilizzate le risultanze delle indagini descritte di seguito, realizzate appositamente per l'opera di progetto, nonché per la realizzazione di opere limitrofe in analogo contesto litostratigrafico.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella figura successiva. I certificati delle singole indagini geognostiche sono allegati al progetto in fascicolo a parte.

### - Indagini di progetto (Geoter srl, Geoservice srl, Polo Geologico srl, Altair srl, 2017)

Sono costituite da:

- n.1 sondaggio a carotaggio (S1), profondo 40 m da p.c., con esecuzione di prove spt in foro e prelievo di campioni rimaneggiati e indisturbati di terreno per successiva caratterizzazione geotecnica di laboratorio, con determinazione delle caratteristiche fisiche, di resistenza meccanica, di compressibilità. Il foro di sondaggio è stato strumentato con tubazione pvc per prova geofisica in foro;
- n.1 prova DH eseguita in foro di sondaggio fino a 35 m da p.c., secondo il protocollo comprendente due geofoni a interasse fisso a 1 m, con valutazione delle Vp e Vs con la profondità, stima della Vs30 e calcolo dei relativi moduli di deformabilità dinamici;
- n.5 prove penetrometriche statiche (CPTU1-2-3-4-6), spinte a profondità variabili da 16 a 40 m da p.c.;
- n.2 prove sismiche Masw di superficie (Masw1-2) con protocollo a 24 geofoni a interasse di 2 m cad., per la valutazione della Vs30;

Alle indagini suddette si aggiungono n.2 scavi superficiali (Pz-Ch1 - 2) di profondità pari a 5 m da p.c., finalizzate al prelievo di campioni ambientali e successiva analisi chimica dei terreni in ottemperanza al Testo Unico Ambientale DL 152/2006.

### - Indagini Nuovo parcheggio Multipiano F (Geotecnica Veneta srl, Altair arl (2015)

Sono indagini eseguite per la progettazione di un parcheggio multipiano ubicato 100 m più a Ovest dell'area di interesse progettuale, nel medesimo contesto litostratigrafico. Sono costituite da:

- n.2 sondaggi a carotaggio, S1 e S2, eseguiti fino a 35 m da p.c. con esecuzione di prove spt, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati, installazione di tubazione cieca per geofisica (in S1) e strumentazione piezometrica a tubo aperto (S2). Sui campioni di terreno prelevati è stata eseguita una successiva caratterizzazione di laboratorio con determinazione delle caratteristiche fisiche, di resistenza meccanica, di compressibilità e delle proprietà dinamiche e cicliche dei terreni;
- n.1 esecuzione di prova Down Hole da 0 a 35 m da p.c., con valutazione delle Vp e Vs con la profondità, stima della Vs30 e calcolo dei relativi moduli di deformabilità dinamici;
- n.4 prove penetrometriche statiche tipo CPTU, spinte a profondità variabili tra 30 - 35 m da p.c.
- n.2 prove MASW, ognuna costituita da n. 24 geofoni a interasse di 1.5 / 2.0 m cad., per la valutazione delle VS30 per i primi 30 m di profondità da p.c.;
- n.1 analisi spettrale HVSR eseguita con tromografia per la valutazione della frequenza di risonanza.

### Indagini Hotel Hilton (Geoter srl, 1996)

Sono costituite da n.9 sondaggi e n.8 prove penetrometriche statiche eseguite per la progettazione dell'Hotel Hilton, distanti circa 150 m dall'opera di progetto, in analogo contesto stratigrafico e litotecnico. La profondità raggiunte da tali indagini variano da 20 a 35 m da p.c. non sono particolarmente significative ai fini progettuali, se non per confermare l'assetto litostratigrafico in un ambito più vasto.

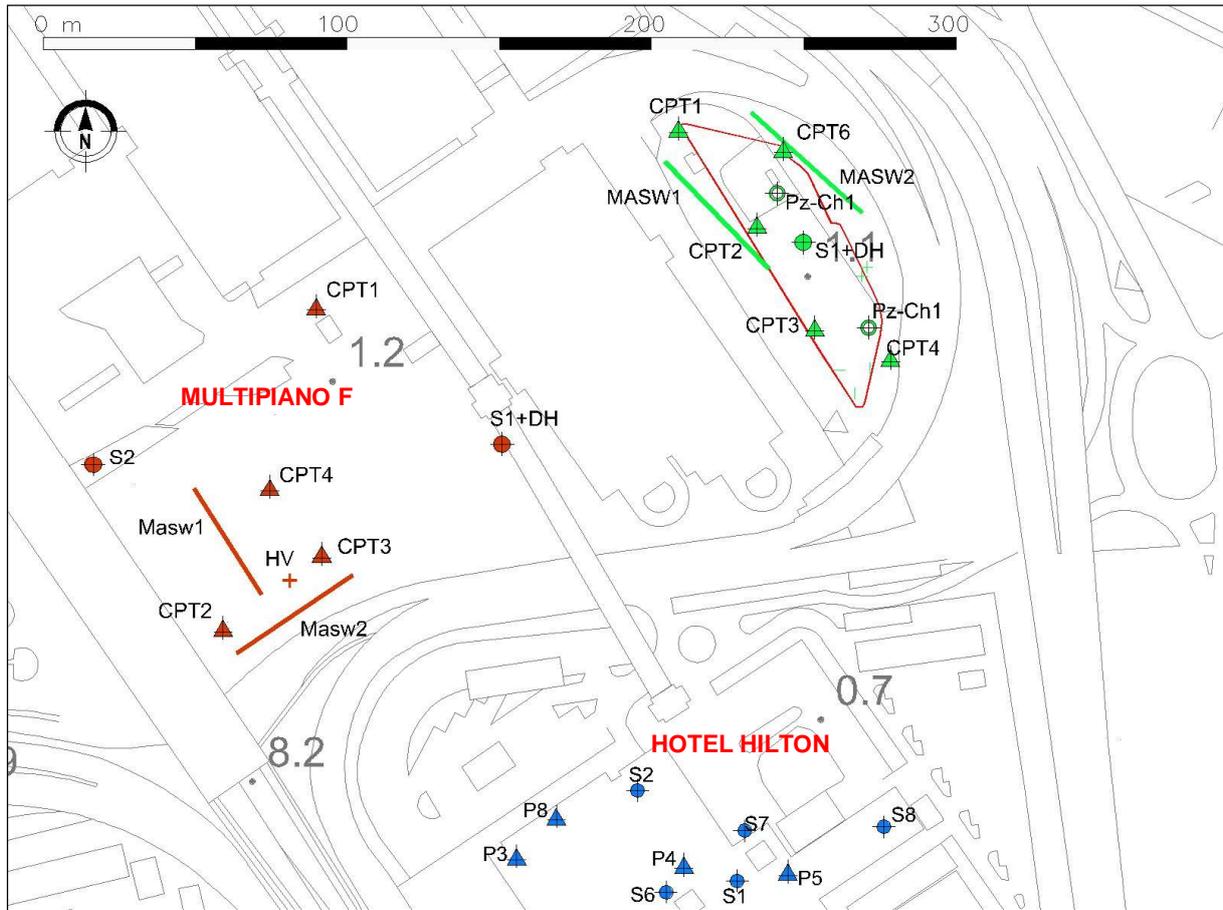


Figura 4 - Planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche.

## 5 SISMICITÀ

### 5.1 SISMICITÀ STORICA

L'analisi della sismicità storica nel Comune di Fiumicino è stata esaminata confrontando i database macrosismici aggiornati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Il tabulato seguente, ottenuto dal database DBMI15 (INGV 2015), riporta tutti gli eventi conosciuti storicamente dall'anno 1000 fino al 2014 per i quali siano documentati effetti o ricadute significative presso il sito di interesse (Fiumicino)

I [MCS]	Data	Località epicentrale	Np	Io (MCS)	Mw
5	1892 01 22	COLLI ALBANI	81	7	5.15 ±0.17
6	1895 11 01	CASTELPORZIANO	98	6	4.85 ±0.14
5	1899 07 19	Colli Albani	123	7	5.13 ±0.17
NF	1901 04 24	MONTELIBRETTI	44	8	5.21 ±0.30
5	1915 01 13	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
3-4	1997 09 26	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
5-6	2005 08 22	Anzio	57		4.58 ±0.09

[Legenda interpretativa dei dati: **I**: intensità al sito di interesse (in MCS); **Np**: numero di osservazioni; **Io**: intensità massima; **Mw**: magnitudo]

Parallelamente, per quanto concerne i sismi avvenuti dal 2006 al 2017, i dati sono stati recuperati dal database cartografico ISIDE (INGV 2013) considerando un'estensione di raggio 50 km a partire dalla zona più prossima all'area di progetto.

Dall'analisi complessiva dei dati risulta che tutti gli eventi documentati, i cui epicentri sono relativamente distanti alle aree di pertinenza progettuale, presentano una intensità presunta degli effetti al sito tale per cui, il valore MCS massimo (6, pari a 'scossa forte con effetti lievi'), è stato raggiunto in un'unica occasione (si veda prima colonna a sinistra del tabulato precedente). Negli ultimi 9-10 anni non si sono registrati eventi in un raggio di 50 km da Fiumicino con magnitudo Mw > 4.

### 5.2 PERICOLOSITÀ, CLASSIFICAZIONE E ZONAZIONE SISMICA

La pericolosità sismica è da intendersi come "grado di probabilità che si verifichi, in una determinata area ed in un determinato periodo di tempo, un evento sismico dannoso con l'insieme degli effetti geologici e geofisici ad esso connessi, senza alcun riguardo per le attività umane". L'analisi del livello di pericolosità distingue quindi due fasi: (i) la definizione della pericolosità sismica di base, in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), in assenza di discontinuità stratigrafiche e/o morfologiche; (ii) l'analisi della pericolosità locale, ossia della modificazione locale dello scuotimento sismico prodotta dalle reali caratteristiche del terreno, dalla successione litostratigrafia locale, dalle condizioni morfologiche, unitamente alla possibilità di sviluppo di effetti cosismici: fogliazione superficiale, fenomeni di densificazione, fenomeni di liquefazione, cedimenti differenziali, instabilità dei pendii e frane indotte dal sisma, movimenti gravitativi profondi, tsunami, ecc.

#### 5.2.1 Pericolosità sismica dell'area di studio

##### Zonazione sismica ZS9

Il territorio nazionale è caratterizzato da una sismicità che si distribuisce lungo fasce (zone sismogenetiche) a caratteristiche sismiche omogenee, variamente orientate.

La zonazione ZS9 (INGV, 2004), già evoluzione di zonazioni precedenti (ZS4, 2000) mette in risalto la disposizione di tali fasce; essa è stata elaborata in modo da soddisfare alcuni requisiti fondamentali, tra i quali è opportuno citare:

- la possibilità di fornire, per ogni ZS, una stima di profondità dei terremoti utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;
- fornire, per ogni ZS, un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate su tale meccanismo, mediante i coefficienti proposti tramite appositi algoritmi.

I dati di sismicità ottenuti dai database di riferimento sono stati gestiti in associazione agli elementi descritti attraverso la zonazione ZS9, allo scopo di predisporre gli elementi di ingresso per il calcolo della pericolosità sismica sull'intero territorio nazionale.

Il territorio più prossimo alla zona di Fiumicino ricade esternamente alla fascia sismogenetica 922 (Coli Albani). La zona 922 racchiude aree caratterizzate da elevato flusso di calore (vulcano albano laziale), caratterizzato da una diffusa sismicità di energia moderata, con pochi eventi di energia più elevata responsabili di danni significativi su aree di limitate estensioni (INGV, 2004). La massima magnitudo  $M_{max}$  attesa all'interno di tale zona sismogenetica è pari a 5,45. (N.B. si intende per  $M_{max}$  un elemento di tipo cautelativo che viene adottato per garantire le determinazioni di  $a_{max}$  dalla possibilità che si verifichino, sia pure con probabilità molto bassa, eventi di  $M$  superiore a quelle verificatisi nel corso del periodo di osservazione del catalogo CPTI2 – Ingv, 2004).

Da notare che, secondo le interpretazioni INGV, l'area posta esternamente tra le sismozone 921 e 922, laddove si inserisce l'Agro Romano e la zona di Fiumicino, è considerata a bassa sismicità.

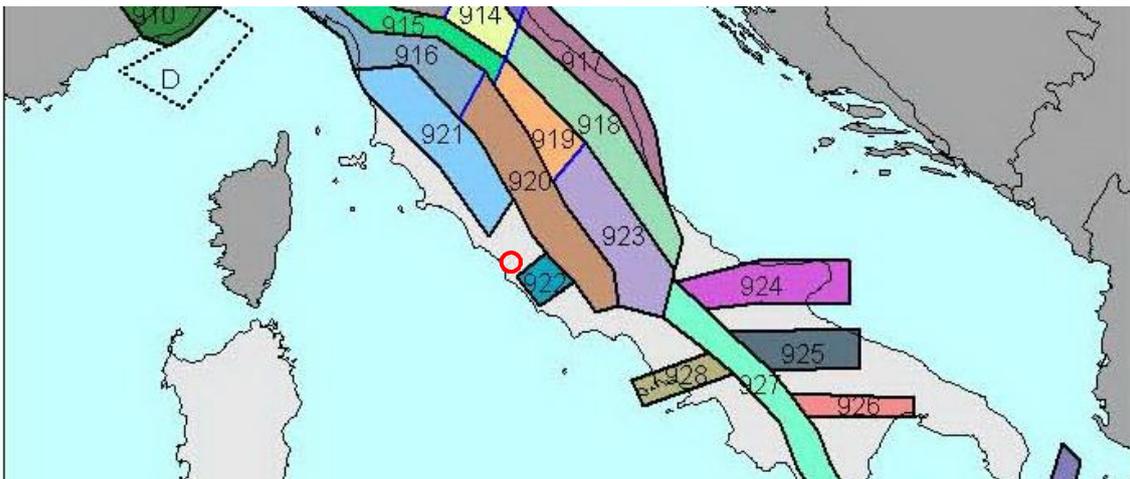


Figura 5 - Zonazione sismogenetica dell'Italia centrale (INGV, 2004). I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità. Il cerchio rosso identifica la zona più prossima all'area di studio

#### Sorgenti sismogenetiche e Faglie capaci

L'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia svolge anche un'attività geologica e geomorfologica di base volta all'identificazione e caratterizzazione delle sorgenti sismogenetiche, che serve a produrre dati di ingresso per i calcoli di pericolosità sismica.

In quest'ottica il DISS 3 rappresenta un database consultabile di Individuazione delle Sorgenti Sismogenetiche, siano esse individuali (individual seismogenic source, i.e. piani di faglia), o composite (composite seismogenic source, ossia regioni allungate contenenti un certo numero di sorgenti allineate ma non identificabili singolarmente) (INGV, 2010).

Il termine faglie capaci è invece utilizzato per descrivere le faglie 'sismiche', con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni, potenzialmente capaci di produrre deformazioni in superficie.

La riattivazione di faglie capaci sarebbe in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che potrebbero formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata.

La presenza di faglie capaci può essere verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA, disponibile on-line presso il Servizio Geologico Nazionale (ISPRA, 2011).

Dall'analisi di entrambi i database relativi alle Faglie capaci e DISS3, non si rilevano elementi di alcun genere nei dintorni dell'area di studio.

La sorgente sismogenetica più prossima è relativa alle ITCS086 di Castelli Romani, distante almeno 30 km circa dall'area di Fiumicino, e caratterizzata da magnitudo massima attesa pari a 5.6 Mw, a profondità comprese tra 5 e 11 km.

#### Mapa interattiva di pericolosità sismica

Le mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, fornite da INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>), esprimono lo scuotimento  $a(g)$  (accelerazione orizzontale massima del suolo secondo OPCM 3519/2006) su una griglia regolare a passo  $0.05^\circ$ .

Nel sito più prossimo a Fiumicino, secondo quanto risulta dall'analisi di disaggregazione delle elaborazioni eseguite, sul più vicino nodo 28953 la magnitudo media attesa per eventi sismici con probabilità di superamento del 5% in 50 anni –  $T_r = 1000$  anni, è pari a 4.9 Mw, ad una distanza di 22 km dall'area di Fiumicino.

Più in dettaglio, con riferimento allo schema seguente, per qualunque distanza considerata, il contributo percentuale complessivo della pericolosità per ogni classe di Magnitudo vale, rispettivamente:

- 27,8 % per magnitudo (M) comprese tra 4.-4.5;
- 50.8 % per  $4.5 < M < 5.0$ ;
- 13.8 % per  $5.0 < M < 5.5$ ;
- 0,06% per  $5.5 < M < 6.0$ ;
- 0,43% per  $6.0 < M < 6.5$ ;
- 0,06% per  $6.5 < M < 7.0$ ;
- ....

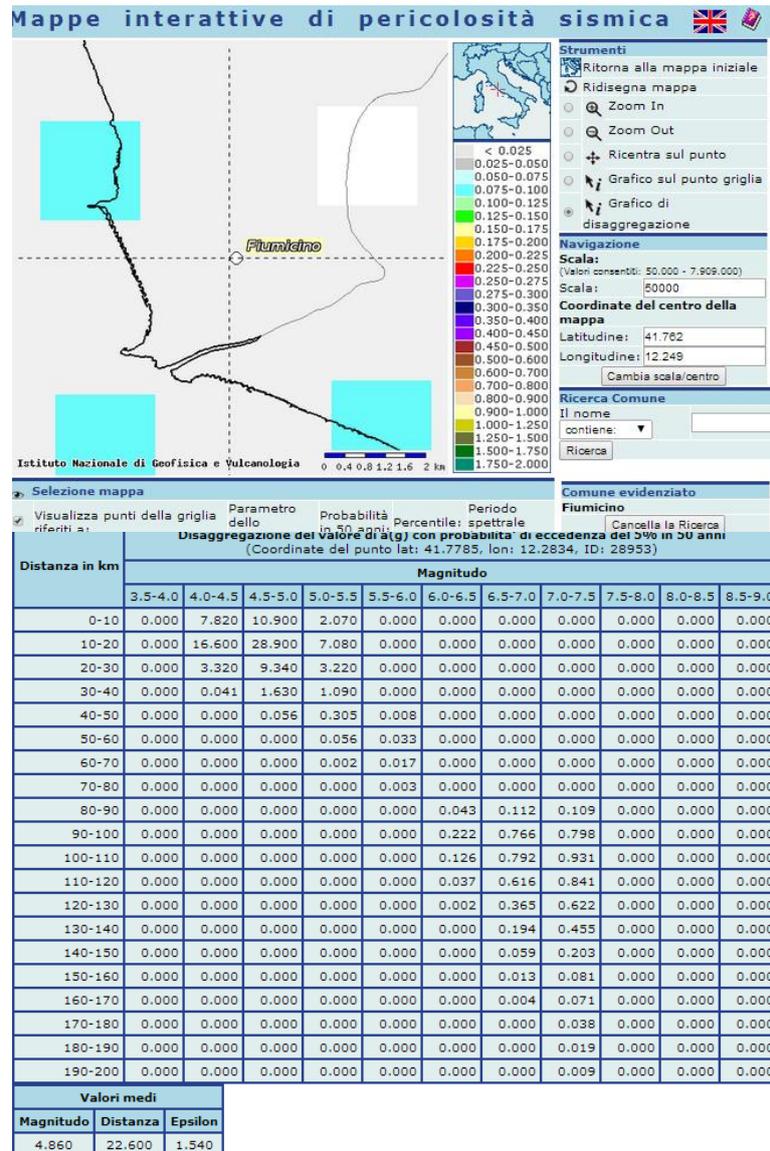


Figura 6 - Analisi di disaggregazione di  $a(g)$  con probabilità di superamento del 5% in 50 anni –  $T_r$  1000 anni, secondo la mappa interattiva di pericolosità sismica per l'area di Fiumicino (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)

## 5.2.2 Classificazione sismica dell'area di progetto

Secondo la vecchia proposta di classificazione GdL (1999) il comune di Fiumicino, al cui interno ricade la zona di interesse era stato inserito in categoria III.

Successivamente - in accordo all'OPCM 3274/2003 (adottato in Regione Lazio con Dgr 766/2003) - il Comune di Fiumicino è stato dichiarato appartenente alla Zona 3, con accelerazione di picco al suolo rigido (con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni) compresa tra  $0.05 < a_g \leq 0.15$ .

Nel 2009, in ottemperanza al OPCM 3519/2006, la Regione Lazio, con Delibera n.387/2009, ha approvato la nuova classificazione sismica del territorio regionale eliminando la zona 4 e istituendo le sottozone sismiche a diversa pericolosità 2A, 2B, 3A, 3B, utili ai fini pianificatori urbanistici e per l'esecuzione di futuri studi di microzonazione sismica.

Al Comune di Fiumicino è stata assegnata la sottozona 3B, con una accelerazione di picco su suolo molto rigido (su base probabilistica di superamento del 10% in 50 anni) inferiore a  $0,10\text{ g}$  ( $0,006 < a_g < 0,1$ ).

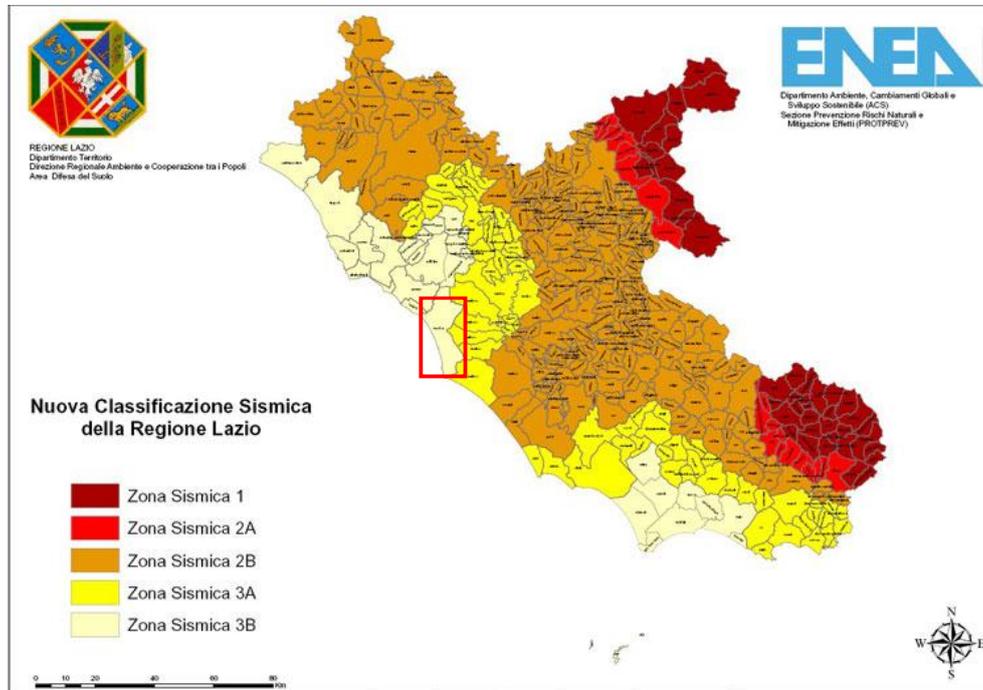


Figura 7 - Riclassificazione sismica della regione Lazio. Nell'area evidenziata il comune di Fiumicino (Regione Lazio, Dgr 387/2009).

Con riferimento alla Mappa di pericolosità sismica del Territorio Nazionale (INGV, 2004), la porzione del comune interessata dalle opere di progetto ricade nella fascia le cui accelerazioni massime attese (con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni su suoli molto rigidi) sono comprese tra  $0,075 < a_g < 0,1$ .

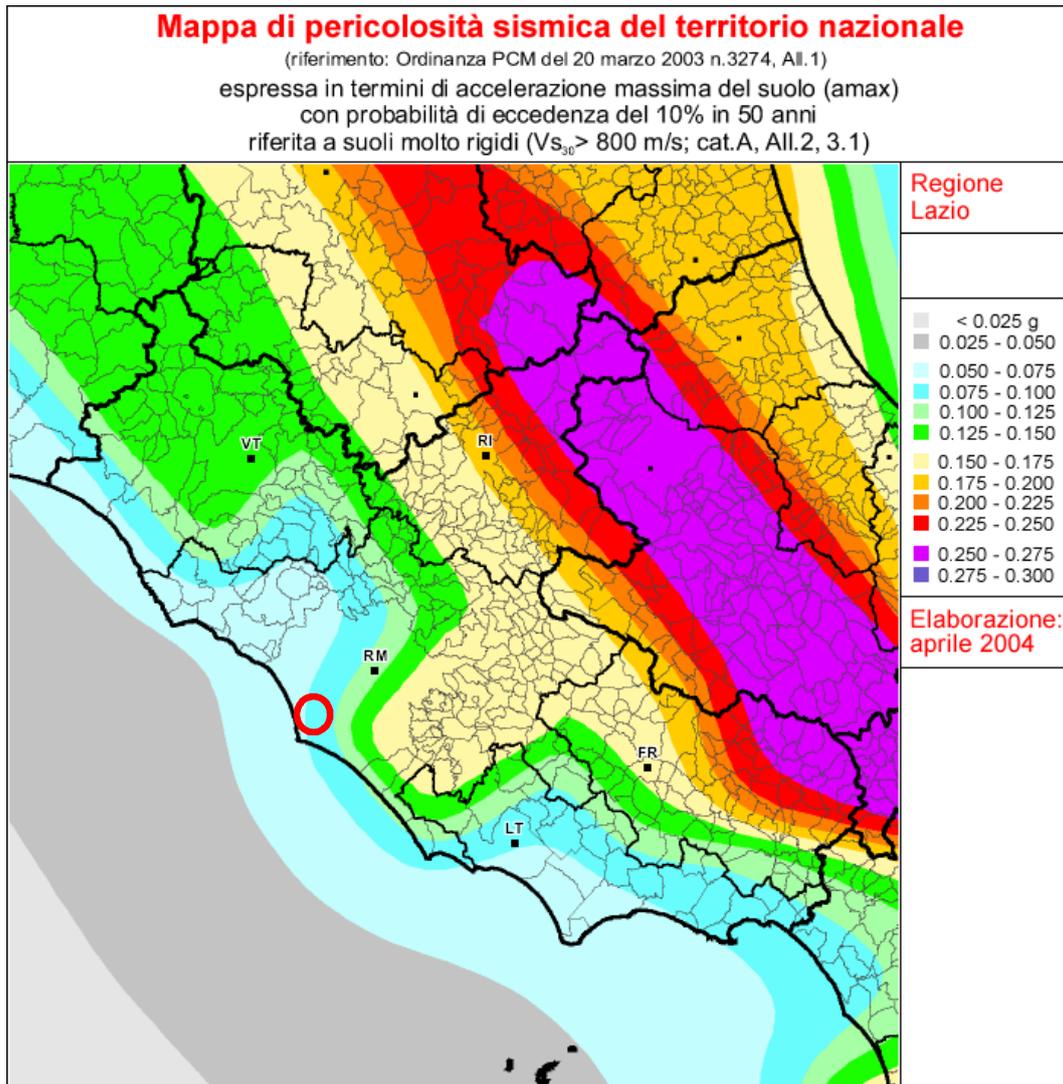


Figura 8 - Estratto della carta di pericolosità sismica del Lazio, espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s) (INGV, 2004). Nel cerchio rosso è evidenziata l'area di studio.

### 5.2.3 Determinazione della categoria di sottosuolo, sezione sismica rappresentativa e frequenza di risonanza

L'identificazione della categoria di sottosuolo, in accordo alla normativa di riferimento, è stata effettuata in base ai valori della velocità equivalente ( $V_{S,30}$ ) delle onde di taglio nei primi 30-35 m di profondità, attraverso l'interpretazione delle prove Masw 1 - 2 di progetto, e attraverso la prova Down Hole in foro eseguita nel sondaggio S1.

	Masw1	Masw1	DH S1
<b><math>V_{s30}</math> (m/s)</b>	236	220	218

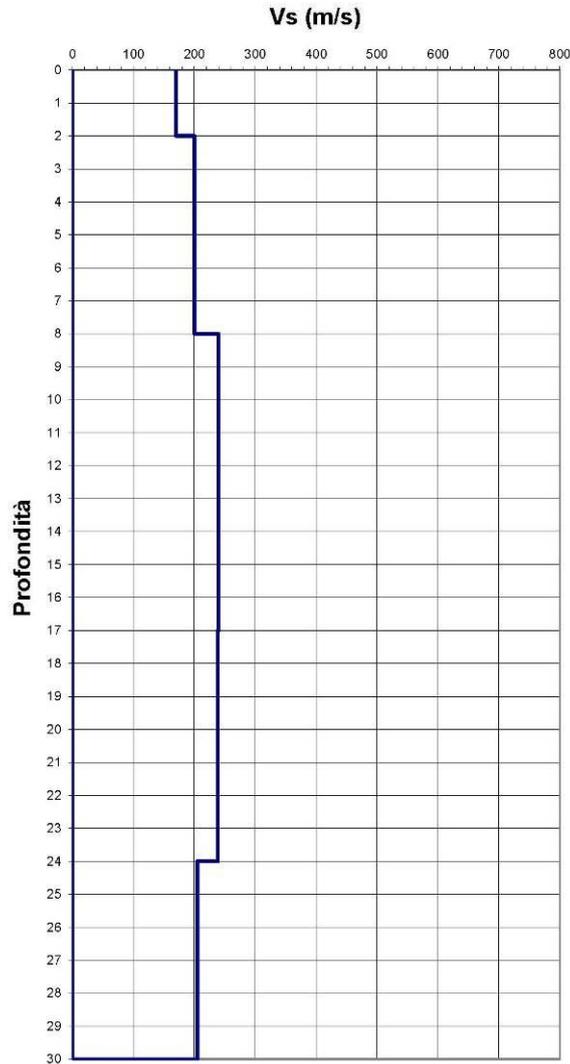


Figura 9 - Rappresentazione delle velocità Vs con la profondità calcolate dalla prova geofisica DH eseguite nel foro di sondaggio S1 (interpretazione Polo Geologico srl, 2017)..

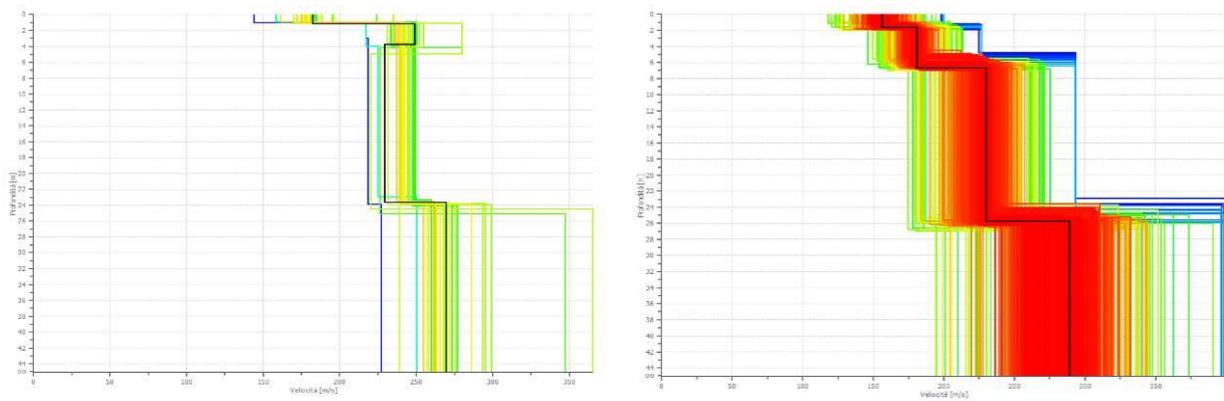


Figura 10 - Rappresentazione delle velocità Vs con la profondità calcolate rispettivamente dalle prove geofisiche Masw 1 e 2 (interpretazione Geoservice srl, 2017).

La categoria risultante nell'area in esame è di tipo C, ovvero (secondo la definizione della NTC 2018): "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di (VS,30) compresi tra 180m/s e 360 m/s.

Le prove sismiche individuano talvolta alcune apparenti inversioni di velocità delle onde Vs, che, in ogni caso, sono molto contenute in modulo (rapporto tra Vs dei vari strati inferiore a 1,5) e non incidono sulla classificazione sismica complessiva del sottosuolo.

Per quanto riguarda la frequenza fondamentale di risonanza del sito di indagine si è preso a riferimento la misura di rumore sismico ambientale a stazione singola (HVSR), eseguita con tecnica Nakamura (tromografia) contestualmente alla progettazione dell'Hub Est.

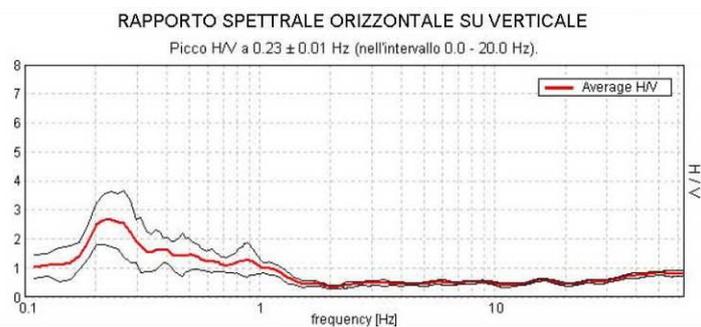


Figura 11 - Spettro H/V ottenuto dalla prova a stazione singola nei pressi dell'area di progetto (interpretazione Geostudi, 2013).

La prova è stata restituita con diversa lunghezza delle finestre di analisi. Ai sensi dei criteri Sesame (2005) la prova restituita con finestre di 20 s è classificabile in classe A2; quella restituita con finestre da 50 s risulta classificabile in classe A1, ossia curva affidabile (per superamento delle condizioni richieste in *Curve Reliability Criteria*), che presenta picchi chiari e significativi nell'intervallo di interesse ingegneristico (superamento di almeno 5 delle 6 condizioni richieste in *HVSR peak clarity criteria - Overall criteria fulfillment*).

In tale prova si individua un contrasto di rigidità, seppure non molto marcato, che si manifesta a circa 0.25 Hz, riconducibile a un contrasto di rigidità localizzato a profondità molto elevate (400-500 m).

E' comunque opportuno sottolineare che altre prove eseguite in altri siti di pertinenza aeroportuale mostrano un contrasto di rigidità che si manifesta al passaggio dalle coperture al substrato pleistocenico ghiaioso e successiva formazione argillosa pliocenica di base, che in tale zona dell'aeroporto è stata individuata a circa 65-70 m di profondità (evidenze di indagini dirette profonde).

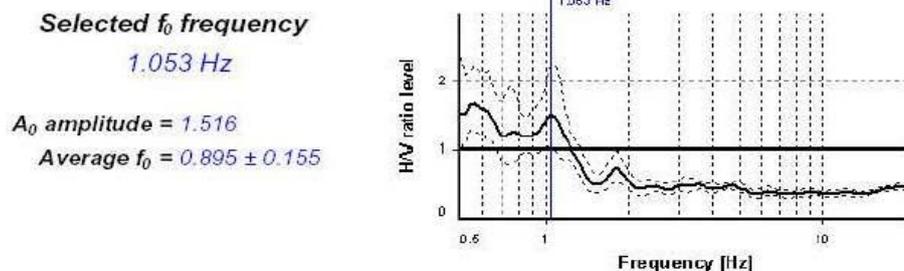


Figura 12 - Esempio di spettro H/V ottenuto nei pressi della caserma centrale VVFF, circa 7-800 m più a Ovest rispetto all'area di progetto. In tale sito si individua una frequenza di risonanza compatibile con il passaggio tra coperture e substrato plio-pleistocenico.

Ai fini di una modellazione di Risposta Sismica Locale si può individuare, tale profondità quale orizzonte di generazione degli input sismici.

### 5.3 MICROZONAZIONE E CLASSI DI RISCHIO NELL'AREA DI STUDIO

Con delibera 545/2010 la Regione Lazio ha definito le linee guida per l'utilizzo degli indirizzi e dei criteri per gli Studi di microzonazione sismica del territorio.

In base allo studio di Microzonazione di Livello 1 l'area occupata del sedime aeroportuale di Fiumicino, ricade nelle Zone SA8, SA9, SA10 e SA12 (ognuna delle quali riferita a un tipologico di successione stratigrafica), intese tutte come "Zone stabili ma suscettibili di amplificazione sismica" (Regione Lazio: Determinazione A01042/2013).

L'area di stretta pertinenza progettuale è inserita interamente nella fascia di microzonazione SA12, per la quale si riporta il tipologico di successione stratigrafica.

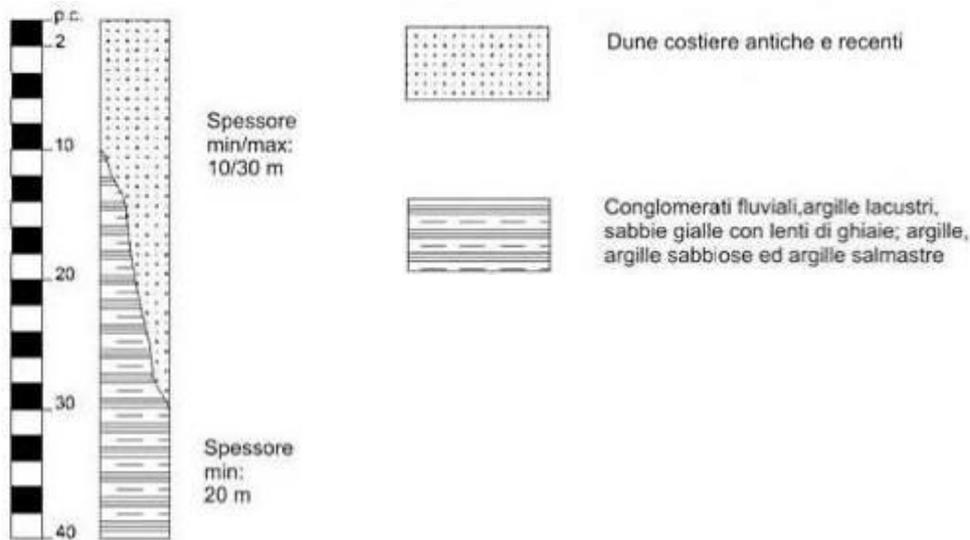


Figura 13 - Tipologico di colonna stratigrafica (SA12) identificante la Fascia di Microzonazione nell'area di studio. Estratto da Carta delle MOPS (Comune di Fiumicino, 2012)

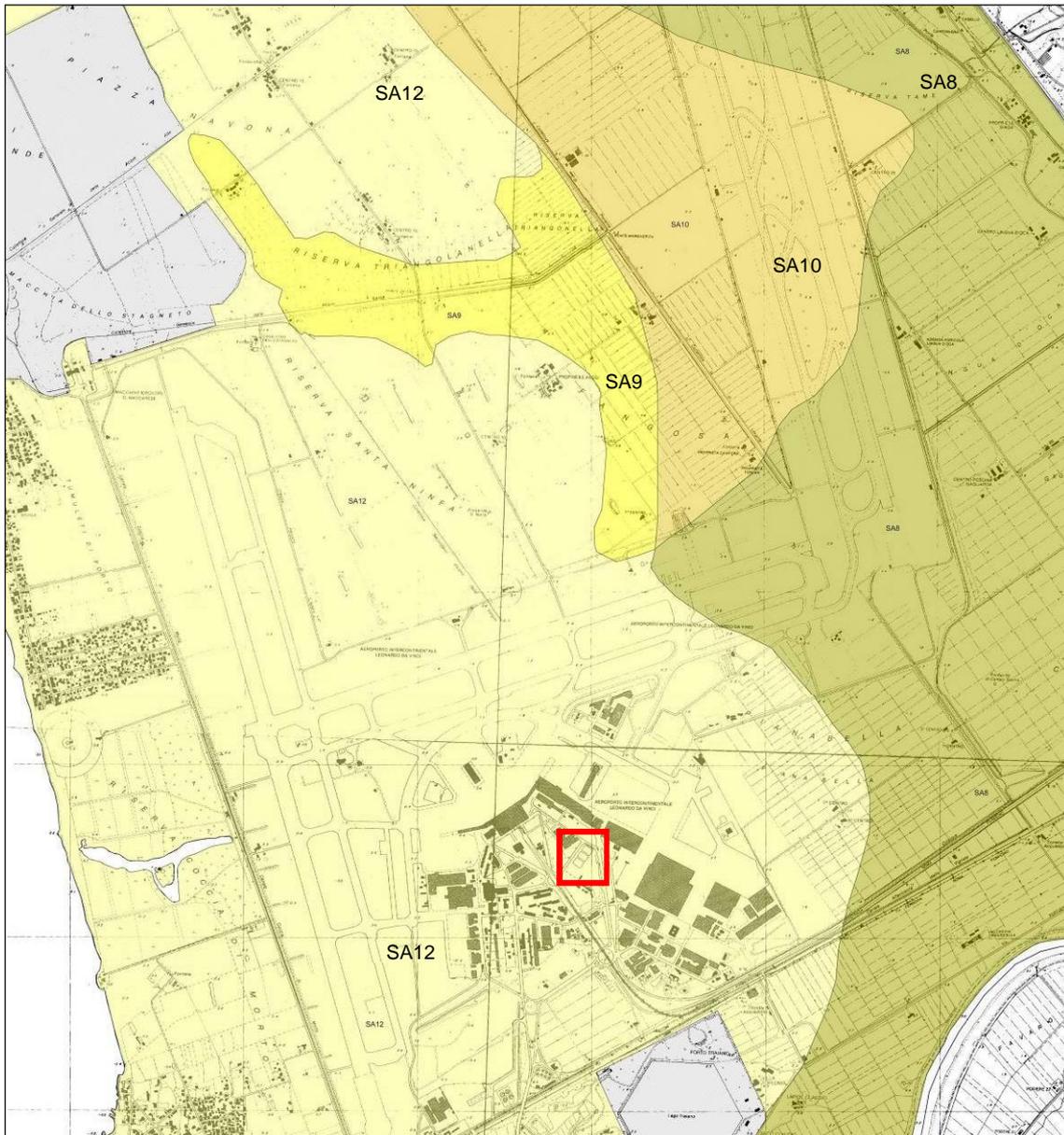


Figura 14 - Fasce di Microzonazione di livello 1 nell'area aeroportuale di Fiumicino. Carta delle MOPS (estratto - unione tra le Tavole 6 e 8) (Comune di Fiumicino, 2012). Nel riquadro è indicata l'area di pertinenza progettuale.

## 6 GEOLOGIA

### 6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'evoluzione geologica della campagna romana inizia nel pliocene con eventi marini, che hanno ampiamente caratterizzato la fase post-orogonica del margine occidentale appenninico. Con il pliocene, infatti, ampi settori dell'edificio appenninico già sollevato manifestarono tendenza alla subsidenza e vennero sommersi dalle acque del Tirreno. I sedimenti pliocenici sono costituiti da argille e sabbie con abbondanti microfaune a foraminiferi deposte nei bacini di neoformazione.

Successivamente, i terreni romani furono soggetti a importanti dislocazioni tettoniche, legate prevalentemente alle fasi distensive interessanti l'area peritirrenica. Tali dislocazioni si manifestarono tramite sistemi di faglie a direzione "appenninica", che ribassarono "a gradinata" i settori verso il Tirreno ed "antiappenninica"; altri sistemi di faglie a direzione nord-sud ribassarono il settore corrispondente all'attuale centro storico romano.

A partire da 880 mila anni fa si svilupparono cicli deposizionali di ambiente continentale, collegati alle oscillazioni eustatiche legate alle glaciazioni. L'emersione dell'area romana determinò lo sviluppo di un ambiente fluvio-palustre incentrato sul Paleo-Tevere, caratterizzato dalla deposizione di terreni alluvionali antichi derivanti dallo smantellamento della catena appenninica. L'alveo del Paleo-Tevere era soggetto a migrazioni, con deviazioni dell'asse principale e traslazione della foce dall'area di Ponte Galeria verso Sud.

A partire da 700 mila anni fa ebbe inizio l'attività degli apparati vulcanici Vulsino, Cimino - Vicano, Tolfetano - Cerite - Manziato, Sabatino e del Vulcano Laziale; in particolare l'area romana urbana e costiera risentì marginalmente del Distretto Vulcanico dei Sabatini (a nord-ovest) e soprattutto del Distretto Vulcanico dei Colli Albani (a sud-est). Il carattere dei distretti risultò essere prevalentemente esplosivo e l'enorme quantità di prodotti messi in posto modificò radicalmente la morfologia e l'idrografia dell'area. Tra 660 e 30 mila anni fa si ebbero le principali colate piroclastiche che si alternarono a cicli deposizionali continentali (fluviali e palustri), creando quindi dei rapporti stratigrafici assai complessi tra le unità vulcaniche e sedimentarie. Inoltre, l'arrivo delle coltri vulcaniche modificò completamente il percorso principale del "Paleo-Tevere" che venne confinato in un corso molto prossimo all'attuale.

Successivamente, l'assetto stratigrafico venne caratterizzato dalla successione e interdigitazione di ambienti deposizionali legati alle diverse fasi glaciali e interglaciali, e conseguenti variazioni eustatiche. In linea generale, nell'area romana sono stati identificati due bacini distinti per la loro diversa evoluzione: uno più interno, coincidente con l'area urbana di Roma, caratterizzato da una sedimentazione prevalentemente continentale, ed uno più esterno, coincidente con l'area più prossima a Ponte Galeria, nel quale si imposta un ambiente epicontinentale, caratterizzato da facies di delta marino e di laguna.

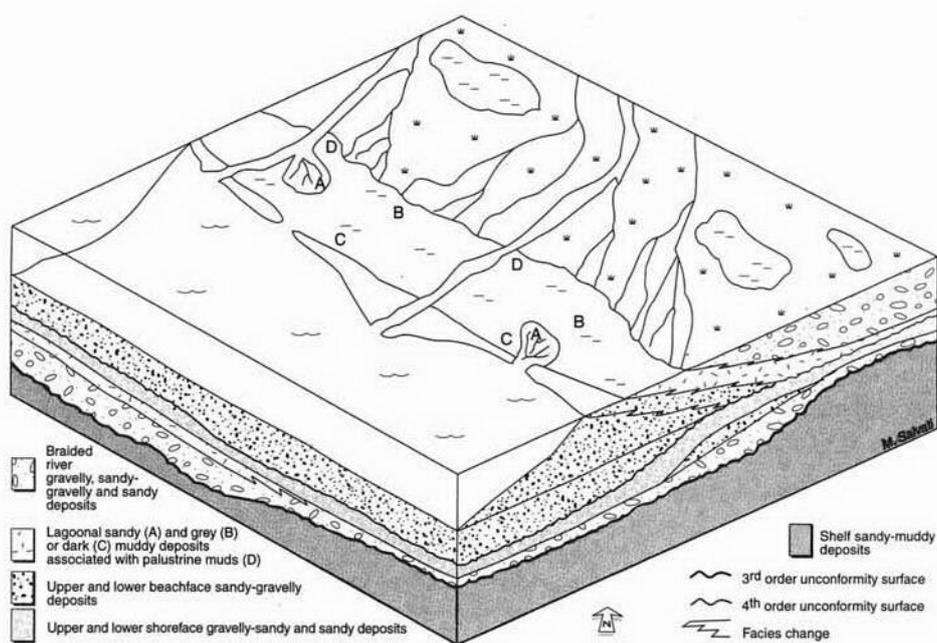


Figura 15 - Schema stratigrafico e deposizionale dell'area romana durante il Pleistocene Medio inferiore (> 120.000 anni fa) (Bellotti et al., 1997)

Dal punto di vista morfologico le caratteristiche generali dell'area romana e deltizia sono riconducibili a due processi principali:

- dinamica costiera e dei corsi d'acqua
- rielaborazione del territorio ad opera dell'uomo.

Il sistema idrografico è caratterizzato dall'asta principale del Fiume Tevere, ormai nel suo tratto finale, con andamento meandriforme e confinato da imponenti argini in parte rimodellati artificialmente. Nei pressi della foce, sul lato destro del corso d'acqua, si delinea il canale artificiale rettilineo attorno al quale si è sviluppato il centro abitato di Fiumicino.

Esternamente all'area golenale si ha una rete di canali riconducibili alle opere di bonifica e di regimazione idraulica della piana alluvionale e costiera.

A ridosso della costa si interpongono i dossi dunari, testimoni della continua progradazione ed evoluzione storica della foce tiberina; la loro originaria evidenza morfologica è comunque quasi completamente nascosta dalla forte antropizzazione dell'intero territorio compreso tra le località di Ostia e Fiumicino.

Seppure non direttamente attinenti alle aree di stretta pertinenza progettuale, è opportuno menzionare anche i processi e le forme riconducibili ai fattori geologico strutturali, che hanno giocato un ruolo determinante nell'evoluzione morfologica della provincia romana nell'area costiera, con particolare riguardo ai rilievi antistanti la costa tirrenica e la piana del Tevere.

## 6.2 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE

### 6.2.1 Sequenze stratigrafiche dell'area deltizia tiberina

Dopo il sollevamento regionale che pose fine ai bacini del Pliocene superiore, fenomeni di subsidenza consentirono la ripresa della sedimentazione in un bacino a occidente di Roma (Mazza et al., 2012, Capelli e Mazza, 2008). Tale bacino si approfondì con un asse parallelo all'attuale linea di costa e divenne sede di una sedimentazione di argille a Hyaline baltica.

Successivamente, sul basamento argilloso plio-pleistocenico iniziò la sedimentazione trasgressiva della formazione di Ponte Galeria e successive serie deposizionali più recenti, costituite da una varietà di sistemi deposizionali frutto della concomitante interazione tra eustatismo, tettonica di sollevamento e vulcanismo. Tale

sequenza stratigrafica è nota in letteratura come Successione o Sequenza di Ponte Galeria o PGS, (Palombo et al.. 2003, Milli, 1997, Milli et al. 2016), e rappresenta un una sequenza deposizionale di alto grado piuttosto complessa. Al suo interno si identificano numerose sequenze deposizionali di rango inferiore (PG1 – PG9), di cui l'ultima, in particolare, ha condizionato fortemente l'evoluzione attuale del delta tiberino.

All'interno della PGS si identificano sistemi deposizionali fluviali, fluvio-palustri-lacustri, di barriera litorale-laguna e transizionali alla piattaforma, organizzati in modo da costituire le cosiddette strutture di stazionamento basso (LST - Lower System Tracks, altrimenti indicata come PLW), strutture trasgressive (TST - Transgressive System Tracks) e strutture di stazionamento alto (HST - Higher System Tracks).

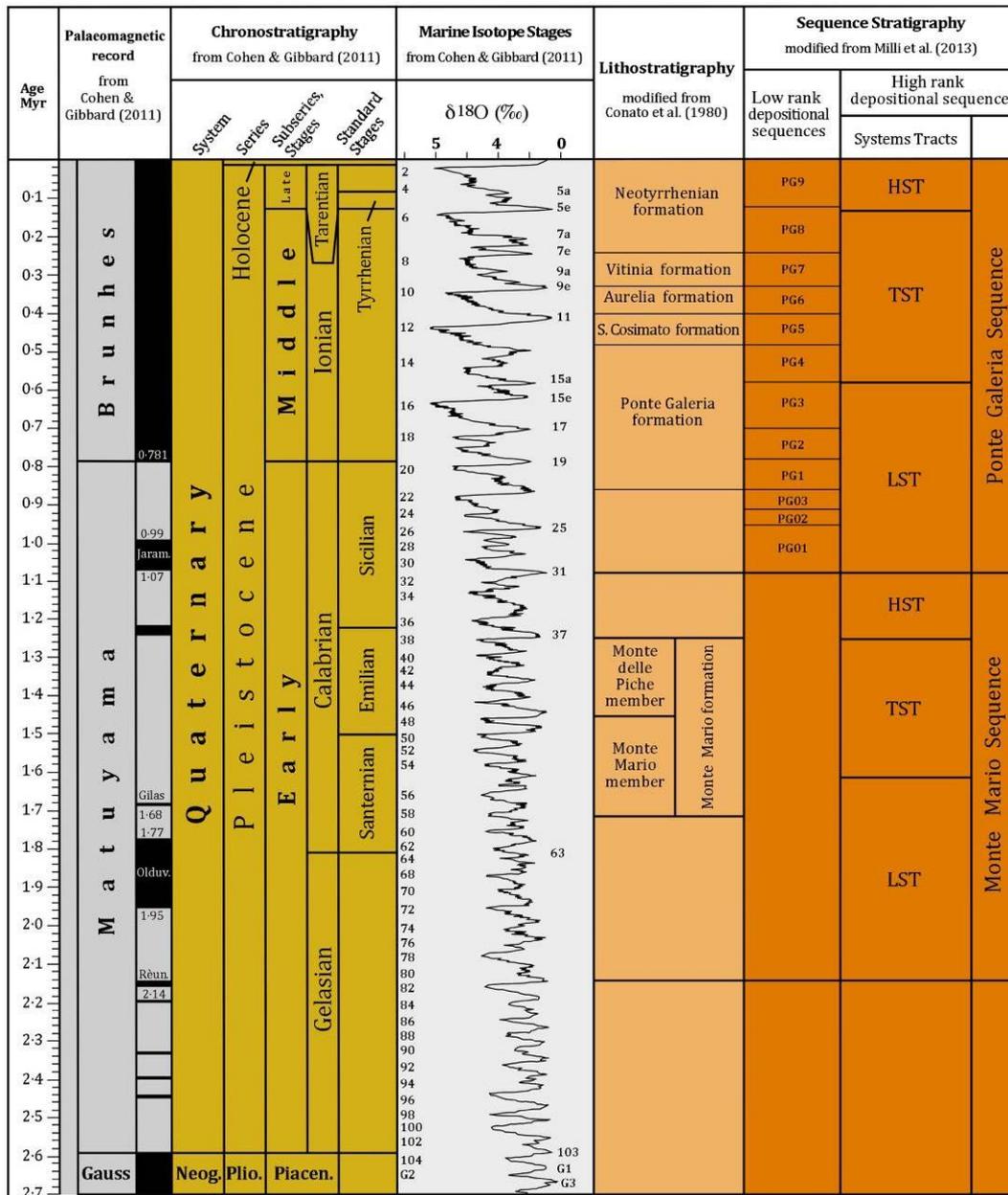


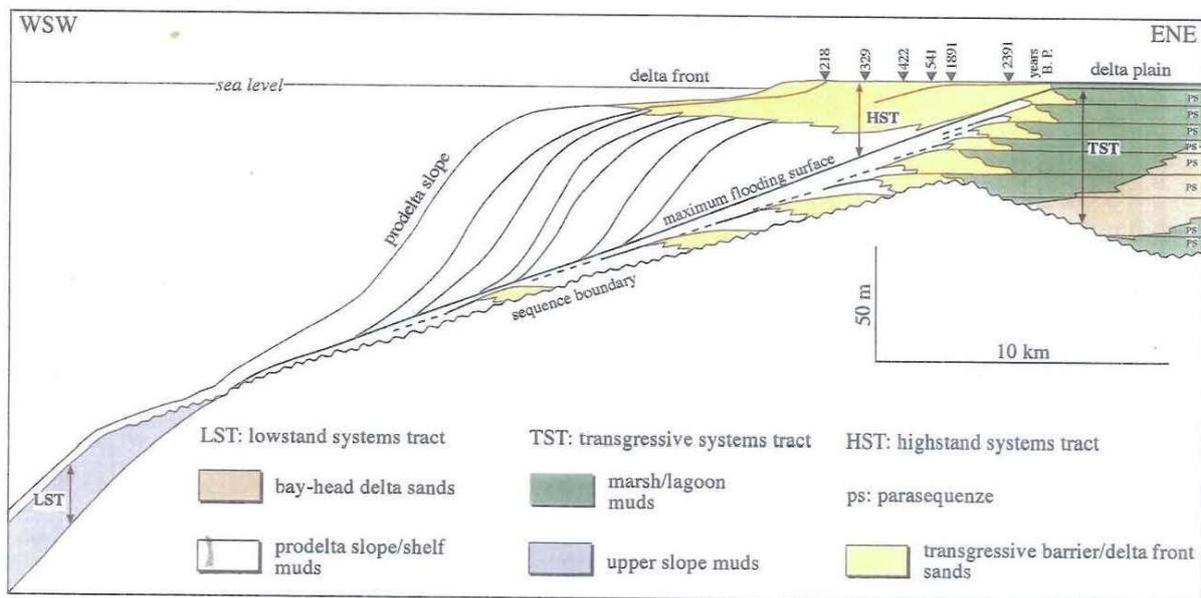
Figura 16 - Schema mostrante le correlazioni tra cronostratigrafia, litostratigrafia e sequenze stratigrafiche nel bacino romano pleistocenico (Milli et al., 2016).

Alla base di tali sistemi si individua una comune superficie d'erosione che tronca i depositi e li pone a contatto con la discordanza basale continentale che da inizio alla fase trasgressiva pleistocenica.

L'architettura deposizionale dell'area deltizia e piana retrostante è stata ricostruita sia per la porzione emersa, sia per quella sommersa, avendo riconosciuto al suo interno tutte e tre le strutture di stazionamento o System Tracks (LST, TST e HST), riconducibili alla sequenza di Ponte Galeria (PGS).

L'intero modello della PGS mostra un trend generalizzato caratterizzato da un assetto progradante delle sequenze deposizionali di basso rango, opposto a quello che ci si aspetterebbe se la PGS fosse controllata esclusivamente dall'eustatismo. Ciò avviene perché la Sequenza di Ponte Galeria (PGS) è il risultato dell'interazione di tre fattori principali: (i) fluttuazioni ad alta frequenza del livello marino in relazione al glacio-eustatismo; (ii) attività vulcanica; (iii) sollevamento tettonico che coinvolge il margine tirrenico nel pleistocene medio superiore.

Il delta attuale del Tevere si sviluppa in buona parte all'interno della sequenza deposizionale PG9; e contiene la successione sedimentaria deposta lungo il margine continentale tirrenico durante l'ultimo ciclo glacio-eustatico, riconducibile alla struttura di stazionamento alto (HST). Nei depositi sottostanti e retrostanti il delta attuale si identificano chiaramente anche le strutture LST e TST.



Spaccato stratigrafico della porzione emersa e sommersa della sequenza PG9 (sequenza deposizionale del Tevere). Le età riportate nella porzione superiore destra dello spaccato, datano le linee di costa che marcano le fasi di progradazione storiche del delta del Tevere. (Modificata da Milli, 1997).

Figura 17 - Schema stratigrafico del delta tiberino secondo la sequenza PG9 (Milli, 1997).

I depositi del LST presentano un'età compresa tra 18.000 e 14.000 anni, sono spessi circa 30 m, sono preservati sull'attuale scarpata e costituiscono l'ultimo set di progradazione del margine continentale; sono caratterizzati da flussi gravitativi alimentati da input fluviali connessi all'apparato deltizio del Tevere.

I depositi relativi alla fase trasgressiva TST sono per lo più presenti al di sotto dell'attuale piana deltizia, e appoggiano in onlap sull'inconformità basale. La loro deposizione è avvenuta tra 14.000 e 5.000 anni fa; i depositi associati mostrano delle sequenze rappresentate, da terra verso mare, da: (i) un sistema fluviale intrecciato associato a uno o più sistemi deltizi in contesti lagunari (non di mare aperto), (ii) un sistema di barriera litorale - laguna, (iii) un sistema di transizione – piattaforma. La superficie di massimo alluvionamento della sequenza TST è marcata da un esteso livello sommitale di torbe. Lo scenario risultante mostra quindi una complessa interazione tra processi fluviali e marini durante lo spostamento verso terra di tali sistemi.

I depositi relativi all'HST si sviluppano a partire da circa 5000 anni fa, in connessione con la fine della fase trasgressiva e lo stazionamento alto del livello marino, che facilita il rapido spostamento verso mare dei diversi ambienti deposizionali. La progradazione del Tevere all'interno della laguna in cui sfociava precedentemente ne determina il riempimento e porta il corso d'acqua a sfociare direttamente in mare a partire da circa 2500 anni fa. Il Tevere inizia così a costruire il suo apparato deltizio cuspidato attualmente suddivisibile, da terra verso mare, in una piana deltizia superiore, una piana deltizia inferiore, un fronte deltizio e una scarpata di prodelta.

La piana deltizia superiore è costituita da sedimenti pelitici di piana inondabile, mentre quella inferiore è caratterizzata da sabbie di spiaggia, cordoni dunari e aree di interduna allineate parallelamente alla costa. Il fronte deltizio include l'attuale linea di costa sabbiosa e una scarpata lievemente pendente verso mare costituita da sabbie che passano sottopendio a sedimenti pelitici. Silt e argille sono i sedimenti sommersi presenti lungo la scarpata di prodelta.

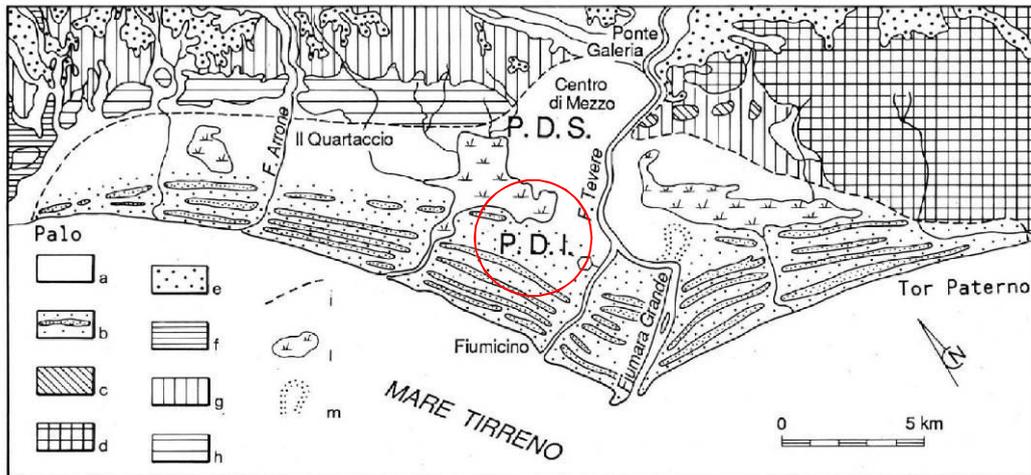


Figura 18 - Distribuzione areale dei principali elementi geologici e morfologici della piana deltizia del Fiume Tevere e rilievi retrostanti (Bellotti et al, 1989). Nel cerchio rosso è individuata l'area di pertinenza aeroportuale. Legenda: a- alluvioni recenti; b- sedimenti dunari e interdunari recenti; c- alluvioni antiche; d- sabbie rossastre (dune antiche); e- piroclastiti pleistoceniche; f- travertini; g- argille, argille sabbiose, sabbie; lenti di ciottolame con abbondante malacofauna; h- ghiaie e ghiaie sabbiose poligeniche; i- limite interno del delta; l- antichi stagni bonificati; m- canali fluviali fossili; P.D.I. / P.D.S. - Piana Deltizia Inferiore / Superiore

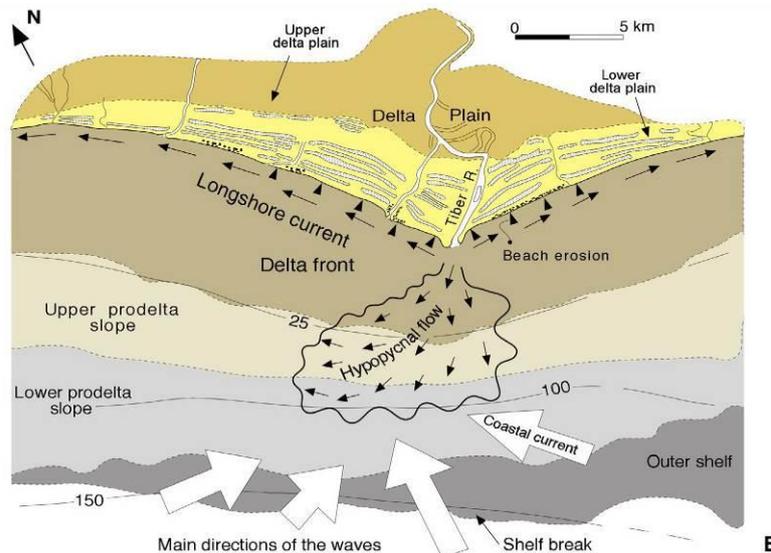


Figura 19 - Principali processi deposizionali dominati dalle correnti e moto ondoso del delta tiberino (Milli et al. 2016)

## 6.2.2 Morfologia e stratigrafia olocenica della piana deltizia

Circa 18 mila anni fa, in corrispondenza del culmine dell'ultima fase del periodo glaciale würmiano, si verificò una forte regressione del livello marino che determinò una grande erosione dei terreni depositi fino ad allora.

Si stima che il livello del mare fosse di almeno 120 m al di sotto di quello attuale. Nell'area romana l'alveo del Tevere si approfondì fino a circa -50 / -70 m s.l.m., portando a giorno il substrato plio-pleistocenico e innescando una forte attività erosiva.

In seguito, vi fu un repentino riscaldamento globale che fece sollevare il livello delle acque marine fino al livello odierno, ed il probabile contemporaneo alluvionamento della valle tiberina.

La ricostruzione paleogeografica dell'area costiera è stata ipotizzata secondo lo schema seguente (Bellotti et al., 1989; Bellotti et al., 1997, Giraudi, 1994; v. anche Milli et al., 2016):

- tra 18000 e 10000 anni fa il Tevere arretrò la sua foce all'interno di una laguna, depositando gran parte del suo carico sedimentario nella valle alluvionale;
- tra 10000 e 5000 anni fa la laguna costiera si ampliò in direzione NO-SE, e il Tevere spostò la sua foce sulla sinistra del vecchio corso costruendo per circa 3.000 anni il secondo corpo deltizio;
- intorno a 5000 anni fa, quando il livello marino era ormai pressoché stabilizzato, la foce del Tevere progradò rapidamente all'interno della laguna e raggiunse in breve la costa avviando la fase deltizia marina; successivamente si svilupparono due lagune isolate e dei cordoni litorali affiancati che chiudevano verso mare gli stagni;
- negli ultimi 2000 anni si è sviluppato progressivamente il fronte deltizio attuale, progradante verso la costa attraverso stati alterni di erosione ed accumulo. Gli imponenti lavori portuali realizzati dagli imperatori romani Claudio e Traiano, con l'apertura di un canale artificiale, sembrerebbero in qualche modo connessi al successivo sviluppo della foce odierna di Fiumicino.

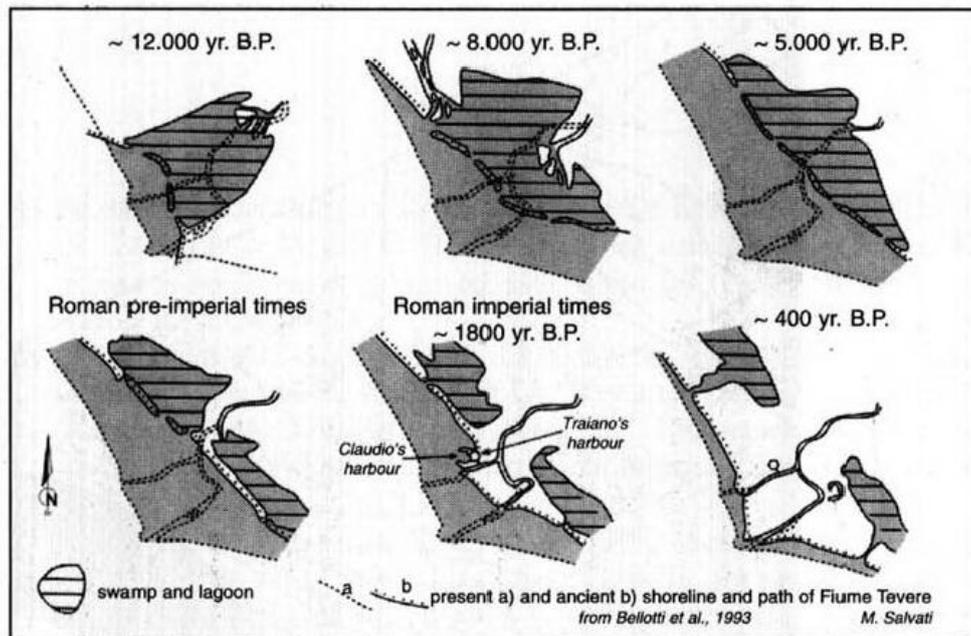


Figura 20 - Evoluzione della foce del Tevere e piana deltizia a partire da 12.000 anni fa, e confronto con la linea di costa attuale. (Bellotti et al., 1997)

Nell'area più prossima al complesso deltizio del Tevere le ipotesi suddette hanno trovato conferma con le analisi stratigrafiche di superficie e del sottosuolo, attraverso riconoscimento di diverse litologie raggruppate in diverse litofacies, che costituiscono i depositi fluviali, di laguna costiera e marini.

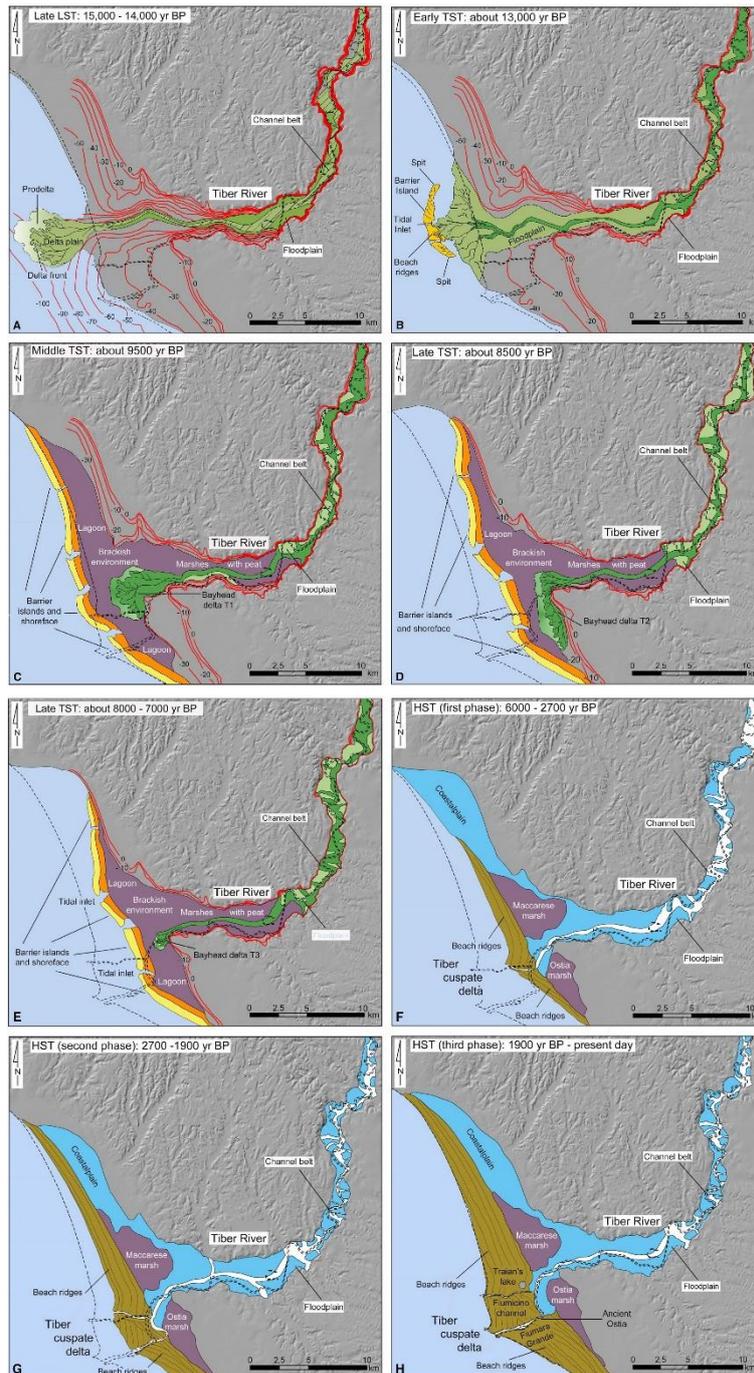


Figura 21 - Schema paleostratigrafico indicante l'evoluzione del Tevere negli ultimi 18000 anni (Milli et al. 2016)

### Le aree lagunari

Le aree lagunari presenti ai lati del Tevere hanno avuto nel tempo estensioni variabili e comunicazioni più o meno ampie con il mare. Il bacino in riva destra al Tevere (stagno di Maccarese) si estendeva nell'area oggi parzialmente occupata dal sedime aeroportuale di Fiumicino. Molto probabilmente, già nel 4000 a.C. tale palude doveva essere isolata dal mare e dal Tevere, ed alimentata solo da corsi d'acqua collinari retrostanti (Giraudi, 2004). Successivamente la sua estensione si ridusse progressivamente. Con i primi, rudimentali tentativi di bonifica, di epoca romana, la palude venne collegata artificialmente al mare tramite il canale di Focene.

Il bacino in riva sinistra (stagno di Ostia) era situato alle spalle di Ostia antica e si estendeva verso Sud per almeno 6 km, ed aveva una comunicazione certa con il mare attraverso l'attuale Canale dello Stagno (o Canale dei Pescatori).

Entrambi i bacini sono stati utilizzati come saline durante il periodo romano. La loro bonifica fu realizzata alla fine del XIX secolo. Ai bacini lagunari si è quindi sostituita una fitta rete di canali estesa fino ai confini interni della piana deltizia.

#### I cordoni litorali

Nell'area deltizia tiberina è stato possibile distinguere e cartografare vari insiemi di cordoni litorali (Giraudi, 2004): ogni insieme può essere considerato come parte di una stessa fase di progradazione del delta. Alcune fasi tagliano le dune appartenenti alle fasi precedenti, a testimonianza dell'esistenza di periodi di parziale arretramento della linea di costa.

Gli studi recenti (Giraudi, 2004) hanno individuato e circoscritto otto gruppi di cordoni dunari, sviluppatasi negli ultimi 3-4.000 anni, la cui datazione è stata resa possibile anche grazie ai dati storici e preistorici:

- I cordoni dunari più antichi (I, II, III fase) sono i più interni, e risultano poco evidenti in prossimità del corso d'acqua attuale, essendo stati erosi o sommersi da sedimenti alluvionali; presentano andamento rettilineo, anche se non sempre allineato ai due lati del Tevere. La loro datazione è incerta.
- I cordoni di IV e V fase sono anch'essi più marcati a Nord e a Sud del Tevere, mentre risultano meno marcati o discontinui in prossimità dell'asta fluviale; presentano però una cuspidi più o meno evidente nei pressi del canale di Fiumicino, che testimonia la posizione progradante dello sbocco a mare dell'antico corso del Tevere. I cordoni di IV fase sono datati al XIII-XII secolo a.C.; quelli di V fase potrebbero essere antecedenti al IV secolo a.C.
- I cordoni di VI fase sono molto estesi a Nord del Tevere e completamente assenti a Sud di esso; presentano una cuspidi in corrispondenza del ramo principale del Tevere, poco a Ovest di Ostia antica, e una seconda cuspidi, meno evidente, nei pressi degli antichi porti imperiali, laddove i rilievi sono tagliati trasversalmente da un canale ora colmato. La loro datazione è antecedente al I secolo d.C. E' molto probabile che la formazione dei cordoni di VI fase non sia stata continua, ma interrotta da un periodo di regressione della linea di costa.
- I cordoni della VII e VIII fase delimitano chiaramente la posizione del delta attuale, lungo il ramo principale del Tevere. Mentre le dune della VII fase sono di estensione alquanto ridotta, e sono attribuite al periodo XV-XVI secolo d.C., quelle dell'ottava fase costituiscono un insieme molto esteso, tanto da poter a loro volta suddivise in diverse sub-fasi. Esse testimoniano la progradazione della foce successivamente al XVI secolo.

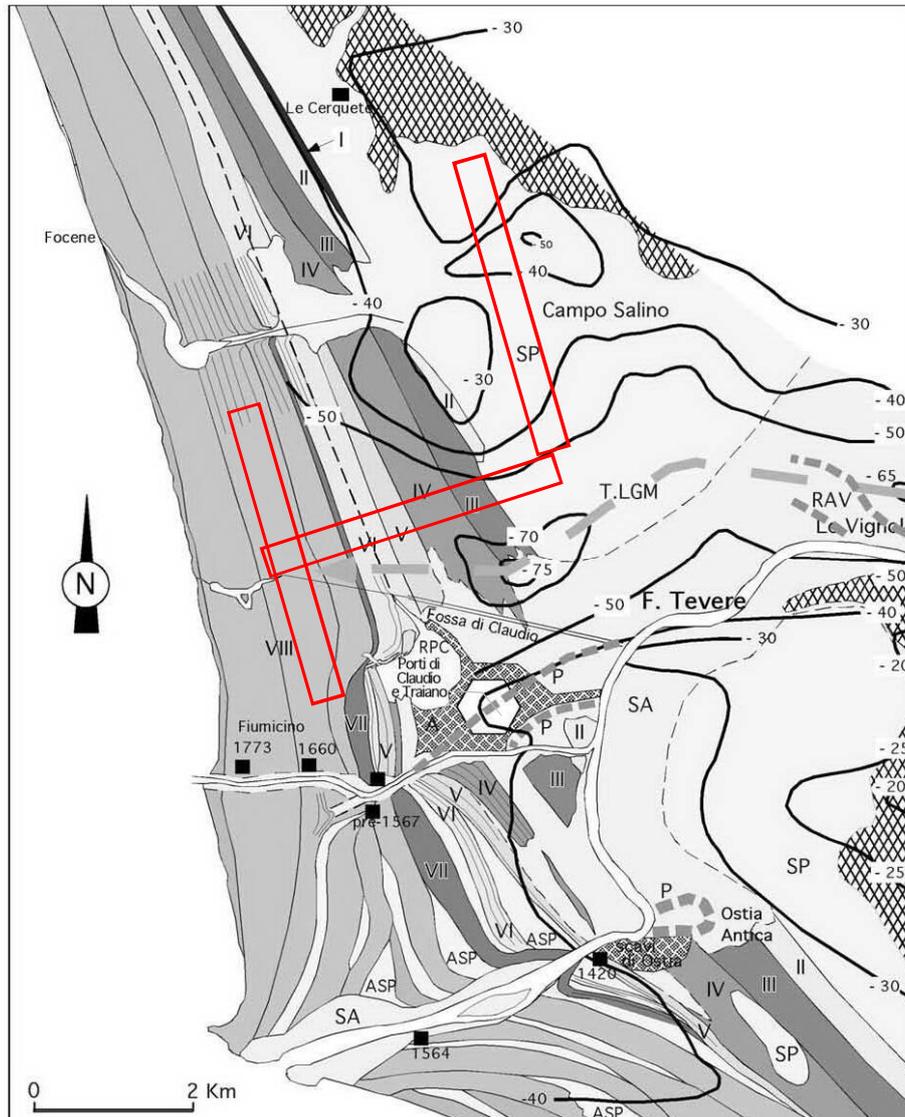


Figura 22 - Assetto geologico di superficie nell'area deltizia del Tevere, con indicazione dei cordoni dunari di ordine differente (Giraudi, 2004). In sovrapposizione l'impronta delle piste aeroportuali

### 6.3 LITOSTRATIGRAFIA DELL'AREA DI PERTINENZA AEROPORTUALE E PROGETTUALE

Le aree occupate dal sedime aeroportuale si inseriscono interamente nella porzione costiero - deltizia della valle del Tevere, e abbracciano un'estensione complessiva di territorio pari a circa 2000 ha

A grande scala, procedendo dalla costa verso l'interno, si individuano depositi riconducibili ai differenti ambienti deposizionali quaternari, in accordo a quanto già descritto nel capitolo precedente:

- depositi deltizi e costieri, presenti per una larghezza di circa 3-4 km dalla linea di costa, costituiti da una litofacies sabbiosa e una pelitica; la prima si rinviene nella parte superficiale della piana deltizia e presenta una geometria tipicamente tabulare, con tracce superficiali degli antichi cordoni dunari paralleli alla costa; la seconda è presente più in profondità, a testimoniare l'accumulo di sedimenti presenti lungo la scarpata di prodelta durante il recente spostamento verso mare dell'ambiente deposizionale costiero, durante la fase di stazionamento alto del livello marino;
- depositi riconducibili ad ambienti salmastri retro-costieri, appartenenti alle antiche aree deltizie lagunari del Tevere durante le fasi trasgressive della sequenza TST: sono costituiti da sedimenti pelitici, fossiliferi,

con intercalazioni torbose (prevalentemente superficiali), e livelli lenticolari sabbiosi fini. In eteropia laterale con i suddetti depositi, generalmente lungo la zona posta a Nord del sedime aeroportuale (limite settentrionale di pista 3, Bonifica di Maccarese e zone limitrofe), si sviluppano depositi alluvionali da piana di esondazione recente, sovrapposti a depositi appartenenti ad un apparato fluviale a canali intrecciati: coperture di limi argillosi e sabbiosi localmente concrezionati, con presenza accessoria di materiale vulcanico, si sovrappongono a sabbie limose con lenti di ghiaia, a tratti debolmente cementate, con presenze fossilifere riconducibili a faune dulcicole.

Le figure seguenti illustrano schematicamente delle sezioni lungo l'area deltizia del Tevere, con indicazione delle sequenze stratigrafiche riconducibile ai diversi ambiti deposizionali appena descritti (1989).

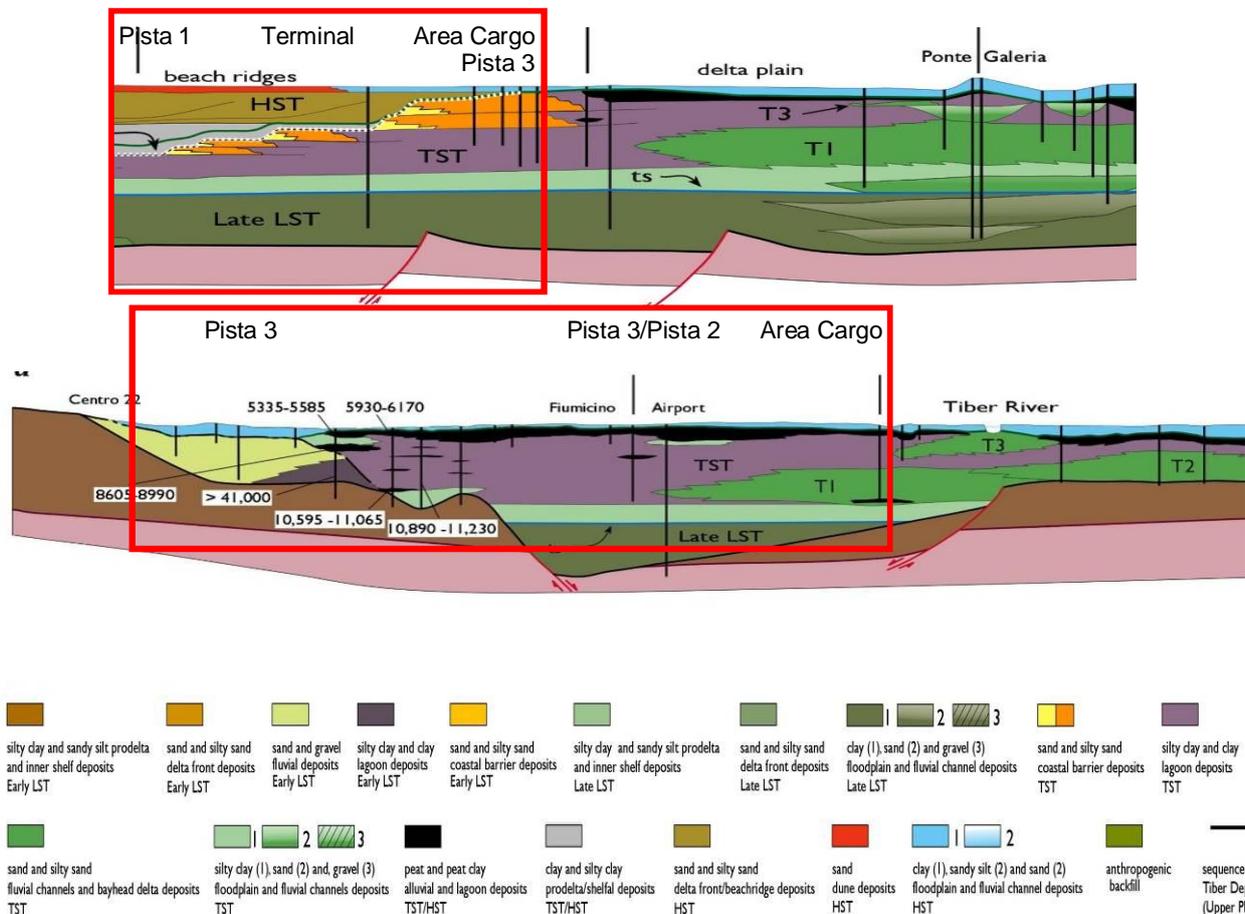
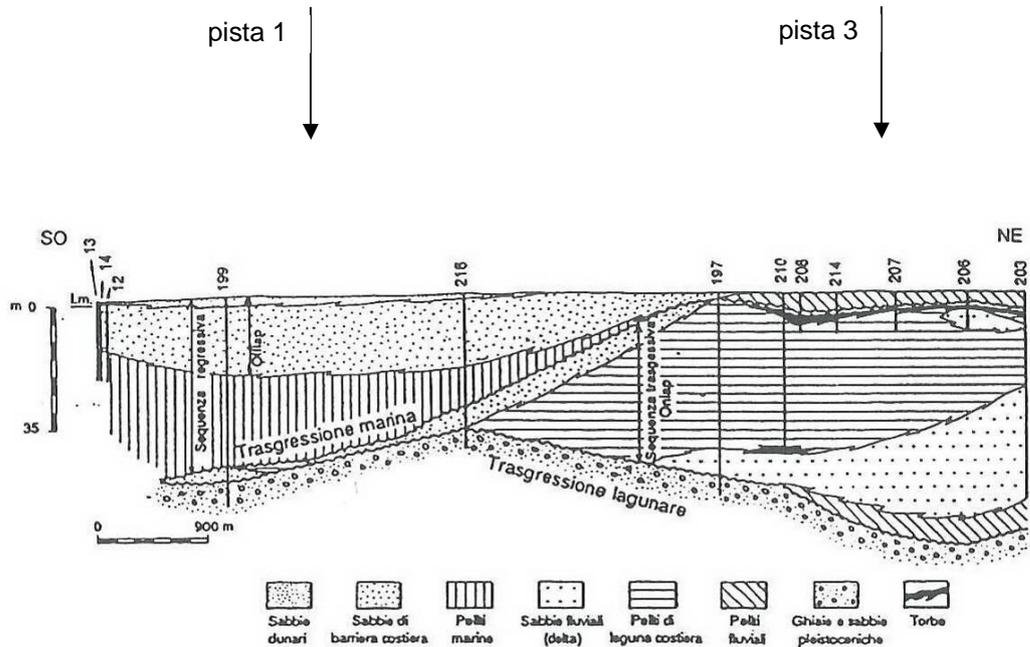


Figura 23 - Sezioni stratigrafiche lungo l'area deltizia del Tevere, rispettivamente in direzione WSW-ENE e NNW-SSE. In legenda è indicata l'appartenenza dei depositi alle differenti strutture di stazionamento o System Tracks (LST, TST e HLT). Nei riquadri sono indicate le aree di pertinenza aeroportuali (Milli et al. 2016, modificato)



Sezione terra-mare (NE - SO) del complesso deltizio tiberino. La superficie di unconformity basale è evidenziata dalla trasgressione lagunare.

Figura 24 - Tipologico di sezione stratigrafica perpendicolare alla costa nella zona di Ostia-Fiumicino. Sono state sovrapposte ipotetiche posizioni delle piste aeroportuali 1 e 3 per illustrare schematicamente una possibile successione stratigrafica nell'area aeroportuale (Bellotti et. al, 1989).

Più in particolare, nell'area di pertinenza dell'aeroporto di Fiumicino, le infrastrutture disposte lungo l'asse SO-NE si sviluppano sulle litofacies dei depositi dapprima marino costieri e poi lagunari.

Procedendo da Ovest verso Est secondo una direttrice trasversale alla costa è possibile individuare le seguenti macro aree, caratterizzate da differenti ambienti litostratigrafici:

- Il complesso della pista di volo 1 e parte della pista di volo 2, nonché quasi tutto il complesso delle opere aeroportuali riconducibili all'Hub Sud si sviluppano sui depositi sabbiosi, da poco a mediamente addensati, generalmente di colore marrone avana in superficie, o grigie, con varie tonalità, più in profondità. All'interno delle sabbie si individuano sovente livelli decimetrici di depositi più fini, a tratti organici, presenti principalmente tra 8-9 e 10-12 m di profondità. Localmente alle sabbie si mescolano anche sottili intercalazioni ghiaiose (fini). Sono comuni i resti fossiliferi, tipicamente costieri, presenti principalmente nella parte bassa dei depositi.

Le sabbie costiere presentano spessori variabili da 16 a 25 m di profondità, in relazione alle diverse zone. L'ambiente deposizionale (olocenico) è riconducibile a cordoni dunari in ambiente costiero e retro-costiero per le sabbie più superficiali, passanti verticalmente (oltre i 6 - 10 m di profondità) a depositi di spiaggia sommersa in un contesto deltizio progradante. Le sabbie dunari superficiali più prossime alla costa, di VII e VIII ordine, sono più recenti (*Sabbie dei cordoni dunari attuali e recenti*), e sono differenziate dai depositi retrostanti (*Sabbie delle dune litoranee antiche*).

Più in profondità, i depositi sabbiosi, sono sovrapposti a *argille limose e limi sabbiosi*, bioclastici, riconducibili ai depositi di scarpata e di transizione alla piattaforma. All'interno di tali depositi possono esservi presenze localizzate di sacche di gas in pressione (principalmente CO<sub>2</sub>, subordinatamente CH<sub>4</sub> e altre componenti), contenute generalmente in interstrati sabbiosi presenti alle varie profondità.

- La parte centro meridionale del sistema di volo di pista 3, l'area Cargo e tutta la fascia aeroportuale posta a Sud Est si sviluppa principalmente sugli *ambienti alluvionali e salmastri retro-costieri* costituiti da *peliti grigie con intercalazioni torbose superficiali*, tenere e molto compressibili, fossilifere, estese in profondità

per alcune decine di m. La potenza dei depositi tende generalmente a crescere procedendo verso Sud, passando da 30 m fino a circa 60-70 m da p.c.

- L'area posta a margine Nord di pista 3, estesa lateralmente verso la costa fino ad incontrare il dominio sabbioso costiero, si sviluppa sui 6-10 m di depositi alluvionali e fluviali di piana di esondazione recente, generalmente fini: limi argillosi sabbiosi, consistenti e a tratti concrezionati, localmente ossidati. In profondità seguono le sabbie limose con lenti di ghiaia di ambiente alluvionale, addensate e a tratti debolmente cementate, riconducibili a depositi fluviali più o meno recenti (Pleistocene superiore - Olocene) in facies trasgressiva; tali sedimenti presentano una potenza di 10-15 m circa. Più in profondità, oltre 15-20-25 m da p.c., la serie è chiusa inferiormente da alcuni m di argille limose e limi sabbiosi grigi, da mediamente a poco consistenti, di plasticità medio bassa, con resti fossiliferi dulcicoii sparsi; presumibilmente sono riconducibili ad ambiente transizionale deltizio - alluvionale in fase trasgressiva. Anche tali depositi, al pari delle argille limose e limi sabbiosi precedentemente descritti possono essere sede di sacche di gas in pressione, che possono manifestarsi in superficie in caso di perforazioni sufficientemente profonde.

Da sottolineare inoltre, in area esterna all'aeroporto, lungo i rilievi collinari posti a Nord Est, la presenza di sedimenti granulari del Pleistocene superiore: sabbie giallo ocracee ricche in minerali femici, miste a ghiaie arrotondate.

A profondità ulteriori, sotto le suddette sequenze deposizionali e, più generalmente, in tutta l'area di pertinenza aeroportuale, si individua uno strato plurimetrico di depositi alluvionali continentali antichi (elementi della formazione di Ponte Galeria, del Pleistocene medio) riconducibili alla discordanza basale pleistocenica che dà inizio alla fase trasgressiva post-wurmiana (trasgressione lagunare). Si tratta di sovrapposizioni di livelli metrici di sabbie limose con resti ghiaiosi, localmente interdigerati con livelli fini mediamente consistenti, e sabbie e ghiaie arrotondate, presenti normalmente alla base. Tale unità, ben nota in letteratura, è presente con continuità lungo tutta la piana alluvionale del Tevere, tranne laddove sia stata interamente asportata dall'erosione; il tetto dell'unità si individua a profondità variabili da 25-30 m da p.c. fino a circa 65-70 m da p.c. Le profondità meno elevate si hanno a ridosso della costa e procedendo in direzione Est e Nord-Est, verso i rilievi collinari di Ponte Galeria e Malagrotta; mentre aumentano sensibilmente nell'area centro meridionale dell'aeroporto. La potenza di questa serie di depositi pleistocenici, in questa zona del litorale, varia da qualche m a una decina di m circa.

I depositi marini plio-pleistocenici (argille pleistoceniche di Monte Mario), chiudono la serie stratigrafica e rappresentano il substrato profondo dell'area aeroportuale, nonché di tutto il bacino deltizio tiberino. Sono costituite da potenti sequenze di argille marine molto consistenti di ambiente di piattaforma.

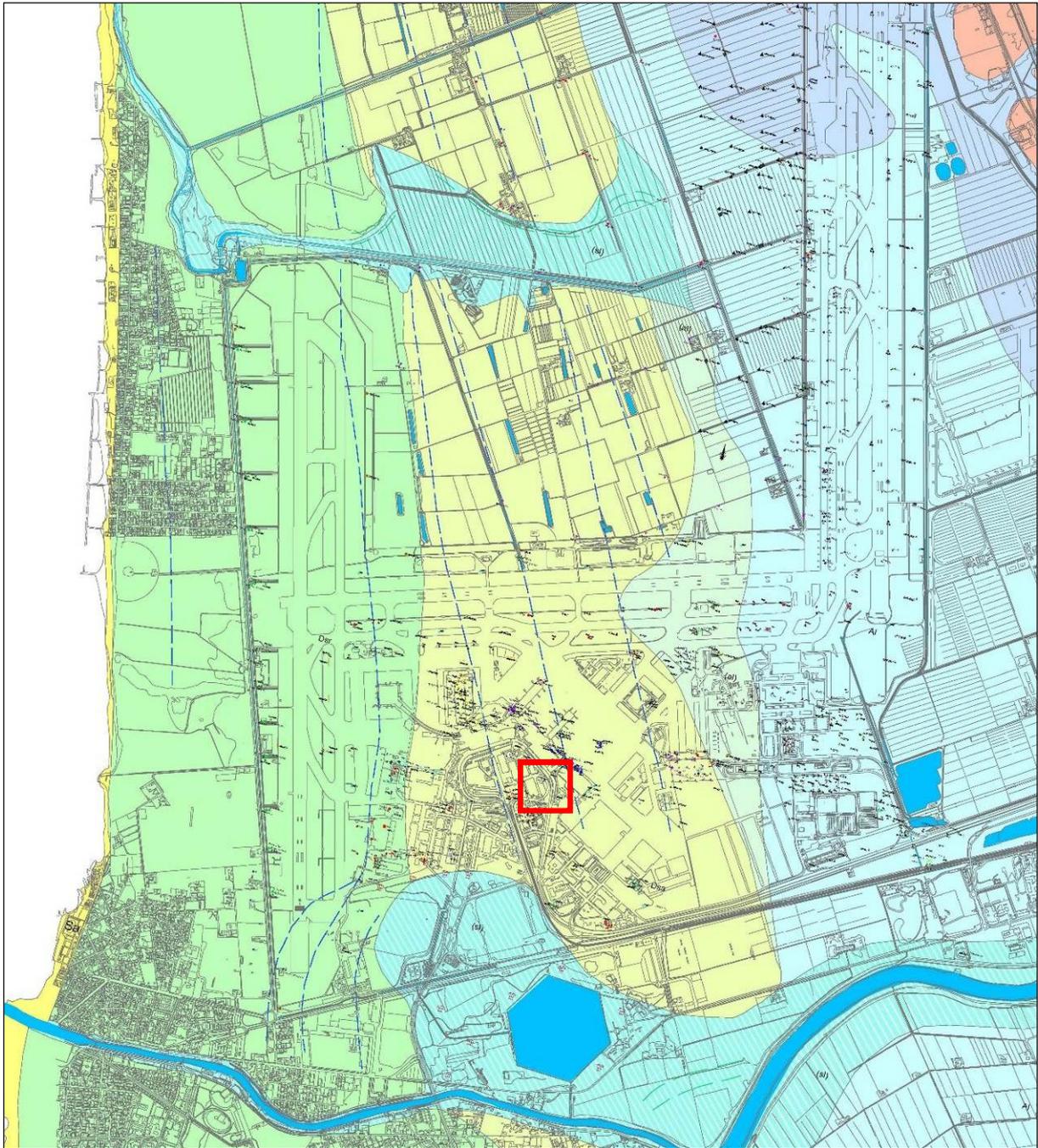


Figura 25 - Carta geologica di superficie dell'area aeroportuale di Fiumicino, con ubicazione di tutte le indagini geognostiche disponibili sull'intero sedime. E' indicata l'area di interesse progettuale.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	
<b>GEOLOGIA DI SUPERFICIE</b>	
	Spiagge sabbiose attuali ( <i>Olocene</i> )
	Sabbie limose giallo-rossastre fini a stratificazione incrociate; dominio dei cordoni dunari attuali e recenti. In profondità passano a sabbie grigie più o meno limose, di spiaggia sommersa in un contesto deltizio progradante. ( <i>Olocene - recente</i> )
	Sabbie, sabbie limose giallo-rossastre, mediamente addensate, appartenenti al dominio delle dune litoranee antiche. In profondità passano a sabbie grigie più o meno limose, di spiaggia sommersa in un contesto deltizio progradante. L'area isolata con contrassegno indica una zona con lieve copertura (< 3-4 m) di materiale fine alluvionale o lagunare ( <i>Olocene - recente</i> )
	Peliti e limi argillosi organici, fossiliferi, con lenti di sabbia e intercalazioni torbose, diffuse prevalentemente presso la superficie. Ambiente alluvionale e salmastro retro-costiero. Le aree isolate con contrassegno indicano i depositi più prossimi agli antichi sbocchi a mare, con componente granulare accessoria. ( <i>Olocene - recente</i> )
	Limi argillosi sabbiosi, consistenti in superficie, marroni verdastri, localmente ossidati, con concrezioni carbonatiche; possibile presenza di materiale vulcanico alterato, e strutture da essiccamento. Ambiente alluvionale fluviale di piana di esondazione recente ( <i>Olocene - recente</i> )
	Sabbie giallo ocracee ricche in materiali femici miste a ghiaie e livelli ciottolosi. Ambiente continentale retrocostiero ( <i>Pleistocene superiore</i> )
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	
	Traccia di paleoalveo
	Traccia di antica linea di costa
	Corso d'acqua o canale

(continua da fig. precedente) Legenda della carta geologica di superficie.

### 6.3.1 Sezione stratigrafica dell'area di progetto

Le indagini dirette realizzate sull'impronta delle opere di progetto evidenziano una sequenza stratigrafica omogenea, in accordo a quanto già precedentemente osservato in aree limitrofe, anche per profondità maggiori.

Più in particolare, con riferimento al sondaggio S1 e prove penetrometriche CPTU 1-2-3-4-6, si può definire la seguente sequenza stratigrafica:

- dalla superficie fino a 2/3 m da p.c.: materiale di riporto eterogeneo (0-1 m circa) e terreno antropico di natura sabbiosa, a tratti ghiaioso;
- da 2/3 m a 23 m circa di profondità, si individuano depositi sabbiosi, tendenzialmente meno addensati nei primi 8/10 m di profondità circa, con alcune sottili intercalazioni fini tra 8 e 9 m circa. Verso la base dei depositi (tra 17 e 23 m) si hanno numerosi piccoli resti conchigliari, e si individuano localmente sottili livelli sabbiosi molto addensati, finanche debolmente cementati, caratterizzati da scarsa continuità laterale.  
L'ambiente deposizionale di tali depositi, ben noti in tutta l'area circostante i terminal aeroportuali, è riconducibile a cordoni dunari di ambiente costiero e retrocostiero, passanti in profondità ad ambienti di spiaggia sommersa e barra costiera in ambiente deltizio progradante.
- da 23 m circa da p.c. si individuano limi argillosi e argille limose grigie, da poco a mediamente consistenti, plastiche, con rari frammenti conchigliari sparsi. Nella parte sommitale, fino a 25 m da p.c. i sedimenti presentano alternanze decimetriche di livelli sabbiosi e sabbiosi limosi addensati. Altre intercalazioni di livelli granulari possono presentarsi localmente anche a profondità maggiori.  
L'ambiente paleogeografico di appartenenza di tali depositi è riconducibile ad un sistema deltizio e transizionale alla piattaforma marina, olocenico – tardo pleistocenico.

Il letto della formazione argillosa si trova a circa 65-70 m da p.c., ben individuato con perforazioni profonde poste a poche centinaia di m più a N (indagini per ampliamento aerostazione Est). Più in profondità si individuano sabbie e ghiaie plurimetrie riconducibili alla discordanza basale che da inizio alla fase

trasgressiva post-wurmiana (trasgressione lagunare), di cui si è descritto nel capitolo precedente. A seguire si sviluppano potenti sequenze di argille plioceniche molto consistenti.

Nelle figure successive sono riportate la planimetria geologica in scala 1:1000 nonchè il profilo geologico in asse all'opera di progetto, in scala 1:2000/200. Si rimanda alla planimetria geologica generale riportata nella figura precedente per la legenda di riferimento.

Si sottolinea che l'area è completamente urbanizzata, quindi non vi è evidenza di elementi morfologici di rilievo.

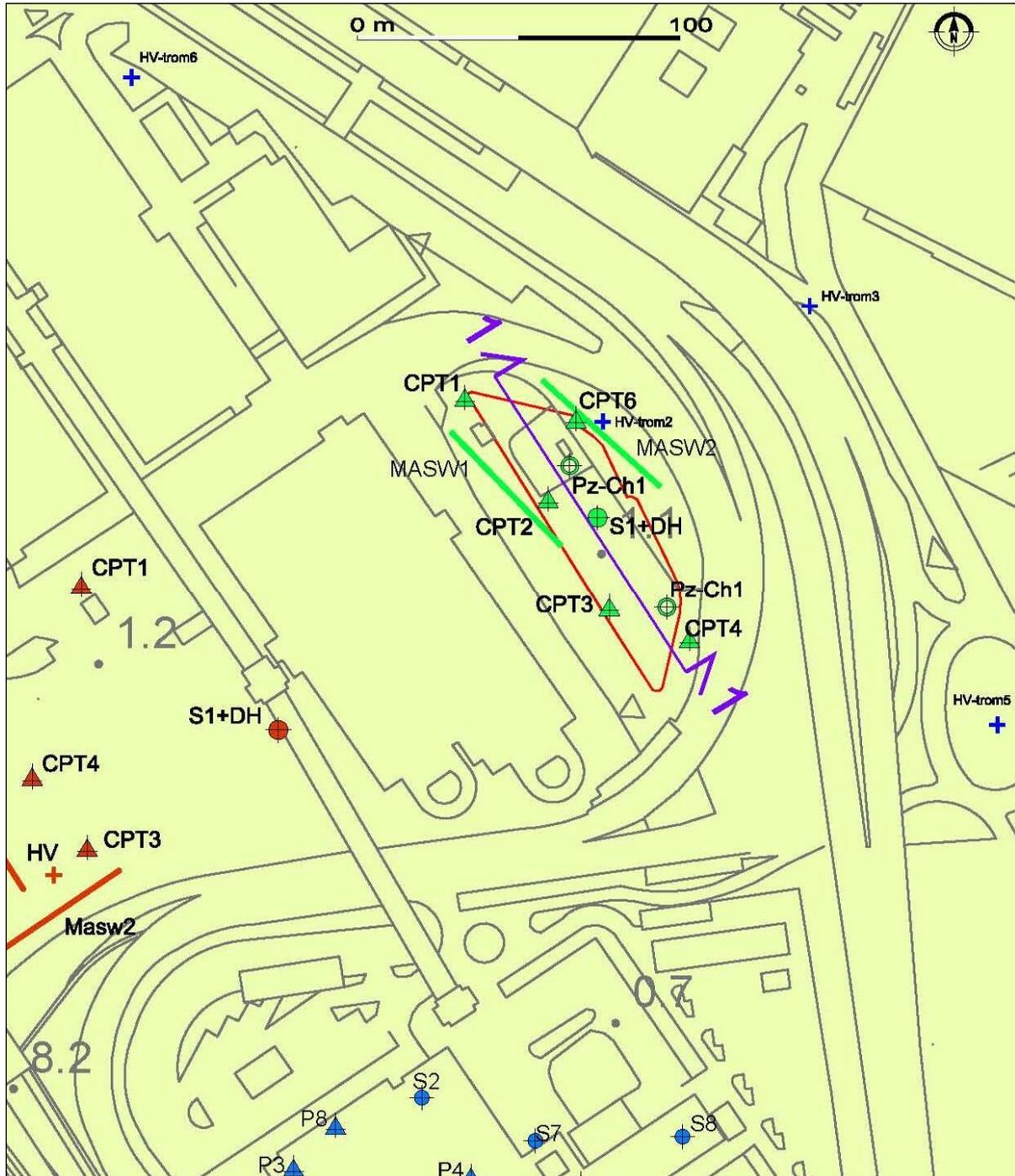


Figura 26 - Carta geologica di dettaglio dell'area di progetto

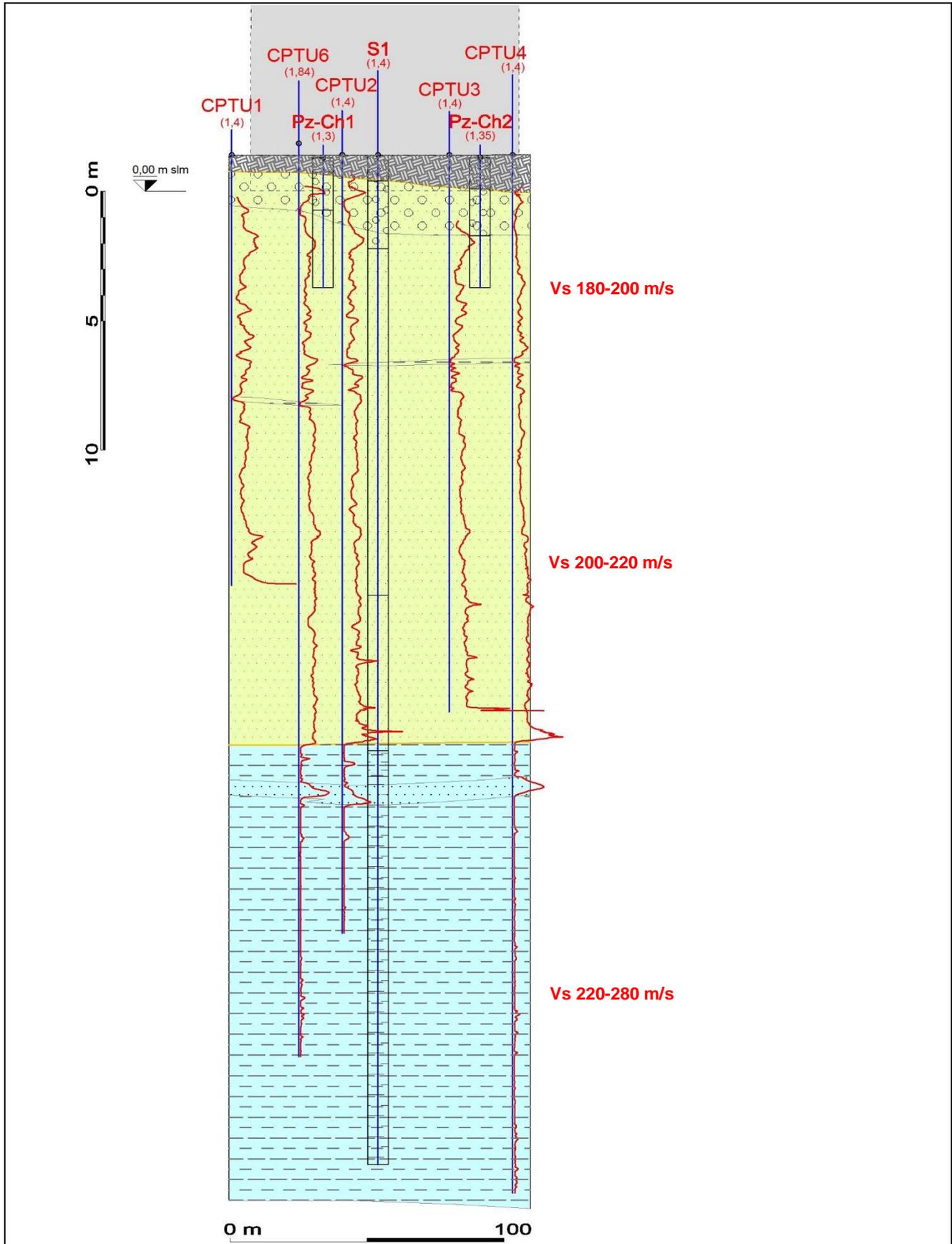


Figura 27 – Sezione geologica di dettaglio in asse all'opera di progetto (scala alterata: 1 lunghezze / 10 altezze)

## 6.4 LA PRESENZA DI GAS NEL SOTTOSUOLO

La presenza di possibili sacche gassose interstiziali in profondità rappresenta un dato significativo strettamente connesso all'assetto stratigrafico dell'area di interesse.

L'intera area deltizia tiberina è caratterizzata dalla presenza localizzata di sacche di gas, costituite principalmente da CO<sub>2</sub> e subordinatamente CH<sub>4</sub> e altre componenti, contenute generalmente in interstrati sabbiosi confinati all'interno degli strati argillosi e pelitici olocenici (*argille limose e limi sabbiosi bioclastici*), o all'interno delle stesse ghiaie di base, normalmente a profondità maggiori di 20-25 m circa da p.c..

Manifestazioni di gas in superficie, oggetto anche di recente attenzione mediatica a scientifica (Ciotoli et al, 2013, Barberi et al. 2007), si sono avute nel corso di indagini o perforazioni geognostiche in mare aperto, poco fuori la costa di Fiumicino, o in aree urbane anche molto prossime al sedime aeroportuale, finanche nel corso di alcune indagini realizzate all'interno del sedime aeroportuale.

La fuoriuscita di gas in pressione, causata dalla perforazione del tetto di copertura degli strati serbatoio, sovente ha mostrato tendenza a un rapido esaurimento; in altri caso è stato invece caratterizzato da pressioni considerevoli e getti di risalita duraturi.

Alcune delle suddette manifestazioni gassose (generalmente più ricche in CH<sub>4</sub>) potrebbero essere di natura organogena, legate all'accumulo di materiale organico nelle antiche aree lagunari retrocostiere, successivamente sepolte. In altre situazioni gli studi specialistici sembrano propendere per un'origine endogena profonda delle emanazioni gassose, eventualmente connesse alle manifestazioni dei Colli Albani e Sabatini, e prodotte da migrazioni dei fluidi interstiziali lungo i principali allineamenti morfostrutturali.

Durante la realizzazione delle indagini di progetto per varie opere aeroportuali (piazzali, si sono avute manifestazioni gassose al termine di alcune indagini. Normalmente le eruzioni gassose, di modesta entità, si sono esaurite nel giro di pochi minuti; sono comunque documentati alcuni casi nei quale le manifestazioni sono stati violente e persistenti.

Durante l'esecuzione delle indagini di progetto dell'edificio EPUA III si sono riscontrate percezioni olfattive di metano già all'interno delle sabbie, oltre i 17 m di profondità (v. sondaggio S1); ma nessuna eruzione gassosa in superficie.

Tutto ciò deve indurre le opportune cautele nella scelta di eventuali fondazioni profonde e nella cantierizzazione delle opere di scavo.

Per quanto riguarda invece la presenza di valori anomali di concentrazioni gassose nel suolo, presso la superficie, si ricorda che la regione Lazio nel 2016 ha emesso la determina G10802, riguardante le direttive da seguire per il rilascio di parere geomorfologico ai sensi dell'art. 89 del DPR 380/2001 in aree ricadenti nel settore meridionale di Fiumicino (zona di Isola Sacra), a Sud del sedime aeroportuale. Secondo tale determina, con riferimento ad una zonazione dell'area di Isola Sacra con differenti concentrazioni di CO<sub>2</sub>, si danno prescrizioni specifiche circa la realizzazione degli edifici, la predisposizione di eventuali piani interrati, e le modalità di esecuzione di indagini geognostiche ed eventuali indagini conoscitive per le concentrazioni di gas endogeni.

## 6.5 PROBLEMATICHE LEGATE ALLA SUBSIDENZA

I fenomeni legati alla subsidenza sono storicamente noti nella piana di Fiumicino, e sono da ricondurre in primo luogo all'evoluzione litostratigrafica e morfodinamica dell'area indagata: il carico indotto da sedimenti alluvionali di evoluzione recente, prevalentemente fine e sovente torbosi, in un contesto deltizio in progressivo accrescimento provoca un accrescimento del cuneo di sedimenti, che sotto il proprio peso tendono a diminuire di spessore. Il fenomeno è ulteriormente amplificato in conseguenza del drenaggio e bonifica, che porta alla variazione dei carichi efficaci e alla consolidazione meccanica dei livelli saturi.

Nell'area aeroportuale l'analisi dei cedimenti osservati è comunque da imputarsi principalmente agli incrementi di carico conseguenti la realizzazione di opere e infrastrutture, trasmessi ai sedimenti compressibili sottostanti.

L'aeroporto di Fiumicino è oggetto di uno studio dedicato alla valutazione delle problematiche della subsidenza, rilevata attraverso l'analisi di dati radar satellitari e il monitoraggio periodico delle infrastrutture di terra (ADR Engineering, 2011, 2014). La validazione dei risultati interferometrici è stata effettuata confrontando

i rilievi satellitari, riferiti ai periodi di osservazione 1992-2000 (sensori ERS), 2003-2009 e 2011 -2014 (sensori RSAT), con i risultati delle livellazioni topografiche di monitoraggio condotte da Aeroporti di Roma nel periodo dal 1998 al 2010, in concomitanza ed a seguito degli interventi di ripristino della via di rullaggio Delta (nei pressi di Pista 3).

Sulla base delle analisi condotte si possono dare le seguenti indicazioni, effettuando una suddivisione per macro aree del territorio occupato dal sedime aeroportuale e aree limitrofe:

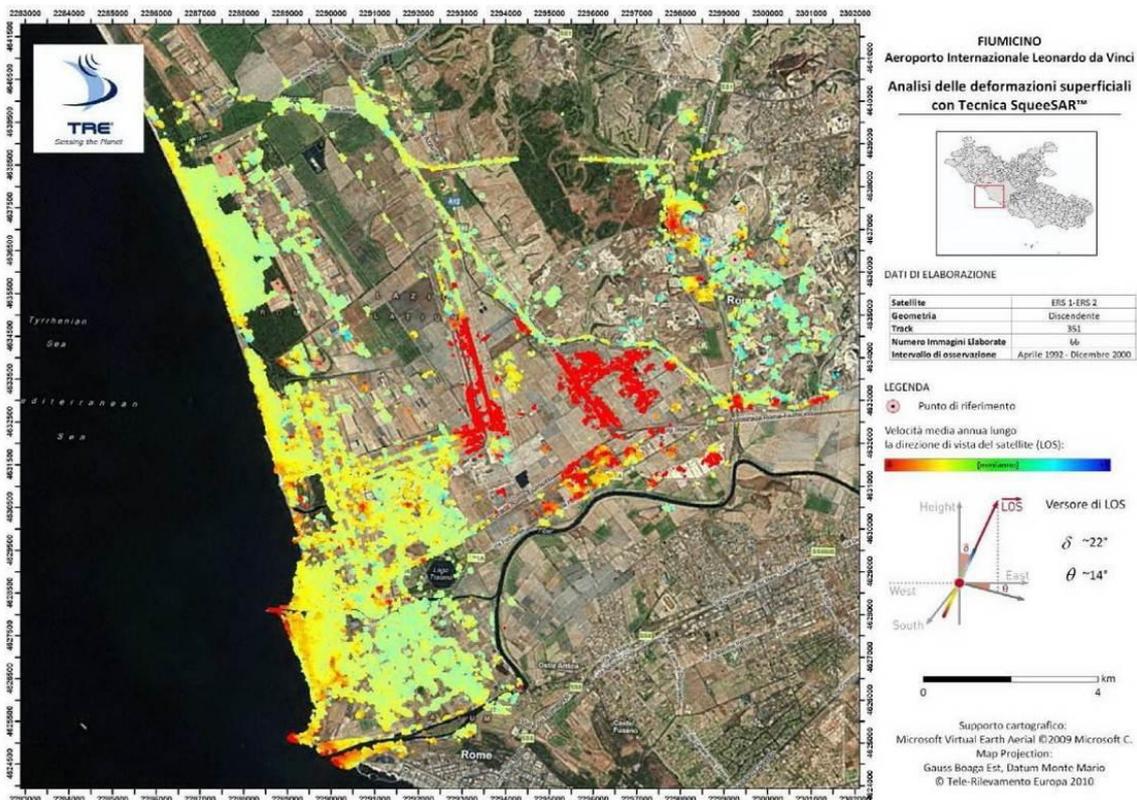


Figura 28 – Analisi satellitari nell’area di Fiumicino, su dati RADARSAT (2003-2009). Velocità medie annue dei punti di misura individuati al suolo; in rosso i cedimenti maggiori; in verde le zone stabili, in blu le eventuali zone di sollevamento (ADR Engineering, 2011).

- Area a Ovest e Nord Ovest dell’aeroporto - Fregene

Risulta generalmente stabile in tutto il periodo di riferimento misurato. Ciò è in accordo con un assetto litostratigrafico che prevede la presenza di corpi sabbiosi di origine dunare e litorale, estesi in profondità fino a 15-20 m.

- Area SW dell’aeroporto e aree prossime alla foce del Tevere

L’area di pertinenza aeroportuale posta a SW è sostanzialmente stabile, per la presenza degli stessi corpi sabbiosi litorali di cui al punto precedente.

Le sole zone prossime alla foce del Tevere, esternamente al sedime aeroportuale, sono interessate da cedimenti con velocità massime di circa 15 mm/anno nel periodo 1999-2000 e circa 20 mm/anno nel periodo 2003-2009; tali fenomeni sono naturalmente indotti dalle caratteristiche litologiche dei depositi deltizi in un contesto molto antropizzato.

- Area S (esterna all’aeroporto) Fiera di Roma

La zona del nuovo polo fieristico presenta velocità di cedimento dell’ordine dei 15mm/anno in corrispondenza delle infrastrutture fieristiche, mentre in corrispondenza del nastro autostradale le velocità medie annue sono anche maggiori (fino a 25mm/anno).

• Area aeroportuale Est: Pista 3 e vie di rullaggio accessorie, Area Cargo e Lunga Sosta

Rappresenta la zona aeroportuale maggiormente interessata dai cedimenti, particolarmente lungo la parte meridionale delle pista 3 16L/34R e vie di rullaggio Charlie e Delta. Le velocità di cedimento massimo riscontrate variano da circa 25 mm/anno nel periodo 1992-2000 a circa 20 mm/anno nel periodo 2003-2009. Nel periodo 2011 – 2014 le velocità massime di cedimento si sono ridotte a circa 10 mm/anno.

Come indicato nel capitolo precedente quest'area corrisponde alle zone in cui le infrastrutture di pista, realizzate su rilevati di altezza maggiore di 2 m, insistono su un substrato particolarmente ricco di sedimenti lacustri lagunari (argille compressibili a tratti torbosi).

Esternamente alle piste, laddove vengono a mancare i carichi applicati di origine antropica, si hanno comunque movimenti verticali, imputabili al peso proprio dei sedimenti e alle sollecitazioni esterne, ma le risposte isostatiche a tali sollecitazioni possono essere molto lente e lunghe nel tempo e non confrontabili con i precedenti cedimenti indotti dai carichi applicati.

E' opportuno sottolineare che il quadro deformativo l'ungo le strutture di pista 3 è tutt'altro che omogeneo, in quanto risente fortemente delle variazioni stratigrafiche, superficiali e profonde, presenti nell'area. Di seguito è riportata una sezione diretta secondo l'asse Nord Sud di pista 3, che evidenzia in maniera significativa l'entità dei cedimenti cumulati nel tempo nelle diverse aree.

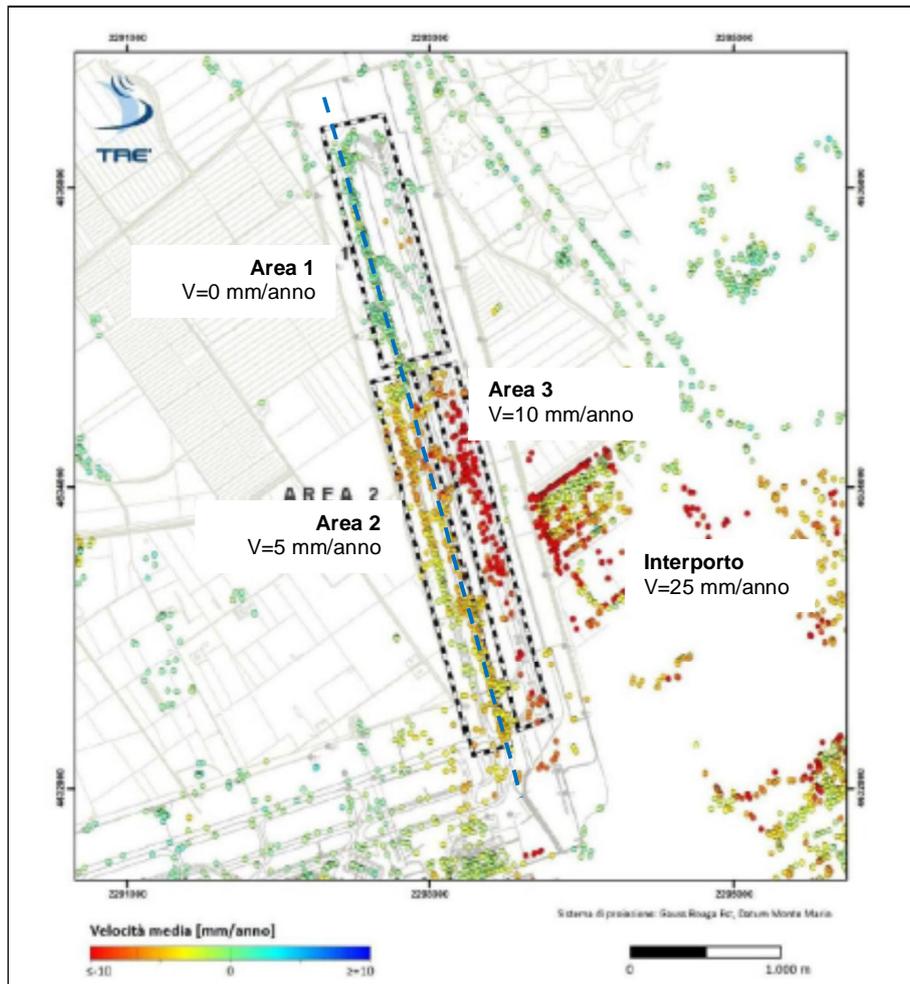


Figura 29 – Distribuzione dei cedimenti differenziali nelle zone prossime a Pista 3 e aree immediatamente limitrofe (Area interporto). Dati aggiornati al 2014 (ADR Engineering, 2014). Con linea tratteggiata è indicato l'asse della sezione riportata nella figura successiva.

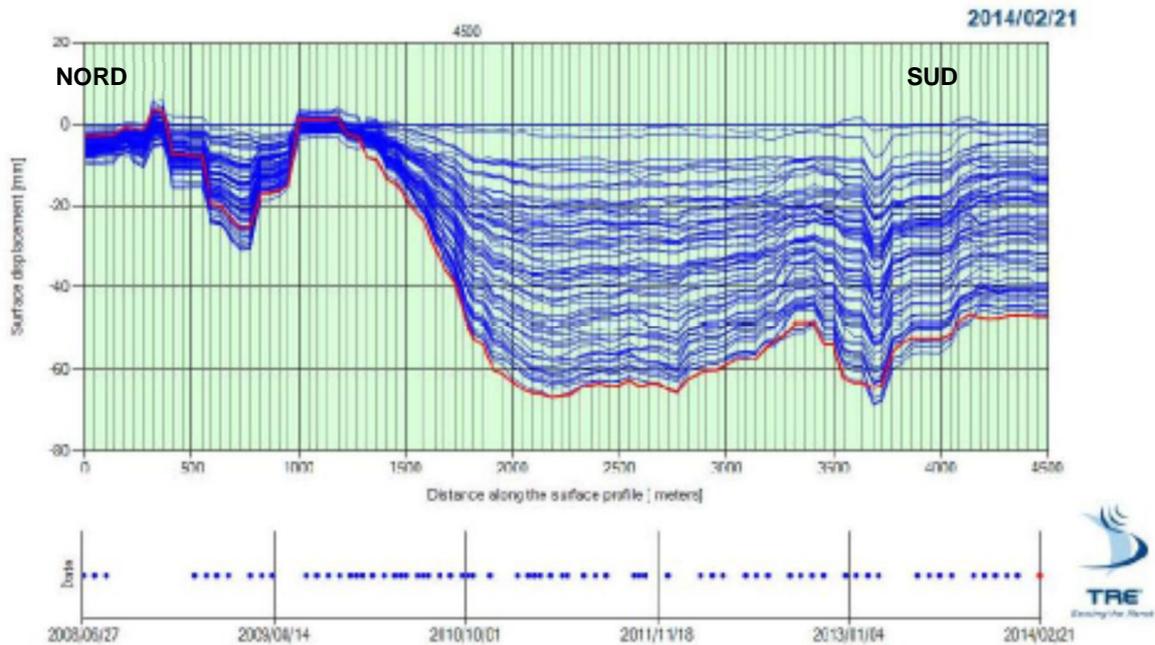


Figura 30 – Distribuzione differenziale dei cedimenti accumulati lungo l'asse di pista 3, ottenuta dall'interpretazione dei dati interferometrici e topografici dal 2008 al 2014 (ADR Engineering, 2014)

- Area Est (esterna all'aeroporto) Piana del Sole – Interporto

A Est del sedime aeroportuale, verso Piana del Sole - Ponte Galeria, si individuano movimenti verticali elevati, fino a 10 mm/anno, in corrispondenza dei principali centri urbani e vie di comunicazione accessorie. La zona dell'interporto, realizzato recentemente immediatamente ad Est delle aree di pista 3, è caratterizzato da cedimenti massimi dell'ordine di 25 mm/anno.

Nell'ambito della progettazione del nuovo edificio EPUA III gli effetti della subsidenza sono molto limitati, considerando che lo sviluppo dell'opera avviene interamente nel dominio delle sabbie costiere.

## 7 IDROGEOLOGIA

### 7.1 IDROGEOLOGIA GENERALE

Il basamento argilloso plio-pleistocenico costituisce il substrato impermeabile del complesso sistema di circolazione idrica sotterranea all'interno dei depositi del Delta del Tevere (Mazza et al., 2013).

Nei settori pedecollinari retrostanti la piana deltizia (Ponte Galeria, sul fianco destro del Tevere, Acilia, sul fianco sinistro) la falda principale si colloca all'interno delle ghiaie e sabbie della formazione di Ponte Galeria, che sovrastano il basamento costituito dalle argille limose plio-pleistoceniche. L'acquifero presenta una permeabilità elevata e uno spessore di 8-10 m; esso risulta confinato verticalmente dai terreni limosi afferenti alle facies più fini della formazione di Ponte Galeria e delle successive formazioni medio - pleistoceniche.

Procedendo verso Ovest, laddove si incontrano facies fluviali sabbiose da fini a grossolane, anche con lenti di ghiaia, la falda principale prosegue con continuità verticale e laterale, con una permeabilità variabile. Dove invece sono presenti facies pelitiche alluvionali e di laguna costiera, con torbe e sabbie fini, la falda risulta confinata nelle formazioni permeabili pleistoceniche più profonde.

Verso la costa l'acquifero principale, ospitato dal complesso delle sabbie e ghiaie pleistoceniche, rimane confinato a profondità di circa 40 m (o maggiore, fino a 60 m e oltre, presso il corso attuale del Tevere), ed è ricaricato lateralmente dalle acque provenienti dalle alluvioni del Tevere e dalla formazione ghiaioso - sabbiosa di Ponte Galeria. Al di sopra si riconosce un livello a permeabilità molto bassa, dello spessore di circa 20-40 metri, costituito dalle peliti lagunari e/o marine in facies di piattaforma che svolgono la funzione di acquitardo.

In area costiera litoranea, superiormente è presente un corpo superficiale a falda libera, costituito dal complesso delle sabbie dunari e di barriera costiera, con uno spessore indicativo di 15-20 metri, caratterizzato da una permeabilità da media a medio - bassa, con ricarica prevalentemente zenitale (Mazza et al., 2013).

### 7.2 IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

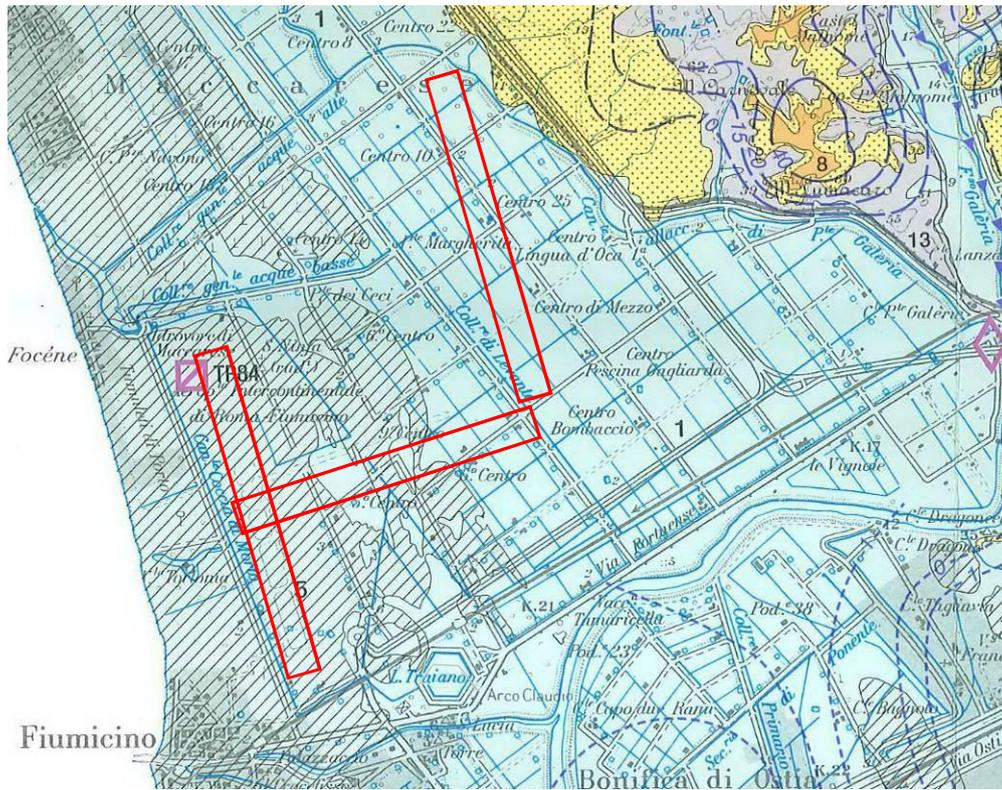
#### 7.2.1 Complessi idrogeologici

Nell'area di stretta pertinenza progettuale, sulla base della successione stratigrafica generale e discussa nel capitolo precedente, si possono identificare due complessi idrogeologici, sovrapposti verticalmente, descritti di seguito e denominati secondo l'accezione della Carta Idrogeologica regionale (Capelli et al., 2012):

- Complesso delle sabbie dunari e costiere: è costituito dai depositi sabbiosi presenti poco sotto la superficie del terreno fino a profondità di 23-24 m da p.c. Il complesso è caratterizzato da permeabilità medio-bassa o media. Le prove di permeabilità in foro condotte nel corso di varie perforazioni geognostiche, limitate alla porzione più superficiale dei depositi, indicano valori di  $k$  prossimi mediamente a  $10^{-5}$  m/s-

Viceversa, prove di emungimento (a gradini e/o di lunga durata) eseguite in alcuni pozzi di sondaggio e piezometri di controllo limitrofi, hanno indicato classi di permeabilità sull'ordine di  $10^{-4}$  m/s, che rappresenta un valore più in linea con i valori di conducibilità attesi per questa tipologia di depositi.

Area / Cantiere	Pozzo	Permeabilità (m/s)
Molo C (2008)	Pozzo M4	$3 \cdot 10^{-4}$
Hub Est (2013)	Pozzo 1	$4 \cdot 10^{-4}$
Hub Est (2013)	Pozzo 2	$3 \cdot 10^{-4}$
Business Center (2018)	Pozzo SA	$2 \cdot 10^{-4}$



- 1** COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - *potenzialità acquifera da bassa a medio alta*  
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.
- 5** COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - *potenzialità acquifera medio alta*  
Sabbie dunari, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune deltizie (PLEISTOCENE - OLOCENE). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.
- 6** COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LACUSTRI - *potenzialità acquifera bassa*  
Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra con locali intercalazioni ghiaiose e/o travertinose (PLEISTOCENE - OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La prevalente componente argillosa di questo complesso impedisce una circolazione idrica sotterranea significativa; la presenza di ghiaie, sabbie e travertini può dare origine a limitate falde locali. Il complesso può assumere il ruolo di acquiclud confinando la circolazione idrica sotterranea degli acquiferi carbonatici (Piana Pontina e di Cassino).
- 8** COMPLESSO DELLE POZZOLANE - *potenzialità acquifera media*  
Depositi da colata piroclastica, genericamente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti e tufi (PLEISTOCENE). Spessore da pochi metri ad un migliaio di metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali.
- 10** COMPLESSO DEI DEPOSITI CLASTICI ETEROGENEI - *potenzialità acquifera bassa*  
Depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso - argillosi a luoghi cementati in facies marina e di transizione, terrazzati lungo costa, sabbie e conglomerati fluviali di ambiente deltizio (PLIOCENE - OLOCENE). Spessore variabile fino a un centinaio di metri. Il complesso non presenta una circolazione idrica sotterranea significativa. Ove sono prevalenti facies conglomeratiche di elevata estensione e potenza si ha la presenza di falde di interesse locale.
- 13** COMPLESSO DELLE ARGILLE - *potenzialità acquifera bassissima*  
Argille con locali intercalazioni marnose, sabbiose e ghiaiose (PLIOCENE - PLEISTOCENE), argille con gessi (MIOCENE); spessore variabile da decine a centinaia di metri. La prevalente matrice argillosa di questo complesso definisce i limiti di circolazione idrica sotterranea sostenendo gli acquiferi superficiali e confinando quelli profondi. Laddove affiorano i termini ghiaioso-sabbiosi è presente una circolazione idrica di importanza locale (Bacino del Farfa).

Figura 31 - Carta idrogeologica dell'area del delta del Tevere (estratto da Capelli et al., 2012). In sovrapposizione sono riportate le piste aeroportuali

Il complesso costituisce un acquifero sede di circolazione idrica significativa, con falde continue ed estese, generalmente freatiche, e alta capacità di ricarica. Talvolta la produttività può risultare ridotta, laddove le sabbie si presentano più fini o con significativa componente accessoria limosa.

- **Complesso dei depositi fluvio palustri e lacustri olocenici:** comprende la vasta porzione dei depositi palustri - costieri presenti in profondità, sotto i depositi sabbiosi descritti precedentemente. Trattandosi essenzialmente di sedimenti limoso argillosi costituiscono un complesso caratterizzato generalmente da bassa e bassissima permeabilità, con circolazione idrica fortemente limitata o assente (acquiclud).

In realtà, all'interno di tali depositi si individuano localmente intercalazioni e lenti di depositi granulari, prevalentemente sabbiosi e sabbiosi limosi, di spessore da decimetrico a metrico. Tali livelli presentano

una trasmissività variabile da bassa a media, e possono dare origine a limitate falde locali confinate, laddove si riscontri una sufficiente continuità laterale degli stessi, più probabile in prossimità della fascia litoranea posta sul margine Ovest dell'aeroporto.

In tale contesto l'intero Complesso andrebbe quindi suddiviso in due sottounità, contraddistinte da proprietà idrauliche sensibilmente differenti.

In aggiunta ai complessi suddetti occorre considerare a parte il complesso dei depositi fluvio palustri di base, di scarsa o nulla rilevanza ai fini progettuali. E' costituito dai depositi granulari ghiaioso sabbiosi, presenti alla base della trasgressione olocenica; e limitati inferiormente dalla presenza delle argille marine plioceniche. Nell'area di interesse progettuale dovrebbero individuarsi a partire da profondità circa 65-70 m da p.c., e presentano una potenza di alcuni m. Costituiscono un acquifero caratterizzato da discreta produttività, favorita dall'alimentazione sotterranea proveniente dai rilievi collinari retrostanti.

### 7.2.2 Reticolo idrografico e rete scolante

Il Tevere sfocia in mare attraverso due aste fluviali, che si diramano in località Capo due Rami, a circa 5 km dalla linea di costa. Il ramo principale è quello di Fiumara Grande, posto più a Sud. L'altro ramo è il Canale di Fiumicino che raggiunge il mare poco più a Nord del primo con una foce armata; esso rappresenta la prosecuzione del canale artificiale scavato in epoca imperiale per il collegamento a mare dei porti degli imperatori Claudio e Traiano, i cui resti sono ubicati in prossimità del lago di Traiano, specchio d'acqua naturalistico perimetrato a forma esagonale, prospiciente l'area aeroportuale.

La piana alluvionale retrostante Capo due Rami è interamente bonificata, così come tutta la zona posta a Nord del canale di Fiumicino e comprendente l'area aeroportuale, fino alla piana di Maccarese.

Attualmente l'area è drenata artificialmente, e tessuta da una fitta rete di collettori collegati ad impianti idrovori allo scopo di evitare l'allagamento delle aree poste al di sotto del livello medio mare. La gestione e la manutenzione delle risorse idriche naturali e artificiali dell'intera piana è affidata al Consorzio di Bonifica Tevere Agro Romano ([www.cbta.it](http://www.cbta.it)), che deriva dalla fusione dei precedenti Consorzi di bonifica dell'Agro Romano, di Ostia e Maccarese e della Media Valle del Tevere.

L'area più prossima al sedime aeroportuale è circoscritta da una serie di canali allacciati e di bonifica, che allontanano le acque meteoriche e di drenaggio provenienti da una rete di collettori minori, parzialmente interrati, il cui schema di circolazione è riportato nella figura seguente.

Il livello e deflusso delle acque sotterranee sono quindi controllati dalla rete scolante e dalle opere di captazione collegati agli impianti idrovori di bonifica, la cui efficienza è fondamentale per il mantenimento delle condizioni di esercizio

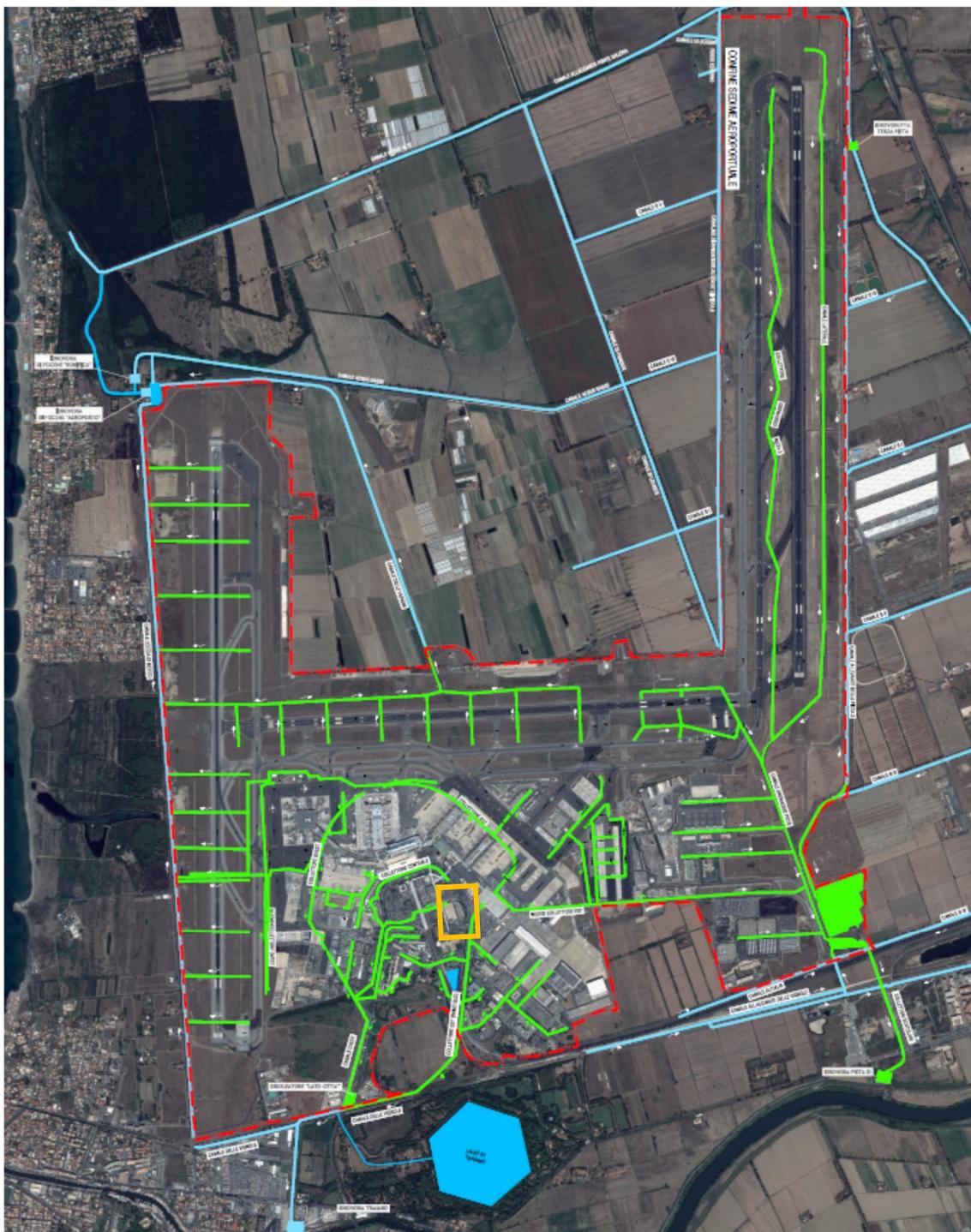


Figura 32 - Schema della rete di drenaggio e rete scolante nell'area aeroportuale. Nel riquadro è indicata l'area di interesse progettuale.

### 7.2.3 Verifica con il Piano di Assetto Idrogeologico

La zona di studio ricade interamente all'interno dell'area di pertinenza del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Tevere: più in particolare nel Piano Stralcio per il Tratto Metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla Foce (PS5), approvato con DPCM del 3/5/2009 e successivi stralci, fino al più recente stralcio 6 del

---

12/2016. Le tavole di piano pertinenti al tratto più prossimo alla foce sono state oggetto di modifiche nel marzo 2012, successivo aggiornamento nel dicembre 2014 e 2016.

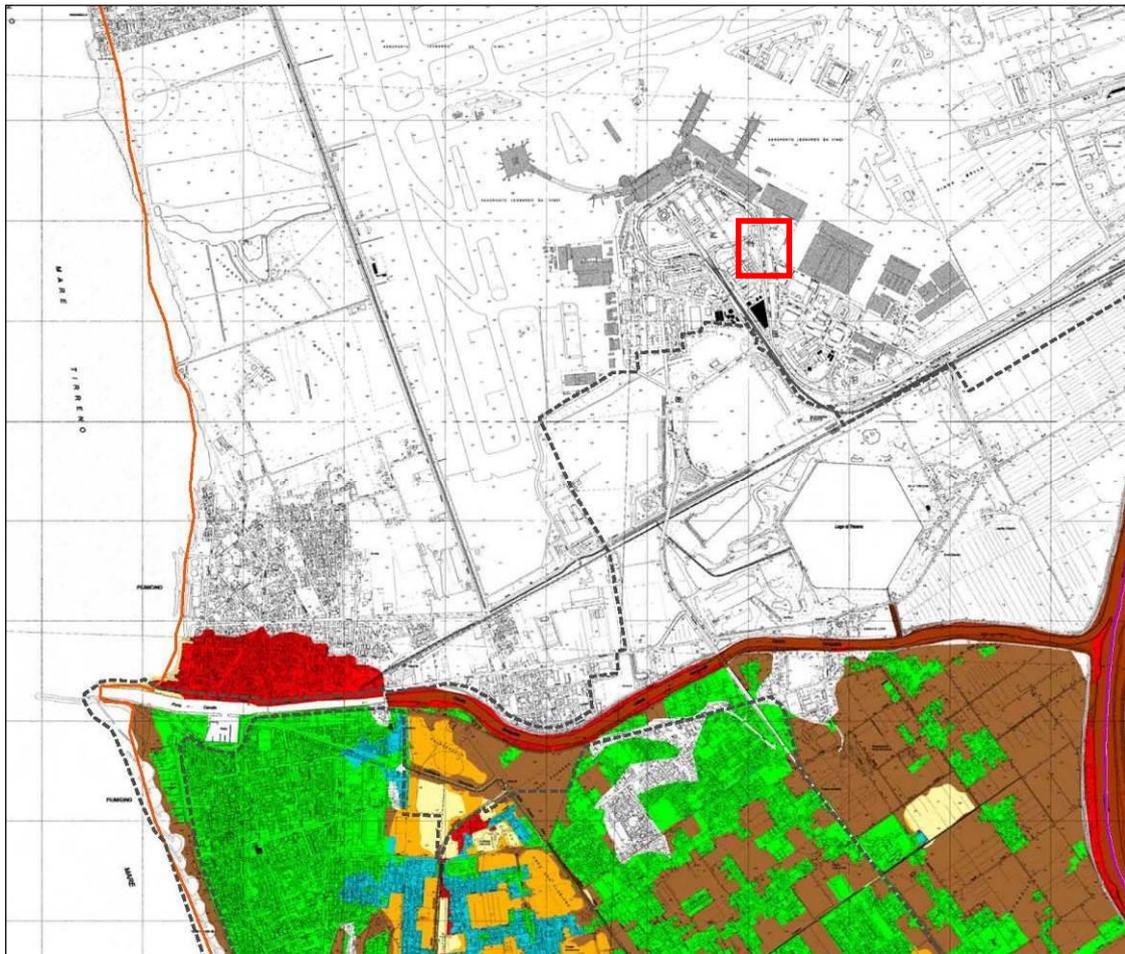
Il PAI del Tevere coinvolge quasi tutto il sedime aeroportuale di Fiumicino; la sola zona posta all'estremità Nord della pista 3 ricade invece all'interno del Piano di Assetto Idrogeologico dei Bacini Regionali del Lazio, approvato con D.Reg. del 04/04/2012, e aggiornato con successivi decreti.

Nell'ambito del PAI sono identificati e descritti i criteri di pericolosità idraulica e di instabilità geomorfologica, finalizzati alla redazione di strumenti di pianificazione per la salvaguardia del territorio. Le indicazioni dei PAI, riconducibili ad entrambe le Autorità di bacino di pertinenza sono state recepite nel corso del presente studio, al fine di permettere la corretta valutazione delle eventuali interferenze e condizioni di rischio potenziale con l'area oggetto di intervento.

Dall'analisi dei dati emerge che l'intero sedime aeroportuale non ricade in zone soggette a pericolosità o rischio idraulico da sovralluvionamento (R2, R3 o R4), sia esso riconducibile al Tevere, o ai corsi d'acqua posti più a Nord e appartenenti ai Bacini Regionali del Lazio.

Va comunque sottolineato che i successivi aggiornamenti del PAI del Tevere hanno portato ad una diversa perimetrazione dell'assetto idraulico nel corso del tempo.

Più in dettaglio, nel Piano Stralcio 6 del 2016 sono state riprodotte tavole (PB) di *perimetrazione delle fasce e rischio idraulico sul reticolo secondario e minore* che, nella zona aeroportuale di Fiumicino, comprendono le reti dei canali di bonifica dell'agro romano. Tale cartografia, pur confermando l'assenza di aree a pericolosità R2, R3 e R4 all'interno del sedime aeroportuale, identifica numerose aree riconducibili alle Fasce A, B e C, caratterizzate da limitazioni circa la realizzazione di interventi sul territorio, in relazione alla loro tipologia e destinazione d'uso; ciò al fine di mantenere inalterate le condizioni di sicurezza idraulica del territorio e della popolazione.



**FASCE FLUVIALI**

-  Fascia AA
-  Fascia A
-  Fascia B
-  Fascia C



Aree soggette ad allagabilità del reticolo principale



Altre aree soggette ad allagabilità del reticolo secondario

**RISCHIO IDRAULICO**

-  Rischio R2
-  Rischio R3
-  Rischio R4

Figura 33 - Cartografia da PAI - AdB Tevere (aggiornamento 2014). - Tavola P5-Cf: Perimetrazione delle fasce fluviali e zone di rischio Idraulico imputabili al corso d'acqua principale. La linea tratteggiata in nero individua il perimetro del corridoio fluviale. Nel riquadro l'area di pertinenza progettuale.

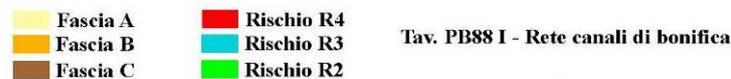
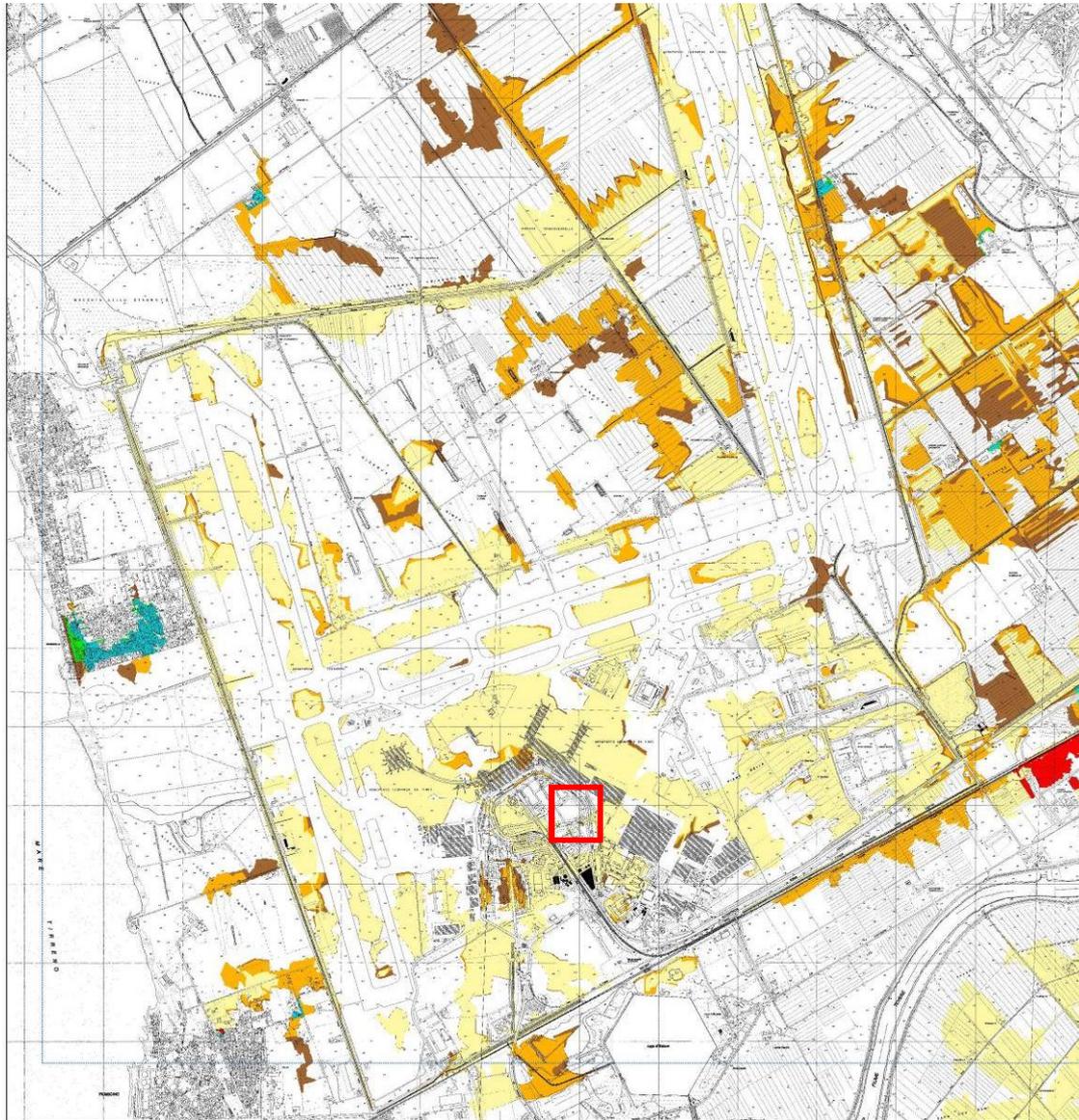


Figura 34 - Cartografia da PAI - AdB Tevere (Piano Stralcio 6, 2016). - Tavola P88B-I: perimetrazione delle fasce e rischio idraulico sul reticolo secondario e minore. Nel riquadro l'area di pertinenza progettuale.

### 7.3 PIEZOMETRIA E FREATIMETRIA

A grande scala, l'andamento piezometrico generale lungo le aree poste in destra al fiume Tevere, dovrebbe defluire verso Ovest, dall'alto piezometrico costituito dai rilievi di Ponte Galeria - Malagrotta verso la piana costiera. In realtà la falda superficiale, in tutta la piana costiera di Maccarese - Fregene presenta un deflusso verso le aree topograficamente depresse nelle quali il livello freatico è ribassato a valori soggiacenza minimi mediate i sistemi idraulici di bonifica.

Capita quindi normalmente che, lungo le fasce costiere, caratterizzate da maggiore trasmissività idraulica, i livelli di saturazione dell'acquifero freatico stazionino sotto il livello del mare, con soggiacenza variabile sia in relazione agli apporti meteorici sia alla regolamentazione imposta dai canali artificiali; mentre nelle zone interne, contraddistinte da sedimenti fini, i livelli di saturazione siano comunemente molto superficiali e con oscillazioni molto ridotte.

Tale situazione interesserebbe anche l'intera area occupata dal sedime aeroportuale, anche se naturalmente la posizione della falda è fortemente condizionata dall'antropizzazione dell'area e dalla presenza della rete scolante.

Nel quadriennio 2014-2018 l'intero sedime aeroportuale è stato oggetto di campagne di monitoraggio freaticometrico e di qualità delle acque sotterranee, eseguiti con frequenza periodica stagionale o semestrale. I monitoraggi hanno interessato complessivamente alcune decine di piezometri, variamente distribuiti nelle diverse aree.

I monitoraggi hanno interessato complessivamente alcune decine di piezometri, variamente distribuiti nelle diverse aree. L'ultimo rilievo risale al primo trimestre 2018.

Nelle figure seguenti sono illustrate graficamente le condizioni di deflusso della falda freatica nelle campagne di monitoraggio di Ottobre-Dicembre 2015 e Gennaio-Marzo 2018.

Come già anticipato all'inizio del capitolo, tendenzialmente il deflusso delle acque sotterranee sarebbe diretto da Est/Sud-Est verso Ovest/Nord-Ovest, per quanto la bonifica e la rete scolante perimetrale condizionino l'andamento delle linee di flusso.

In realtà i dati di monitoraggio hanno mostrato alcune anomalie, rappresentate dai minimi piezometrici presenti in alcune aree specifiche (nuova area di imbarco F, area petrolieri (in via Aeroporto), imputabili a sistemi di drenaggio realizzati per l'esecuzione di bonifiche o opere provvisorie sotto falda nel corso di precedenti lavorazioni specifiche. Tali lavorazioni possono aver indotto una variazione significativa nei riguardi della circolazione idrica delle acque sotterranee, anche in considerazione dell'antropizzazione delle aree limitrofe, per le quali vi è limitato apporto o scambio di acqua meteorica con il sottosuolo.

Dal punto di vista geografico, analizzando i dati di monitoraggio si possono sintetizzare le seguenti considerazioni generali: nei pressi di pista 3 e lungo il margine orientale dell'aeroporto la falda è molto superficiale, quasi a lambire il piano campagna, mentre tende progressivamente ad abbassarsi fino (a circa -2 -3 m da p.c.) procedendo verso la fascia costiera, prossima alla pista 1 e all'asse del Tevere posto a Sud Est. In quote assolute, si osserva una superficie freaticometrica posta costantemente sotto il livello medio mare, passando da 0/-0,5 m s.l.m. presso il margine Est dell'aeroporto, a -1,5/-2 m s.l.m. presso il confine Ovest a ridosso della costa. Le oscillazioni stagionali sono contenute entro 0,5/1,0 m di profondità.

Da sottolineare che nell'area centrale, più prossima alle strutture terminal 1-2, le escursioni stagionali sono quasi totalmente assenti, fatta eccezione per alcuni strumenti singoli. A tale proposito occorre tenere presente che vaste aree dell'aeroporto sono completamente pavimentate, precluse a qualunque scambio idrico con le acque meteoriche di superficie.

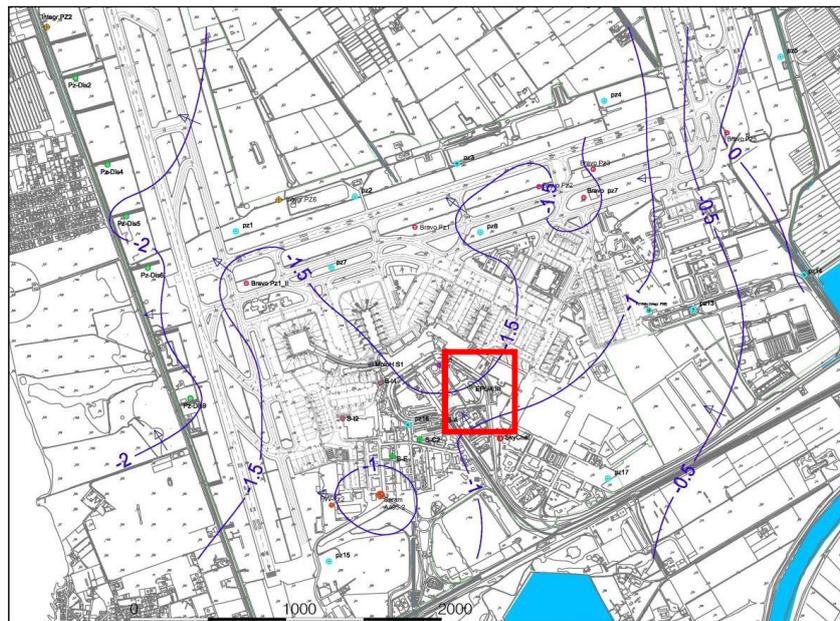
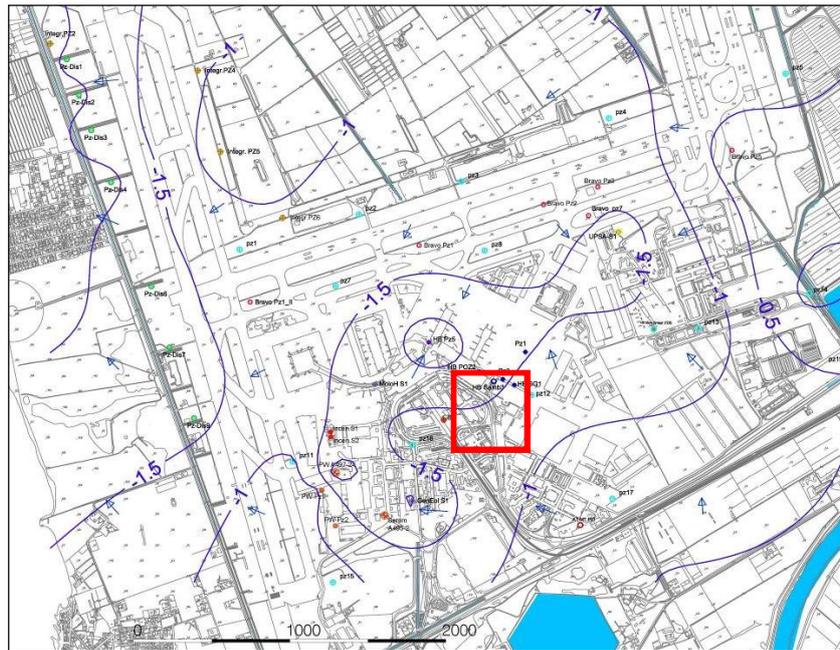


Figura 35 - Rete di monitoraggio piezometrico dell'area aeroportuale di Fiumicino. Restituzione dei dati piezometrici (in m slm) relativi ai periodi Ottobre-Dicembre 2015 e Gennaio-Marzo 2018. E' indicata l'area di interesse progettuale.

#### 7.3.4 Monitoraggio piezometrico nell'area di progetto

In accordo con il piano di monitoraggio descritto nel paragrafo precedente, nei pressi dell'area di studio sono state eseguite misurazioni di falda freatica in più fasi.

Attualmente è installata strumentazione piezometrica nel sondaggio S2 del 2015, attinente al nuovo multipiano F, ubicato circa 200 m più a ovest, e nel piezometro del sistema generale di monitoraggio pz12, ubicato 200 m a Est. I risultati sono riportati nella tabella seguente.

Piez.	Quota boccaforo m slm	Sogg. m pc	Quota m slm						
		11/2015		01/2015		05/2016		02/2017	
S2 - Mult. F	1,59	-2,95	-1,36	-2,35	-0,76	-2,71	-1,12	-2,85	-1,26
pz12	1,49	-2,71	-1,22	-2,82	-1,33	-2,74	-1,25	-2,68	-1,19

Sulla base di tali misurazioni si deduce che la falda freatica è posta mediamente oltre 1 m sotto il livello medio mare; a ciò corrispondono, per l'area di interesse progettuale, a profondità di circa -2,5/-3 m da p.c., con quote assolute poste stabilmente le escursioni stagionali sono contenute in  $\pm 0,5$  m.

#### **7.4 DISTRIBUZIONE DELLA SALINITÀ NELLE ACQUE DEL SOTTOSUOLO**

Nell'ambito del piano di monitoraggio aeroportuale delle acque di falda, di cui si è menzionato nel capitolo precedente, è stato condotto anche un approfondimento circa le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee e superficiali nell'interno sedime aeroportuale, al fine di valutare le possibili interazioni tra falda acquifera e acque superficiali, nonché gli effetti sulla salinità, anche in relazione ai fenomeni di intrusione del cuneo salino che interessa tutta l'area deltizia tiberina.

All'interno dei piezometri di monitoraggio sono state eseguite misure di conducibilità, temperatura e Ph, sia poco sotto la superficie freatica, sia più in profondità, attraverso log verticali per ogni m di profondità, fino a fondo foro.

E' stato quindi possibile ricostruire l'andamento areale della conducibilità del pelo libero delle acque di falda dell'intero aeroporto, nonché individuare le stratificazioni termoline lungo le verticali di interesse.

La figura seguente sintetizza l'andamento areale della conducibilità del pelo libero delle acque di falda per il trimestre Gennaio - Marzo 2018.

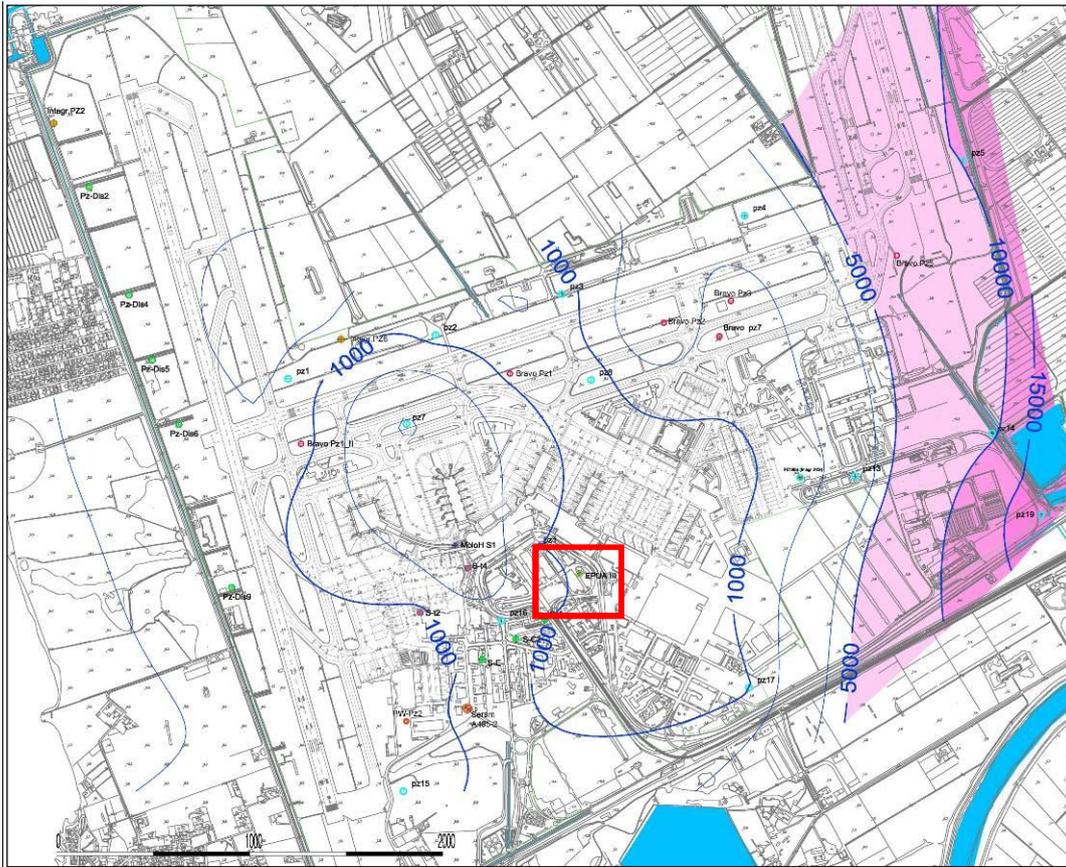


Figura 36 - Carta della conducibilità presso la superficie libera delle acque di falda (nS/cm) (Gennaio - Marzo 2018). Sovrapposizione dell'area di intervento.

Dall'analisi dei risultati si possono trarre le seguenti considerazioni:

- acque sostanzialmente dolci, o con conducibilità generalmente limitata (laddove il limite di potabilità è pari mediamente a 2.500 nS/cm / 20°C), sono presenti lungo buona parte del sedime aeroportuale, coincidente con il dominio acquifero di tipo sabbioso, permeabile, posto nella parte centrale e costiera dell'area di studio;
- nel settore Est del sedime aeroportuale (tra le piste 2 e 3, pista 3 e area Sud Est), laddove sono presenti già in superficie le formazioni fini e impermeabili, la conducibilità raggiunge valori medi (in superficie) che oscillano tra 10-15.000 e oltre 40.000 nS/cm. Ciò è dovuto essenzialmente all'elevata concentrazione salina residuale dei terreni presenti in quelle aree, già sede in passato di antiche paludi salmastre o salate (le antiche saline romane).

Come già riscontrato per la piezometria, durante alcune campagne di monitoraggio, in alcune specifiche aree aeroportuali, si sono evidenziate anomalie riconducibili all'impatto prodotto da emungimenti localizzati, riconducibili per esempio ad opere provvisorie o specifiche indagini geotecniche. Ciò ha prodotto sensibili variazioni locali e temporali dei valori di conducibilità, sia in superficie che in profondità. In particolare si sono individuate anomalie resistive presso alcune verticali piezometriche, con valori di conducibilità anche superiori a 10.000 nS/cm già a profondità molto ridotte.

Per quanto riguarda le variazioni di conducibilità delle acque di falda con il crescere della profondità, nel dominio appartenente ai terreni sabbiosi, più pertinente all'opera di progetto, il passaggio in profondità ad acque più salate e salmastre avviene normalmente tra -6 e -10 m s.l.m. (fatta eccezione per le situazioni anomale descritte poc'anzi).

---

## 8 CONCLUSIONI CIRCA LA FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

Le opere di progetto descritte nel presente lavoro sono da considerarsi pienamente fattibili nei riguardi della vulnerabilità sismica e geologica dei sottostanti terreni di fondazione.

L'area di progetto giace su terreni spiccatamente sabbiosi, per i quali non si hanno significative evidenze di subsidenza potenziale.

Come già descritto nel capitolo corrispondente, le alluvioni fini oloceniche poste a profondità maggiore di 23 m da p.c. possono essere sede di sacche di gas, contenute preferibilmente negli interstrati granulari. Laddove intercettati tali gas possono giungere in superficie con manifestazioni talvolta violente e persistenti.

In ogni caso, considerando che le fondazioni di progetto non oltrepasseranno il letto della formazione sabbiosa superficiale, il rischio delle suddette manifestazioni può considerarsi pressochè inesistente.

La falda freatica risulta superficiale, così come in tutta la piana circostante l'intera area aeroportuale.

Il livello e il deflusso delle acque sotterranee sono controllati dalla rete scolante e dalle opere di captazione collegati agli impianti idrovori di bonifica, la cui efficienza è fondamentale per il mantenimento delle condizioni di esercizio.

## 9 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ADR (2013). Sistema di scarico delle acque emunte - All. 1: Caratterizzazione dell'acquifero - Elaborato cartografico 1:5.000: Piano di indagini.
- ADR Engineering (2011). Aeroporto L. Da Vinci: Quadro da Cedimenti da Subsidenza delle Strutture Aeroportuali. Rapporto di elaborazione interferometrica, validazione dei risultati, interpretazione. Studio Geotecnico italiano.
- ADR Engineering (2014). Aeroporto L. Da Vinci Sistema Infrastrutturale di Pista 3. Studio del fenomeno della Subsidenza dell'area SE del sedime. Rapporto di monitoraggio interferometrico. Aggiornamento 06/2011 – 05/2014. Spea Ingegneria Europea.
- Amenduni G. (1884). Sulle opere di bonificazione della plaga litoranea dell'agro romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto, Maccarese e delle terre vallive di Stracciacappa, Baccano, Pantano, Lago dei Tartari. Tip. Eredi Botta, 1884 - Tavola 1. Estratto da Archivio Storico Capitolino (<http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/>)
- APAT (2005). Progetto IFFI. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia. <http://www.ispra.it>
- Autorità di Bacino del Tevere (2012). Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Tevere - Piano Stralcio per il Tratto Metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla Foce (PS5). Relazione di Sintesi- Tav. P5cf\_2: Fasce fluviali e Zone di Rischio.
- Autorità dei Bacini Regionali del Lazio (2012). Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Tav. 2\_11-Nord: Arre sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico.
- Barberi F. Carapezza M.L., Ranaldi M. Tarchini L. (2007). Gas blowout from shallow boreholes at Fiumicino (Rome): induced hazard and evidence of deep CO<sub>2</sub> on the Thyrrhenian margin of Central Italy. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 165, 17-31.
- Bellotti P., Carboni M. G., Milli S., Tortora P. & Valeri P. (1989). La piana deltizia del Fiume Tevere: analisi di facies ed ipotesi evolutiva dall'ultimo low stand glaciale all'attuale. *Giornale di Geologia*, 51,71-91.
- Bellotti P., Caputo C., Ciccacci S., De Rita D., Donati S., Fredi P., Funicello R., La Monica G. B., Landini B., Marra F., Milli S., Parotto M. & Pugliese F. (1997). Fundamentals for a geomorphological overview on Roma and its surroundings. *Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, III (2), 105-121.
- Capelli G, Mastroiello L, Mazza R, Petitta M (2012). Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio, scala 1:250.000. Tav. III
- Capelli G. e Mazza R. (2008). Intrusione salina nel Delta del Fiume Tevere. Evoluzione del fenomeno nei primi anni del terzo millennio. *Memorie descrittive della carta Geologica d'Italia Volume LXXX Parte seconda*, 237-260
- Ciotoli G., Etiope G., Florindo F., Marra F., Ruggiero L., Sauer P.E. (2013). Sudden deep gas eruption nearby Rome's Airport of Fiumicino. *Geophysical Research Letters*. Vol 40, 1-5.
- Comune di Fiumicino (2012). Microzonazione sismica di Livello 1 (Dgr 545/2010). Relazione.
- Giraudi C. (2004): Evoluzione tardo olocenica del Delta del Tevere. *il Quaternario*, 17(212), 2004, 477-492
- Gruppo di Lavoro (1999). Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale. *Ingegneria Sismica*, 16, 1, 5-14
- INGV - DISS Working Group (2010). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>)
- INGV (2004). Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica. Rapporto conclusivo.
- INGV (2015). Database Macrosismico Italiano DBMI15. (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>).
- INGV (2013). ISIDE (Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE. (<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>)
- ISPRA (2011). Progetto ITHACA - Catalogo delle faglie capaci <http://www.isprambiente.gov.it/>

---

Mazza R., Mastrorillo L., Manca F. (2013). Idrogeologia del delta del Tevere. <http://romatevere.hypotheses.org/237>

Milli S., Mancini M., Moscatelli M., Stigliano F., Marini M., Cavinato G.P. (2016). From river to shelf, anatomy of a high-frequency depositional sequence: The Late Pleistocene to Holocene Tiber depositional sequence. *Sedimentology* 63, 1186-1928.

Milli S. (1997) - Depositional setting and high-frequency sequence stratigraphy of the Middle-Upper Pleistocene to Holocene deposits of the Roma Basin. *Geologica Romana* 33, 99-136.

Palombo M.R., Milli S., Carlo R. (2003-2004). Remarks on the Biochronology of the late middle Pleistocene Mammalian Faunal Complexes of the Campagna Romana (Latium, Italy). *Geologica Romana* 37, 135-143.

Santarelli G. (1887). Planimetria generale del delta del Tevere con indicazione dei canali progettati dall'Ing. Canevari. Tavola 2, in " Le bonifiche di Ostia e Maccarese". Estratto da Archivio Storico Capitolino (<http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/>)

SESAME European research project (2005). Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations.