

ENAC

Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

AEROPORTO "LEONARDO DA VINCI" DI FIUMICINO - ROMA
SISTEMA AEROSTAZIONI HUB-EST
OPERE DI COMPLETAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE LAND SIDE
ED AIR SIDE DEL SOTTOSISTEMA AEROSTAZIONI LATO EST
LOTTO 1 - Secondo Stralcio
Strutture - Area di Imbarco A; Avancorpo T1;

COMMITTENTE



DIRETTORE SVILUPPO INFRASTRUTTURE:

POST HOLDER AREA MANUTENZIONECIVILE,IMPIANTI E SISTEMI

POST HOLDER AREA PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE E SISTEMI

POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO FIUMICINO

POST HOLDER TERMINAL

COORDINAMENTO TECNICO PROGETTI:

RESPONSABILE PROCEDIMENTO: PROGRAM MANAGER

- Ing. Giorgio GREGORI

- Ing. Ruggero POLI

- Ing. Paolo CAMBULA

- Ing.. Marco PELLEGRINO

- Sig. Marco SBRENNI

- Ing. Silvia TAURISANO

- Ing. Marco IOVACCHINI

PROGETTAZIONE:



Societa' per l' Engineering di Aeroporti di Roma

SUPERVISIONE

ARCHITETTONICA:

- Arch. Furio GIOVANNONI

PROGRAM MANAGER

TERMINAL E IMPIANTI:

- Ing. Claudio BARBETTA

CAPO PROGETTO

- Arch. Alessandro FERRERI

STRUTTURE:

- Ing. Claudio BARBETTA

RETI E IMPIANTI MECCANICI:

- Ing. Andrea BONCIANI

RETI E IMPIANTI ELETTRICI :

- Ing. Luca TOSO

IMPIANTI BAGAGLI :

- Ing. Antonio CARIGGI

VIABILITA' E PIAZZALI :

- Ing. Michele VITIELLO

ELAB. TECNICO/ECONOMICI:

- Ing. Emanuele MINNUCCI

- Geom. Luigi SERINO

COORDINAMENTO IN MATERIA
DI SICUREZZA (D.Lgs 81/08)

- Arch. Carlo CAROLI

Incarico N° A004808 del 19.07.13

PROGETTO ESECUTIVO

LOTTO 1 - Secondo Stralcio

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

04 _ _ _ _ _

03 _ _ _ _ _

02 _ _ _ _ _

01 _ _ _ _ _

Emissioni:

RIFERIMENTI :

Data : Settembre 2015

Riferimenti ADR

n° commessa
ADR ENGINEERING

Fase

Area
Intervento

settore

Tipo
Elaborato

Numero

Rev

Scala : -

A 0 0 4 8 0 8 A 6 5 2 T P E G E N G E O R E L 0 0 1 -

AEROPORTO “LEONARDO DA VINCI”

ROMA -FIUMICINO

PROGETTO ESECUTIVO

SISTEMA AEROSTAZIONI HUB EST

Lotto 1

RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

REV	DESCRIZIONE	EMESSO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
	Prima emissione	Enrico Maranini	Settembre 2015	Alessandro Ferreri	Settembre 2015	Claudio Barbetta	Settembre 2015

INDICE

PREMESSA	3
1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E OTTEMPERANZE	8
3 INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	11
4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	16
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE	16
4.2 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE	18
4.2.1 <i>Sequenze stratigrafiche dell'area deltizia tiberina</i>	18
4.2.2 <i>Morfologia e stratigrafia olocenica della piana deltizia</i>	22
4.3 LITOSTRATIGRAFIA DELL'AREA AEROPORTUALE E DELLA ZONA DI INTERESSE PROGETTUALE	26
4.4 PROFILO STRATIGRAFICO DELL'AREA DI PROGETTO	32
4.5 LA PRESENZA DI GAS NEL SOTTOSUOLO.....	33
4.6 PROBLEMATICHE LEGATE ALLA SUBSIDENZA	34
5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	41
5.1 ASSETTO IDROGEOLOGICO GENERALE.....	41
5.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE	42
5.2.1 <i>Complessi idrogeologici</i>	44
5.3 VERIFICA CON IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	46
5.4 RETICOLO IDROGRAFICO E RETE SCOLANTE.....	48
5.5 SUPERFICIE PIEZOMETRICA E FREATIMETRIA.....	50
5.5.2 <i>Monitoraggio piezometrico dell'area di progetto</i>	52
6 SISMICITÀ DEL TERRITORIO.....	54
6.1 SISMICITÀ STORICA	54
6.2 PERICOLOSITÀ, CLASSIFICAZIONE E ZONAZIONE SISMICA	54
6.2.1 <i>Pericolosità sismica dell'area di studio</i>	55
6.2.1 <i>Classificazione sismica dell'area di progetto</i>	58
6.2.2 <i>Categoria sismica di sottosuolo e frequenza fondamentale nelle aree di progetto</i>	60
6.2.3 <i>Microzonazione e classi di rischio nell'area di studio</i>	64
7 ASPETTI GEOLOGICI DI INTERESSE PROGETTUALE	68
BIBLIOGRAFIA	70

PREMESSA

La presente relazione riguarda gli aspetti geologico geomorfologici e idrogeologici relativi ai lavori di ampliamento dell'aeroporto di Fiumicino, nelle aree più prossime alla zona aeroportuale denominata HUB EST e comprendente numerose opere di nuova progettazione. Il nuovo complesso Hub Est è suddiviso in più lotti, secondo lo schema seguente:

- lotto 1 - piazzali: riqualifica piazzali aeromobili 300 e vie di rullaggio adiacenti, con realizzazione di nuove 9 torri faro di altezza pari a 35 m.
- lotto 1 - strutture: realizzazione nuovo molo A, ampliamento lato Nord dell'esistente avancorpo T1, realizzazione di nuova passerella di collegamento fra ampliamento T1 e molo A
- lotto 2 - ampliamento lato Ovest dell'avancorpo T1, ristrutturazione delle aree di imbarco C, nodo di connessione ampliamento T1 e area d'imbarco C.

Il presente lavoro riguarda la caratterizzazione specialistica delle opere appartenenti al lotto 1 (piazzali e strutture) ai fini della progettazione esecutiva; nel contempo, per completezza, fornisce una interpretazione geologica complessiva delle aree interessate dall'intero complesso Hub Est (quindi comprensivo anche delle opere appartenenti al Lotto 2).

Le opere appartenenti al lotto 1 sono tutte attigue le une alle altre e si sviluppano in distanze complessive contenute in circa 300 m.

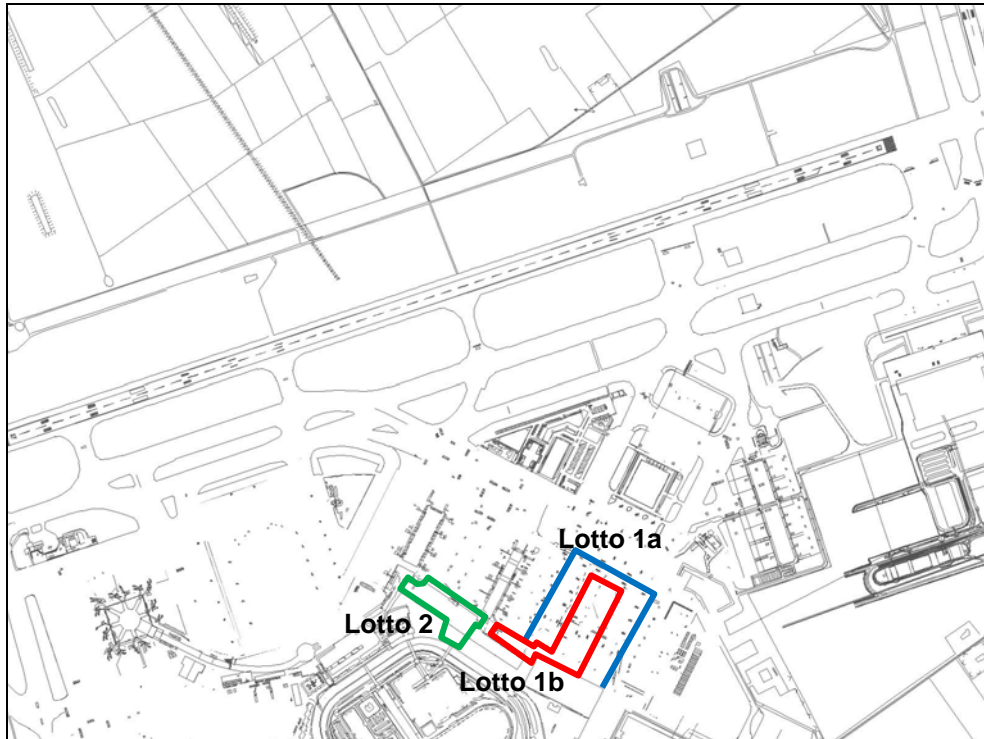
Il lavoro è stato svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici pregressi esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi condotti su ortofoto;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche disponibili e realizzate nell'area di interesse;

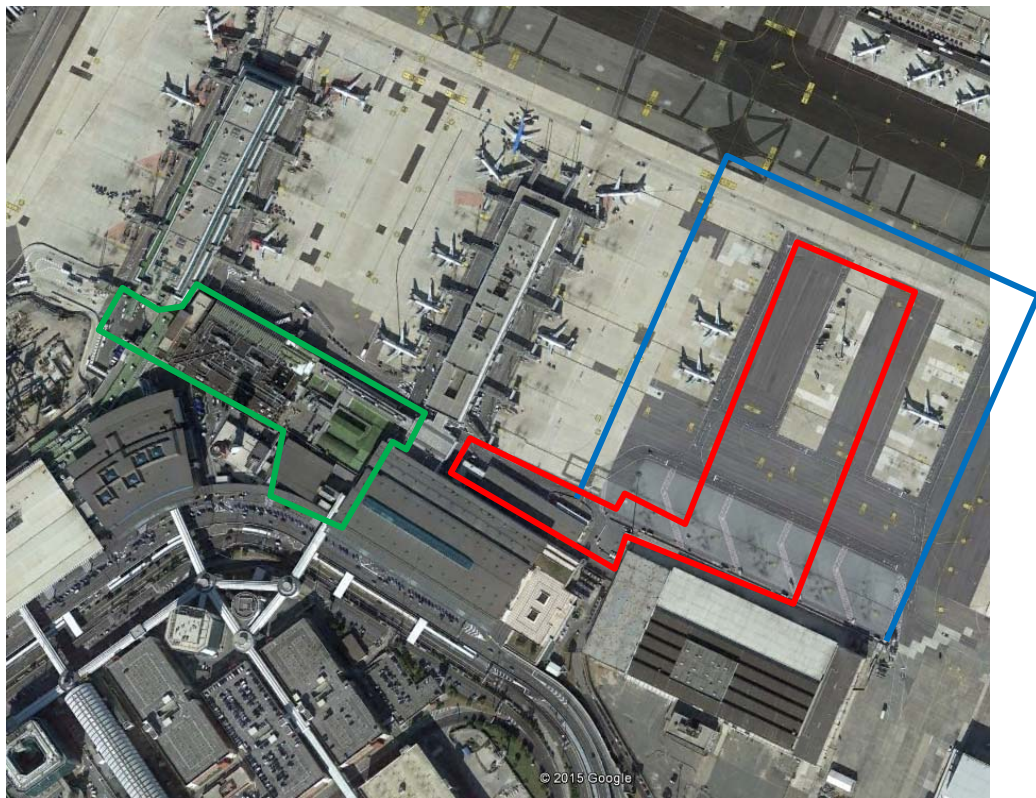
La presente relazione, e gli elaborati cartografici ad essa allegati (planimetria geologica e sezioni geologiche, estese su entrambi i lotti 1a/1b e 2), contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario

naturale in cui si colloca il settore di studio ed affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico e idrogeologico.

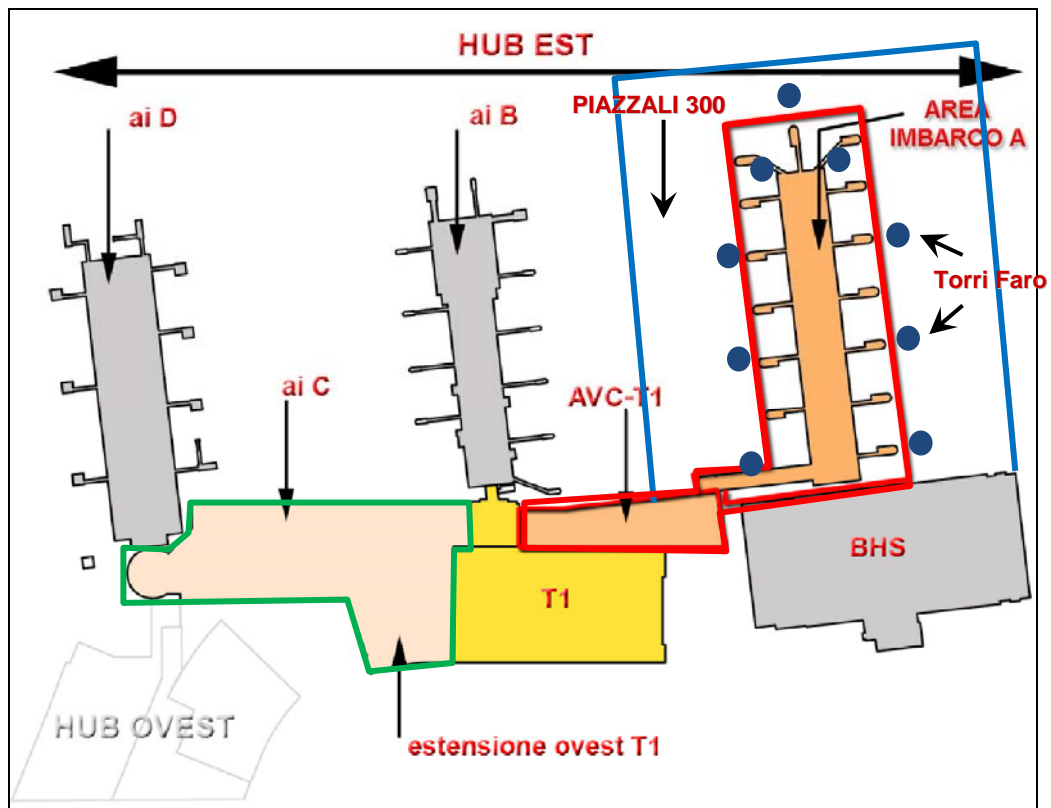
Nei riguardi dell'inquadramento sismico il lavoro identifica la categoria di suolo e la frequenza caratteristica dell'area di studio, coerentemente e contestualmente a quanto riportato negli elaborati geotecnici, a cui si rimanda per la definizione dei parametri caratteristici di calcolo e verifica delle fondazioni.



Cartografia della zona prossima a Fiumicino aeroporto. Nel riquadro sono indicate le aree di intervento riconducibili al nuovo Hub Est, suddivise tra i 3 lotti di progettazione.



Area di intervento Hub Est: impronta dei Lotto1-piazzali (blu), Lotto1-strutture (rosso) e Lotto2 (verde). Stato attuale.



Aree di intervento. Stato futuro.

Raccolta dati e ricerca bibliografica

Per la redazione dello studio è stata utilizzata tutta la documentazione disponibile, sia attraverso pubblicazioni di settore, sia interessando gli Enti e Istituzioni territorialmente competenti.

Al termine della relazione sono riportati i riferimenti bibliografici relativi a tutta la documentazione reperita, utilizzata e citata nel testo, con particolare riguardo al materiale reperito presso le Istituzioni e gli enti di gestione interessati.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E OTTEMPERANZE

Lo studio è stato realizzato nel rispetto e in ottemperanza alla normativa vigente, ed elencata di seguito. In grassetto sono evidenziati i riferimenti normativi maggiormente significativi ai fini della caratterizzazione sismica in ambito locale.

- 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 (2012). **Regolamento regionale n. 2/2012**: Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico.
- 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

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

- In accordo a quanto indicato nelle NTC 2008 e Dgr. 489/2012, e su indicazione del progettista, le opere di progetto ricadono in **classe d'uso III** e **classe II**. In particolare, sono riconducibili alla classe III tutti i corpi in elevazione appartenenti al lotto 1 - strutture e lotto 2, mentre sono in classe II le torri faro da realizzarsi a margine dei piazzali, nell'ambito del lotto 1 - piazzali.

- 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 ($0,1 < a_g < 0,006$);
- 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 smi 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 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**. 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).

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

Nel capitolo 3 sono elencate e descritte le **indagini geognostiche e geofisiche** eseguite ed utilizzate per la caratterizzazione del sito.

Nel capitolo 4 è descritto l'**inquadramento geologico e geomorfologico** dell'area in argomento, in superficie e in profondità, alla luce delle informazioni acquisite e dell'interpretazione dei risultati delle stesse indagini. Per una migliore visualizzazione delle problematiche sono stati prodotti una planimetria geologica e profili geologici in scala di dettaglio.

Nel capitolo 5 è descritto l'**inquadramento idrogeologico** con la definizione della superficie freaticometrica e sue variazioni stagionali.

Nel capitolo 6 è descritto l'inquadramento sismico dell'area, storico e recente, con la definizione della pericolosità sismica della zona e della categoria sismica, e con assegnazione della pertinente fascia di microzonazione.

Nel capitolo 7 sono riportate le conclusioni e le considerazioni specialistiche di interesse progettuale.

La definizione della classe sismica di progetto del sottosuolo e lo Studio di risposta sismica locale, eseguito per la progettazione delle opere in argomento, sono riportati e descritti negli elaborati geotecnici di progetto.

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la redazione del progetto sono state utilizzati i risultati di una campagna di indagini geognostiche dedicata, realizzata nel periodo ottobre - novembre 2013, e suddivisa tra i due lotti 1 e 2 (campagna Geostudi).

L'ubicazione georeferenziata delle indagini è riportata nella plano-profilo geologico allegato alla presente relazione. I certificati relativi alle risultanze delle indagini sono riportati in elaborati a parte allegati al progetto.

Si sottolinea che l'ubicazione delle indagini è stata in parte condizionata dalla necessità di limitare le interferenze con l'operatività aeroportuale, e dalla particolarità delle condizioni di lavoro nelle quali si è potuto operare. In tal senso, non è stato possibile effettuare ulteriori prove Masw, oltre a quelle documentate, lungo i piazzali aeromobili, dato l'elevato spessore di pavimentazioni in calcestruzzo armato che non avrebbe permesso una restituzione ottimale dei risultati.

- Indagini Hub Est lotto 1:

Le indagini in sito eseguite consistono in:

- n. 8 sondaggi geotecnici a carotaggio spinti a profondità variabili da 20 a 75 m da p.c., a cui si aggiungono n.5 sondaggi ambientali di prof. < 8 m;
- n.8 prove CPTU spinte a 21 - 63 m da p.c., di cui 3 con sismocono (con valutazione delle Vs con la profondità);
- n.3 prove Down Hole eseguite contestualmente alle 3 prove CPT con sismocono, a profondità variabili da 40 a 63 m da p.c.;
- n.6 stese geofisiche Masw, ognuna della lunghezza di 48 m con 24 geofoni
- n.7 misure di rumore sismico ambientale con tomografia (comuni a entrambi i lotti 1 -2).

Indagine	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
SG1	75.0	1 Pz. t.a. 2" 20m ! Pz. Cas. 75m
POZ1	20.0	1 Pz. t.a. 3" 20m
PZ1	20.0	1 Pz. t.a. 2" 20m
PZ2	20.0	1 Pz. t.a. 2" 20m
DH2	35.0	1 Pz. t.a. 2" 20m
PZ3	20.0	1 Pz. t.a. 2" 20m
DH3	50.0	1 Pz. t.a. 2" 12m
POZ2	20.0	1 Pz. t.a. 3" 20m
SAMB1	7.90	
SAMB2	7.50	
SAMB3	7.50	1 Pz. T.a. 2" 7,5m
SAMB4	7.80	
SAMB5	7.50	
S-CPTU1	63.4	
CPTU2	20.7	
CPTU3	21.4	
CPTU4	50.1	
S-CPTU5	40.2	
CPTU6	40.2	
S-CPTU7	52.3	
CPTU8	40.5	

Indagine	Lunghezza (m)	n. geofoni / spaz. (n / m)
MASW1a	48	24 / 2
MASW1b	48	24 / 2
MASW2a	48	24 / 2
MASW2b	48	24 / 2
MASW3a	48	24 / 2
MASW3b	48	24 / 2

- Indagini Hub Est lotto 2:

Le indagini in sito eseguite consistono in:

- n.4 sondaggi geotecnici a carotaggio spinti a profondità variabili da 20 a 44 m da p.c,
- n.8 prove CPTU di profondità 25 - 35 m, di cui 2 con sismocono;
- n.2 prove Down Hole eseguite contestualmente alle 2 prove CPT con sismocono, a profondità variabili da 35 a 40 m da p.c.;

- , 6 stese geofisiche Masw, ognuna della lunghezza di 48 m con 24 geofoni.

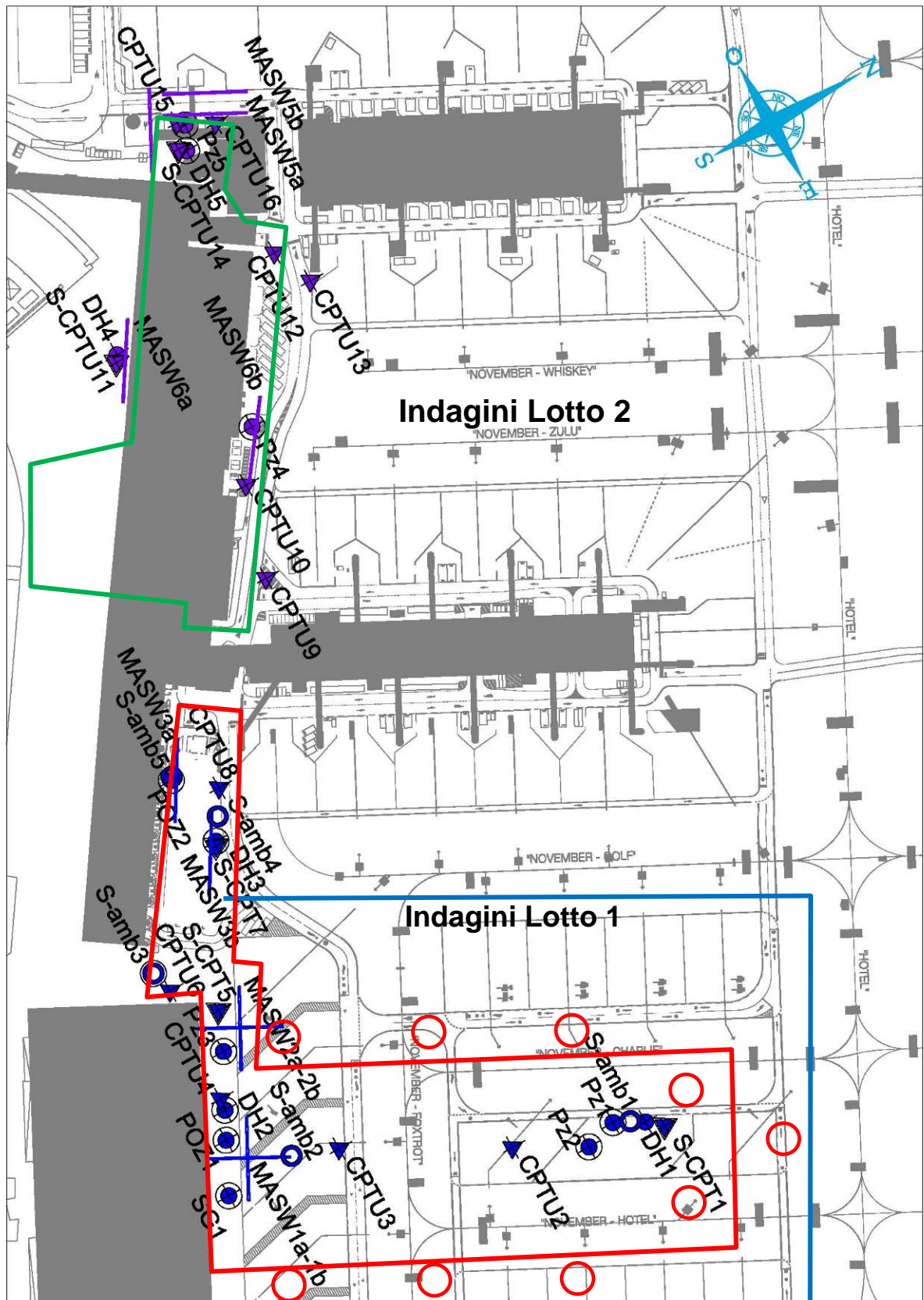
Indagine	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
DH4	43.6	1 Pz. t.a. 2" 20m
PZ4	20.0	1 Pz. t.a. 2"18m
DH5	50.0	-
PZ5	20.0	1 Pz. t.a. 2" 18m
CPTU9	40.2	
CPTU10	45.3	
S_CPTU11	35.3	
CPTU12	40.4	
CPTU13	40.2	
S-CPTU14	40.3	
CPTU15	41.2	
CPTU16	25.5	

Indagine	Lunghezza (m)	n. geofoni / spaz. (n / m)
MASW4a	48	24 / 2
MASW4b	48	24 / 2
MASW5a	48	24 / 2
MASW5b	48	24 / 2
MASW6a	48	24 / 2
MASW6b	48	24 / 2

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati campioni rimaneggiati e indisturbati, e sono state eseguite prove di caratterizzazione meccanica tipo SPT e prove di permeabilità in foro. Alcuni sondaggi sono stati dotati di strumentazione piezometrica; due sondaggi sono stati attrezzati a pozzo, con successive prove di emungimento, di bree e lunga durata (POZ1 e POZ2).

Sui campioni prelevati nei fori di sondaggio è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche, con determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi. Sono state inoltre eseguite prove cicliche finalizzate alla determinazione alle caratteristiche di deformabilità in ambito dinamico. Infine sono stati prelevati campioni ambientali finalizzati all'analisi chimica delle terre ai sensi di DI 152/2006 e DM161/2012.

L'ubicazione e l'identificazione delle indagini è riportata nella cartografia allegata; i dati stratigrafici e tecnici derivanti dalle documentazioni sono allegati alla documentazione di progetto.



Stralcio planimetrico di ubicazione delle indagini di progetto eseguite per il lotto 1 e lotto 2. Con vari colori è riportata l'impronta delle future opere di progetto

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'evoluzione geologica della campagna romana inizia nel pliocene con eventi marini, che hanno ampiamente caratterizzato la fase post-orogena 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.

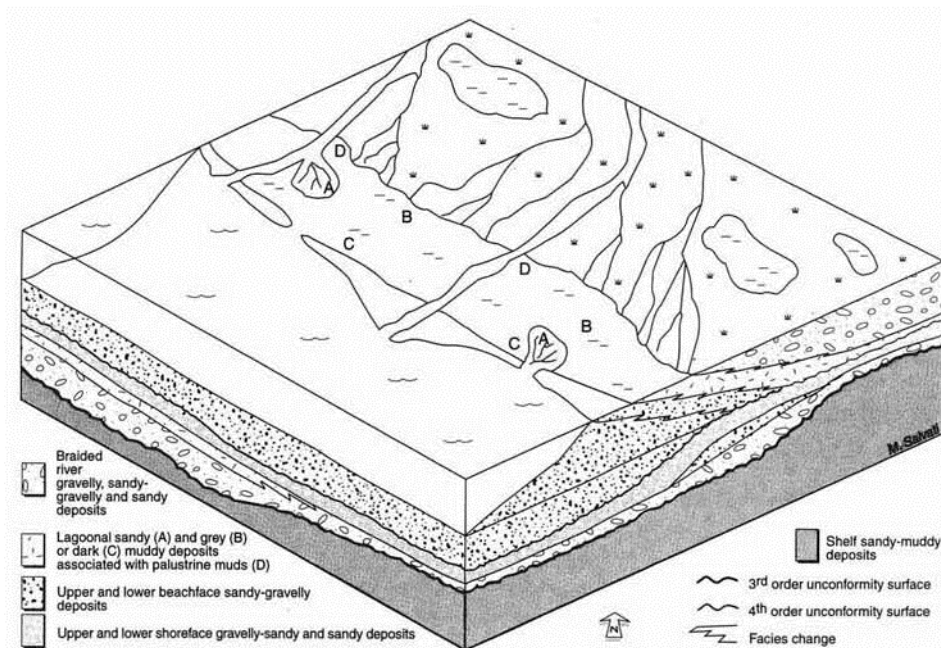
Successivamente, i terreni romani furono soggetti a importanti dislocazioni tettoniche, legate prevalentemente alle fasi distensive interessanti l'area peritirrenica. Tali dislocazioni si manifestarono tramite sistemi di faglie a direzione "appenninica", che ribassarono "a gradinata" i settori verso 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 - Manziate, 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.



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.

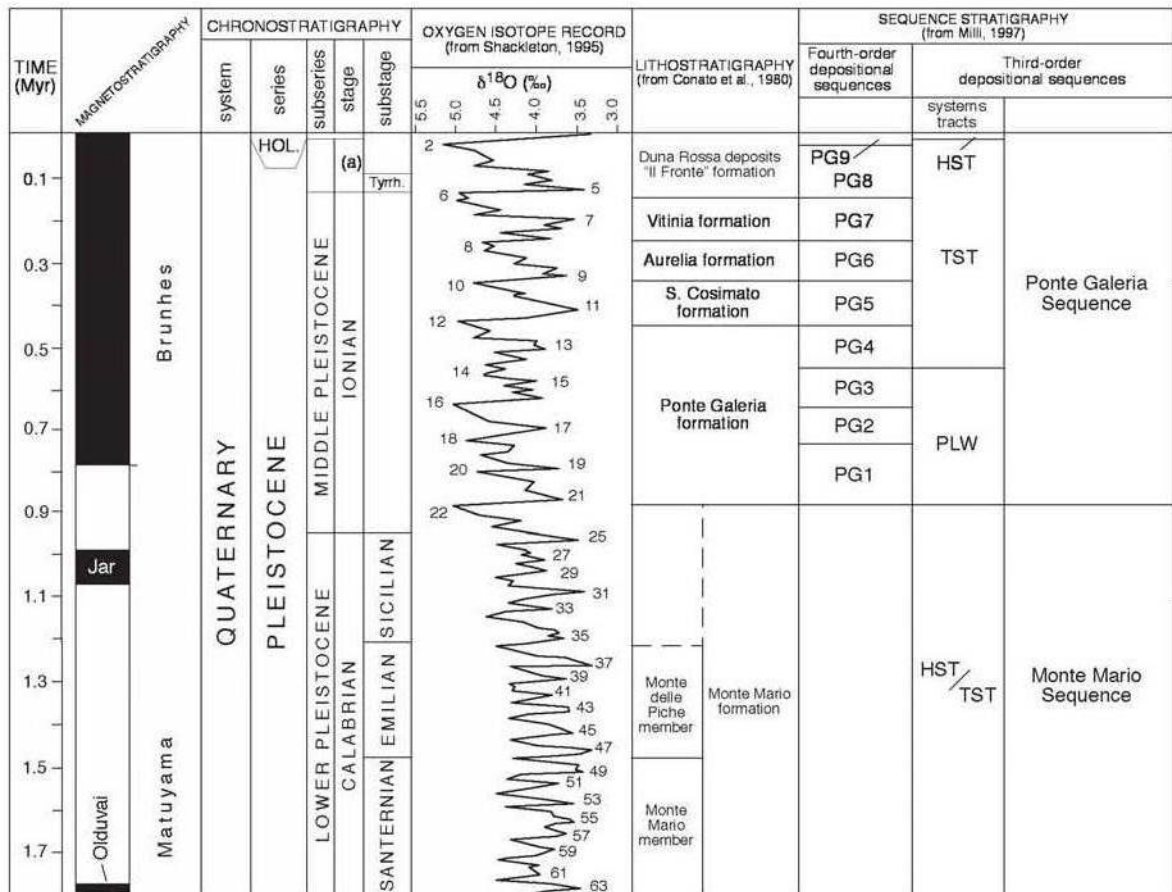
4.2 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE

4.2.1 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 di Ponte Galeria, (Palombo et al 2003, Milli, 1997), e rappresenta un una sequenza deposizionale del III° ordine. Al suo interno si identificano numerose sequenze deposizionali di ordine successivo (PG1 – PG9), di cui l'ultima, in particolare, ha condizionato fortemente l'evoluzione attuale del delta tiberino.

Nel settore deltizio tiberino sono rappresentati sistemi deposizionali fluvio lacustri, di barriera litorale - laguna, e di transizione piattaforma, a 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).

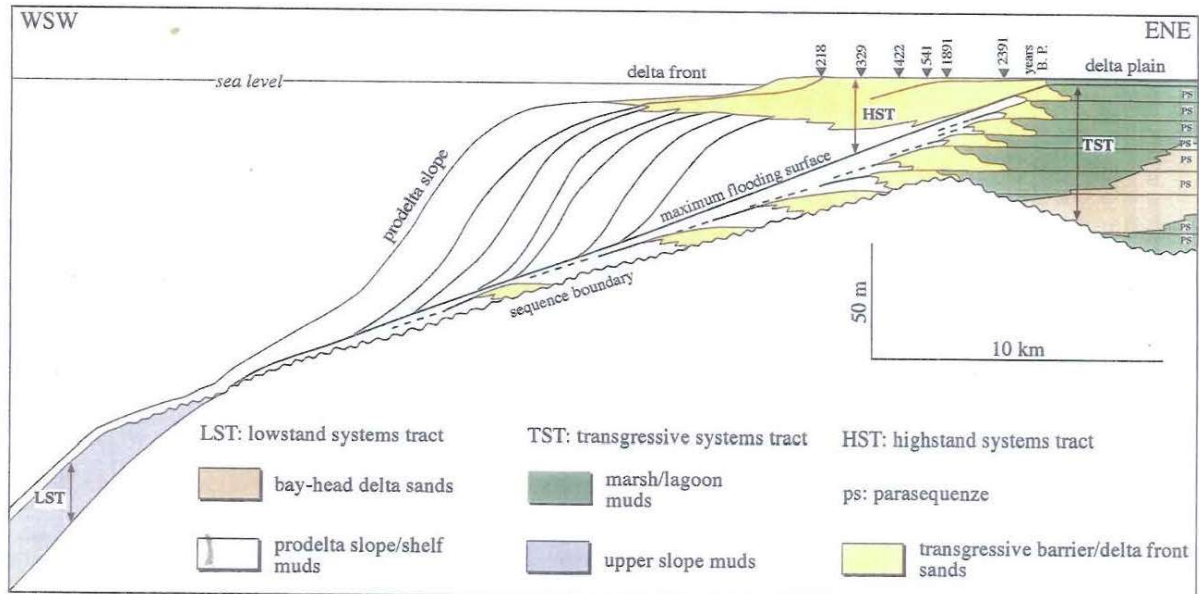


Schema stratigrafico mostrante le correlazioni tra cronostratigrafia, litostratigrafia e sequenze stratigrafiche nel bacino romano pleistocenico (Palombo et al., 2003).

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.

Il delta attuale del Tevere si sviluppa in buona parte nella sequenza PG9 (sequenza deposizionale di quarto ordine), e rappresenta la successione sedimentaria deposta durante l'ultimo ciclo glacio - eustatico lungo il margine continentale tirrenico. 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

tutti e tre i gruppi di system tracks (LST, TST e HLT), riconducibili alla sequenza di Ponte Galeria.



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 marciano le fasi di progradazione storiche del delta del Tevere. (Modificata da Milli, 1997).

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

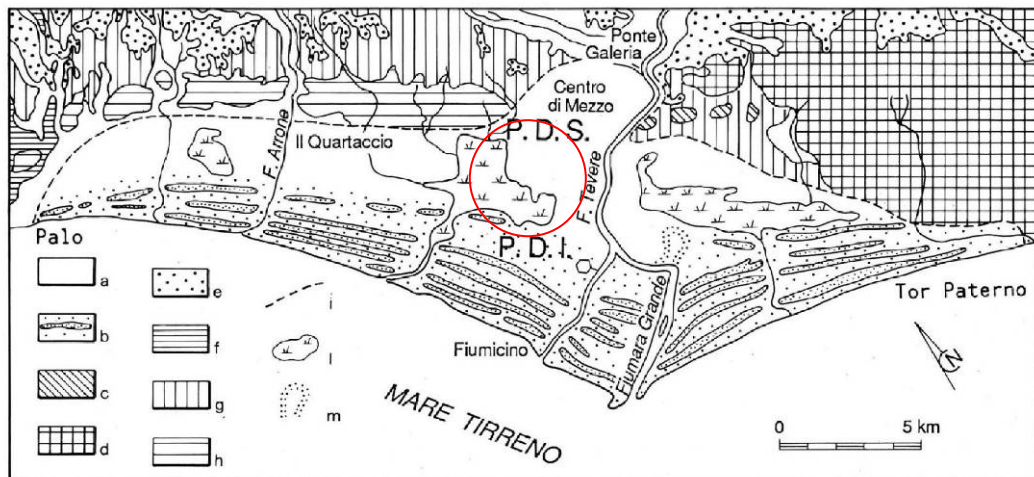
I depositi del LST presentano un'età compresa tra 18.000 e 14.000 anni, sono spessi circa 30 m, sono preservati sull'attuale scarpata e costituiscono l'ultimo set di progradazione del margine continentale; sono caratterizzati da flussi gravitativi alimentati da input fluviali connessi all'apparato deltizio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

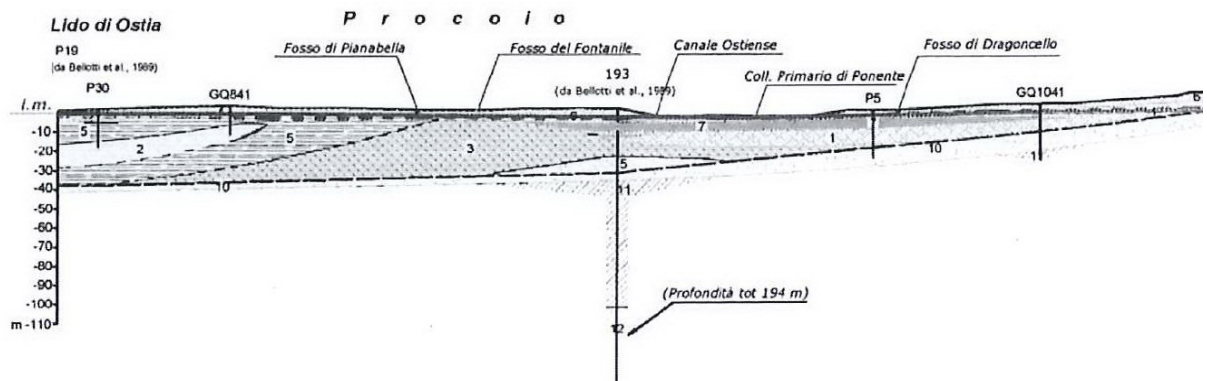
facilita il rapido spostamento verso mare dei diversi ambienti deposizionali. La progradazione del Tevere all'interno della laguna in cui sfociava precedentemente ne determina il riempimento e porta il corso d'acqua a sfociare direttamente in mare a partire da circa 2500 anni fa. Il Tevere inizia così 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.



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.



Ricostruzione geologica perpendicolarmente alla costa nei pressi della foce del Canale di Stagno, poco più a Sud del Lido di Ostia (Capelli e Mazza, 2008, modificato). Il tratto cartografato è lungo circa 6 km.

Legenda: 1) sabbie fluviali grigio giallastre, talora con lenti di ghiaie, spessore fino a 30 m. 2) Peliti sabbiose con livelli bioclastici e vegetali, passanti n basso a silt argillosi con faune marine; potenza variabile, ambiente di transizione - piattaforma. 3) Peliti grigio azzurre con intercalazioni sabbiose fini e torbose; spessore di pochi m, ambiente lagunare costiero. 4) Sabbie giallastre rossastre medio fini, ricche in femici con resti vegetali; potenza 3-4m, ambiente dunare. 5) Sabbie grigie da grossolane a medio fini con femici, con conchiglie marine e resti vegetali; Potenza fino a 10 m, complesso di barriera costiera. 6) Peliti da grigie a giallastre talora con ghiaie fini, concrezioni travertinosi, mat. vulcanico alterato, livelli di torba e resti conchigliari; spessore variabile fino a 7-8 m, ambiente alluvionale s.l.. 7) Torbe, argille organiche nerastre, talvolta sabbia nerastra, con sostanza organica in decomposizione; presente in lenti e strati decimetrici, fino a qualche m. [...] 10) Formazione di Ponte Galeria (Pleistocene inf. medio): ghiaie sabbiose limose, più raramente sabbie da grossolane a fini, o limose; potenza fino a 10 m. 11) Argille e argille limose grigio azzurre, talvolta con intercalazione di limi sabbiosi grigi (Pliocene sup. Pleistocene).

4.2.2 Morfologia e stratigrafia olocenica della piana deltizia

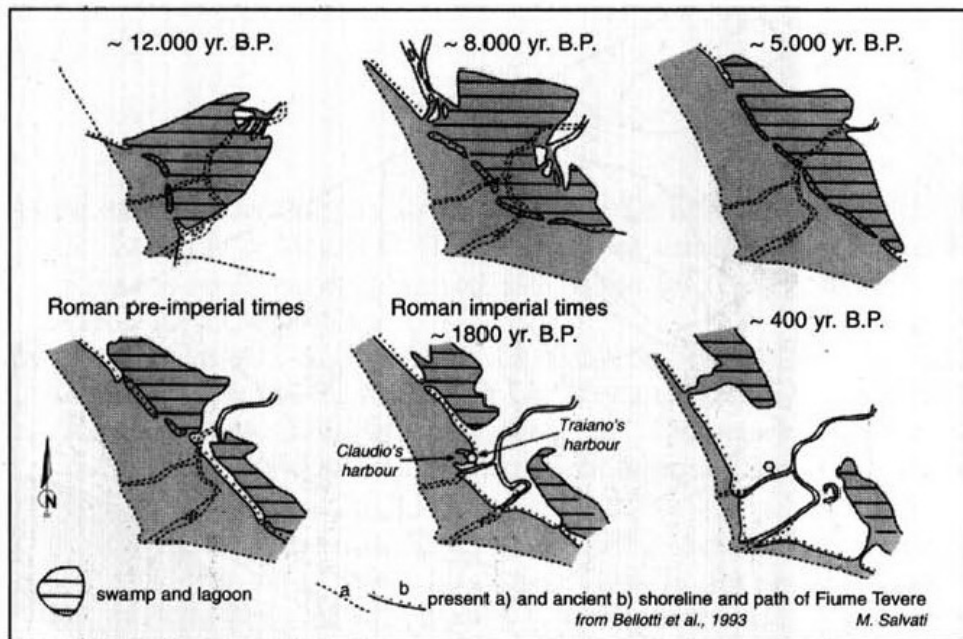
Circa 18 mila anni fa, in corrispondenza del culmine dell'ultima fase del periodo glaciale würmiano, si verificò una forte regressione del livello marino che determinò una grande erosione dei terreni depositi fino ad allora. Si stima che il livello del mare fosse di almeno 120 m al di sotto di quello 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):

- 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.



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.

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.



Cartografia storica del delta del Tevere con indicazione delle zone palustri nella seconda metà del XIX secolo; sono indicati alcuni canali di progetto per la bonifica delle paludi (Santarelli G. 1887 - Estratto da Archivio Storico Capitolino, 2013)

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, 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 cuspidè 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 cuspidè in corrispondenza del ramo principale del Tevere, poco a Ovest di Ostia antica, e una seconda cuspidè, 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. È 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 delineano 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.

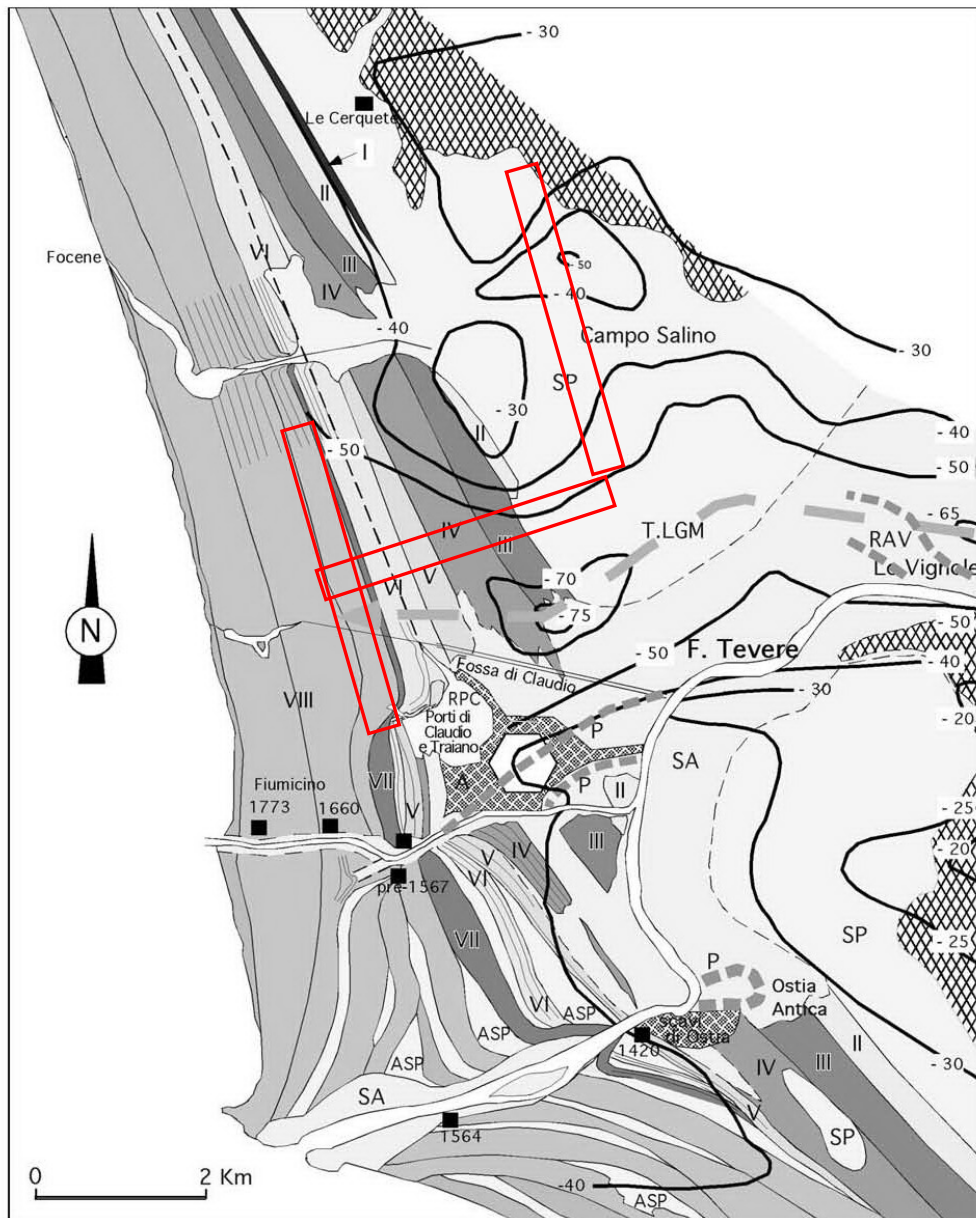


Fig. 2 – Geologia della porzione centrale del delta del F. Tevere. - Legenda. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII = cordoni litorali dalla prima alla ottava fase; SP= sedimenti prevalentemente palustri; SA= sedimenti prevalentemente alluvionali; ASP= sedimenti alluvionali o di spiaggia o palustri, delle aree comprese tra cordoni litorali di diverse fasi; P= Paleoalvei del Tevere; T.LGM= depressione della valle del Tevere durante l'Ultimo Massimo Glaciale; RAV= alvei e ventagli di crevasca di Le Vignole; RPC= depositi di riempimento del porto di Claudio; A= aree antropizzate in antico (città, porti, accumuli antropici di sabbia). Le linee isopache si riferiscono allo spessore dei sedimenti deltizi posteriori all'Ultimo Massimo Glaciale (ridisegnato dalla Fig. 3 di Bellotti et al. 1995). I quadrati neri indicano le torri costiere e la data di costruzione.

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 attuali.

4.3 LITOSTRATIGRAFIA DELL'AREA AEROPORTUALE E DELLA ZONA DI INTERESSE PROGETTUALE

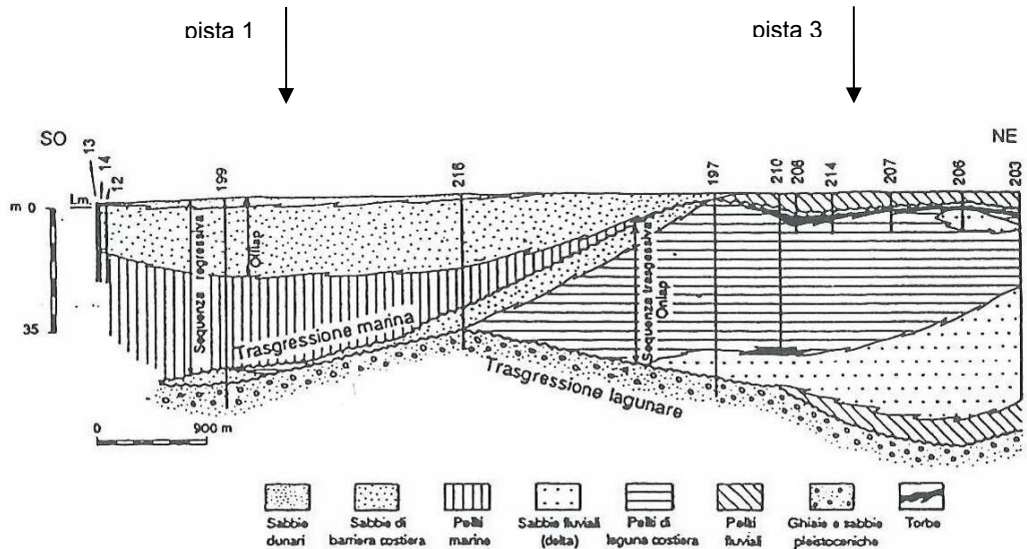
Le aree occupate dal sedime aeroportuale si inseriscono interamente nella porzione costiero - deltizia della valle del Tevere, e abbracciano un'estensione complessiva di territorio pari a circa 2000 ha. La ricostruzione litostратigrafica di tali aree, riportata di

seguito, risulta sia da dati di letteratura, sia dalla sintesi di alcuni studi tematici e specialistici realizzati negli ultimi anni in ambito aeroportuale (Manassero et al., 2010, ADR Engineering 2010; ADR-ENAC 2012) confrontati con le risultanze delle numerose indagini geognostiche eseguite per la progettazione di svariate opere aeroportuali.

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.

La figura seguente illustra schematicamente una sezione orientata SO-NE lungo la costa di Ostia - Fiumicino, con una possibile sequenza stratigrafica riconducibile ai diversi ambiti deposizionali appena descritti (1989).



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

Tipologico di sezione stratigrafica perpendicolare alla costa nella zona di 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).

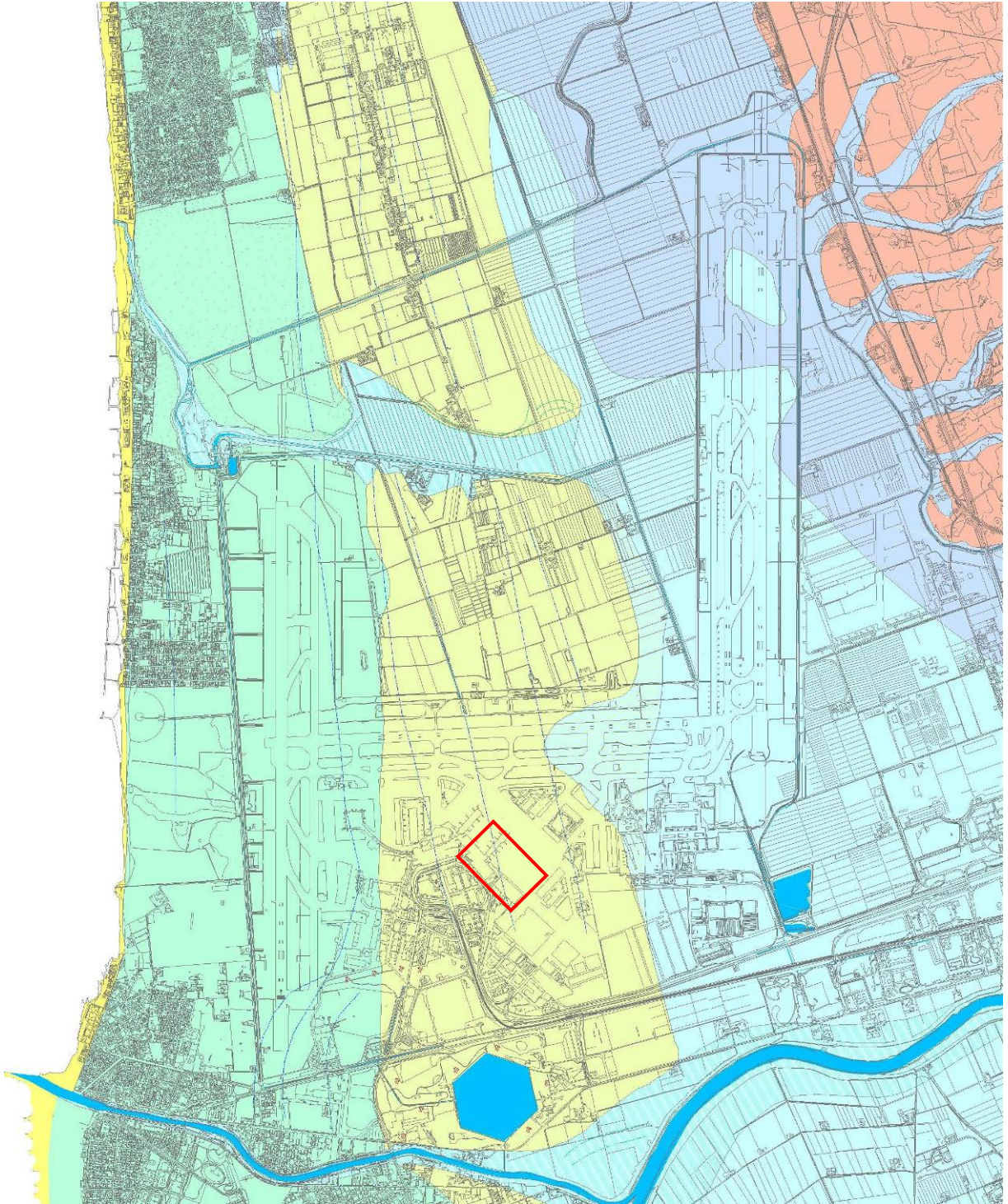
Più in profondità, i depositi sabbiosi, sono sovrapposti a argille limose e limi sabbiosi, bioclastici, riconducibili ai depositi di scarpata e di transizione alla piattaforma.

- 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 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 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, addensate e a tratti debolmente cementate, riconducibili a depositi fluviali recenti in facies trasgressiva; tali sedimenti presentano una potenza di 10-15 m circa. Più in profondità, oltre 20-25 m da p.c., la serie olocenica è interdigitata o chiusa da alcuni m di limi argillosi grigi, da mediamente a poco consistenti, di plasticità medio bassa, con resti fossiliferi dulcicoidi sparsi; presumibilmente sono riconducibili allo stesso ambiente deposizionale.

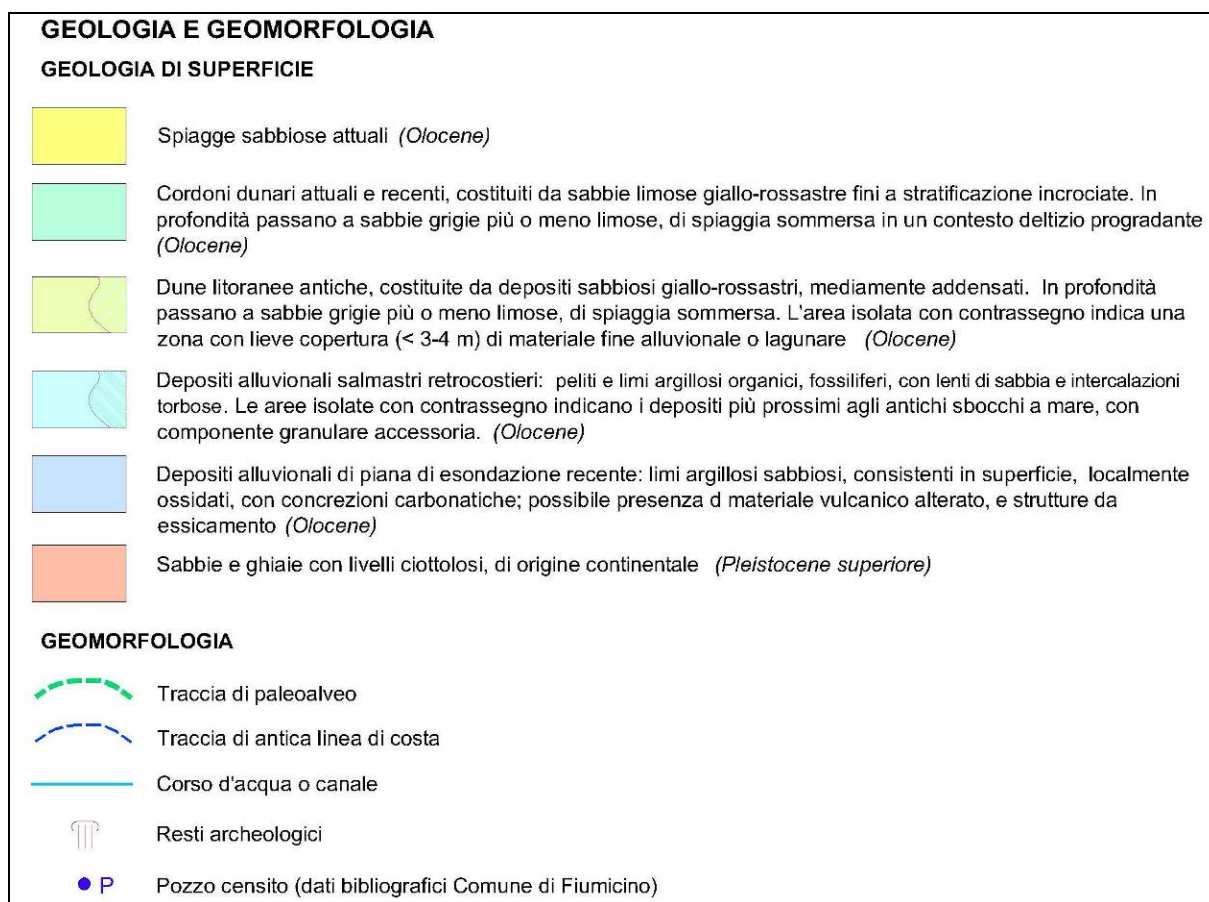
A profondità ulteriori, sotto le suddette sequenze deposizionali e, più generalmente, in tutta l'area di pertinenza aeroportuale, si individua uno strato plurimetrico di sabbie e ghiaie arrotondate di base, tipicamente alluvionali continentali, riconducibili alla discordanza basale olocenica che dà inizio alla fase trasgressiva post-wurmiana (trasgressione lagunare). Tale unità, ben nota in letteratura, è presente con continuità lungo tutta la piana alluvionale del Tevere, tranne laddove è stata interamente

asportata dall'erosione; il tetto dell'unità si individua a profondità variabili da 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 è più profondo nell'area centro meridionale dell'aeroporto. La potenza dei depositi ghiaiosi varia da qualche m a una decina di m circa.

I depositi marini plio-pleistocenici (argille plio-pleistoceniche), 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.



Carta geologica di superficie dell'area aeroportuale di Fiumicino. Nel riquadro è indicata l'area di studio e di interesse progettuale.



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

4.4 PROFILO STRATIGRAFICO DELL'AREA DI PROGETTO

L'area più prossima alle nuove strutture di progetto (Hub Est lotti 1 e 2) evidenzia, sulla base delle indagini geognostiche eseguite, una successione litostratigrafica olocenica piuttosto omogenea, che può riassumersi secondo lo schema seguente, ed illustrato nei profili geologici allegati alla presente relazione:

- tra 0 e 1-2 m circa da p.c.: riporto antropico costituito dalle pavimentazioni e relativi strati di sottofondo.
- Tra 2 m e 21-24 m circa da p.c.: Sabbie e sabbie limose, di colore variabile da marrone-nocciola, a grigio chiaro, a grigio scuro - nerastro; presentano localmente componente accessoria di ghiaia m/f arrotondata. Localmente si individuano lenti e livelli decimetrici di limi argilloso sabbioso nerastri, organici, principalmente tra 8 e 10 m di profondità. La colorazione marrone nocciola è presente esclusivamente nei depositi superficiali, fino a 5-10 m di profondità. L'ambiente deposizionale è riconducibile a cordoni dunari di ambiente costiero e

retrocostiero. In profondità è possibile il passaggio ad un ambiente di barra deltizia in ambiente deltizio progradante.

- tra 21-24 m e 70 m circa da p.c. limi argillosi e argille limose grigie, da poco a mediamente consistenti, plastiche, con presenza di frammenti conchigliari e resti torbosi sparsi. Sono presenti localmente intercalazioni di livelli e strati sabbiosi e sabbiosi limosi, di potenza decimetrica o metrica, più frequenti entro i 45 m di profondità da p.c.

L'ambiente deposizionale è riconducibile a un complesso di transizione - piattaforma marina.

- Oltre i 70 m di profondità (v. sond. SG1) si individua uno strato sabbioso e ghiaioso, ben noto lungo tutta la piana costiera del Tevere, tipicamente alluvionale, da mediamente a poco evoluto, riconducibile alla discordanza basale che da inizio alla fase trasgressiva post-wurmiana (trasgressione lagunare).

A profondità sensibilmente maggiori si individua infine il substrato basale pleistocenico (non intercettato dalle perforazioni di progetto) che, nella bassa valle del Tevere, è costituito dalle formazioni argillose pleistoceniche di Monte delle Piche, di facies marina.

4.5 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 CO₂ e subordinatamente CH₄ e altre componenti, contenute generalmente in interstrati sabbiosi confinati all'interno degli strati argillosi e pelitici olocenici, o all'interno delle stesse ghiaie di base, normalmente a profondità maggiori di 30 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 casi è stato invece caratterizzato da pressioni considerevoli e getti di risalita duraturi.

Alcune delle suddette manifestazioni gassose (generalmente più ricche in CH₄) 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 il nuovo Hub Est si sono avute manifestazioni gassose significative nel sondaggio DH1, a circa 30 m da p.c., in DH4, a 42 m di profondità, e al termine della prova penetrometrica CPT10.

4.6 PROBLEMATICHE LEGATE ALLA SUBSIDENZA

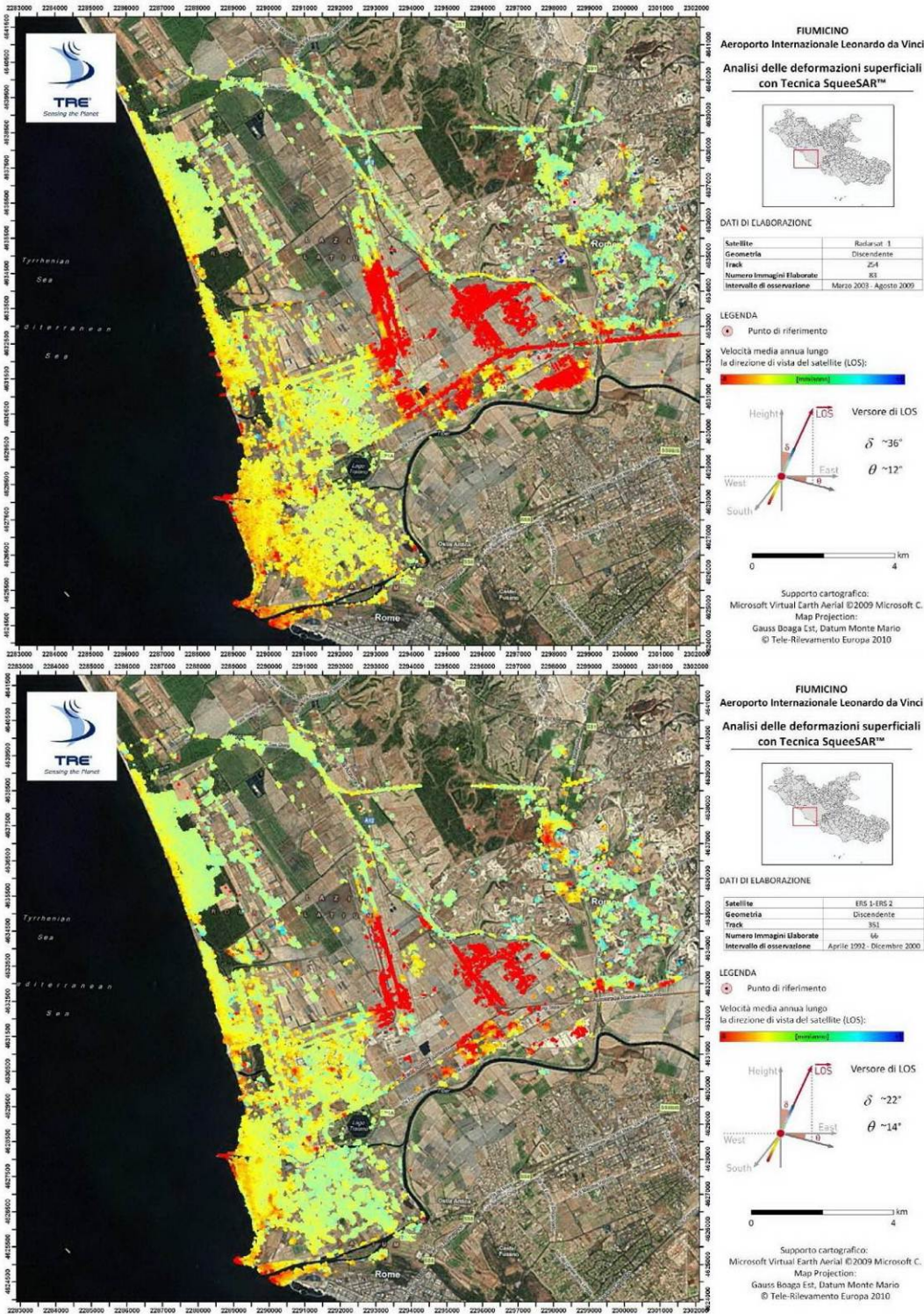
I fenomeni della subsidenza sono storicamente noti nella piana di Fiumicino, e sono da ricondurre in primo luogo all'evoluzione litostratigrafica e morfodinamica dell'area indagata: il carico indotto da sedimenti alluvionali di evoluzione recente, prevalentemente fine e sovente torbosi, in un contesto 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 stato 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 (Studio Geotecnico Italiano, 2011). La validazione dei risultati interferometrici è stata effettuata confrontando i rilievi satellitari, riferiti ai periodi di osservazione 1992-2000 (sensori ERS) e 2003-2009

(sensori RSAT), con i risultati delle livellazioni topografiche di monitoraggio condotte da Aeroporti di Roma nel periodo dal 1998 al 2009, 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:



Analisi satellitari nell'area di Fiumicino, rispettivamente su dati ERS (1992-2000) e 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 (SGI, 2011).

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

L'area W e NW dell'aeroporto (pista 1 vie di taxi limitrofe) 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 centrale e SW dell'aeroporto e aree prossime alla foce del Tevere

L'area di pertinenza aeroportuale comprendente i terminal, estesa fino al margine SW del sedime, è sostanzialmente stabile, per la presenza degli stessi corpi sabbiosi litorali di cui al punto precedente.

Così pure le aree esterne all'aeroporto: 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).

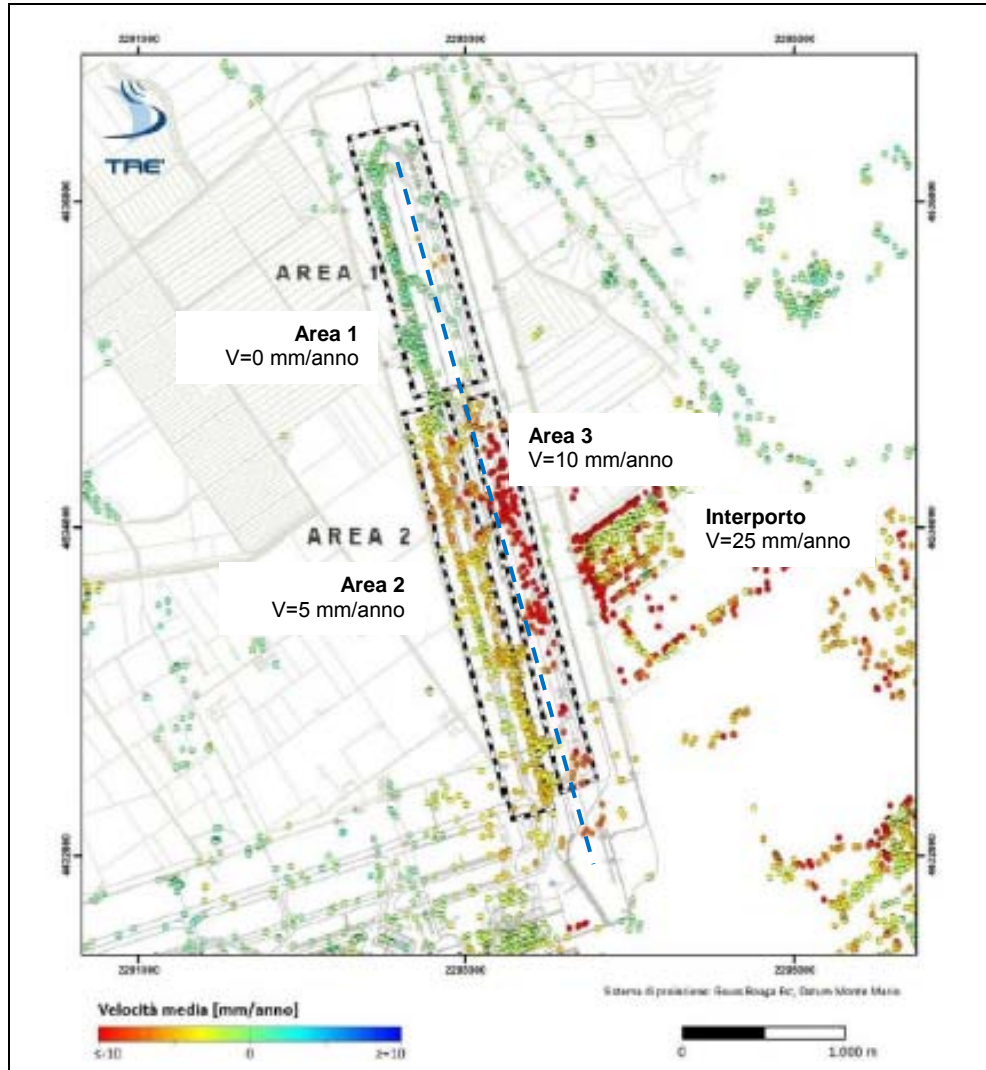
Esternamente alle piste, laddove vengono a mancare i carichi applicati di origine antropica, si hanno comunque movimenti verticali, imputabili al peso proprio dei sedimenti e alle sollecitazioni esterne, ma le risposte isostatiche a tali

sollecitazioni possono essere molto lente e lunghe nel tempo e non confrontabili con i precedenti cedimenti indotti dai carichi applicati.

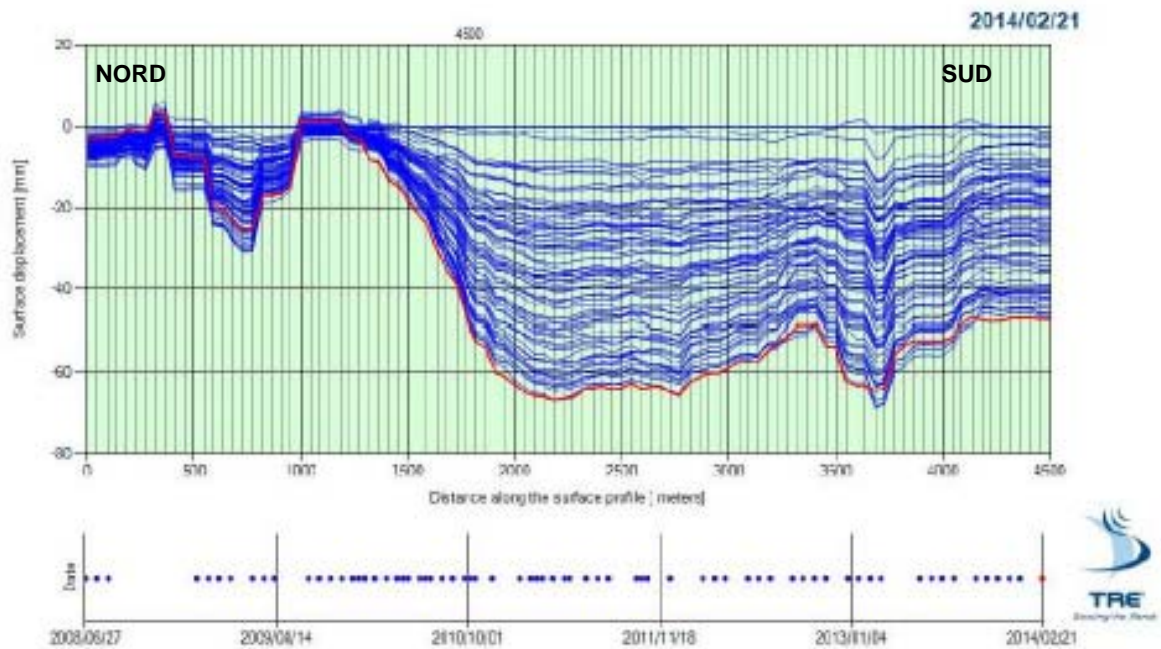
È opportuno sottolineare che il quadro deformativo l'ungo le strutture di pista 3 è tutt'altro che omogeneo, in quanto risente fortemente delle variazioni stratigrafiche, superficiali e profonde, presenti nell'area. Di seguito è riportata una sezione diretta secondo l'asse Nord Sud di pista 3, che evidenzia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

- 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 arre di pista 3, è caratterizzato da cedimenti massimi dell'ordine di 25 mm/anno.



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.



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)

Nell'ambito della progettazione del nuovo complesso Hub Est, il cui sviluppo avverrà in buona parte su spessori considerevoli di sedimenti sabbiosi, il tema dei cedimenti indotti da subsidenza e consolidazione primaria/secondaria dei sedimenti non sembra particolarmente critico: In ogni caso rimanda agli elaborati geotecnici per le valutazioni analitiche e puntuali delle problematiche.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

5.1 ASSETTO IDROGEOLOGICO GENERALE

A livello generale, il deflusso delle acque sotterranee nell'area costiera romana è fortemente condizionato dalla conformazione del territorio superficiale e dal sistema idrografico che lo caratterizza. I complessi idrogeologici sede di circolazione idrica sono connessi principalmente alla struttura idrogeologica del fiume Tevere e agli apparati vulcanici dei Colli Albani e del sistema Vulsino - Sabatino.

Negli apparati vulcanici, la maggior parte dell'acqua costituente gli acquiferi profondi proviene dalle zone interne alla cinte calderiche; l'acqua, infiltrandosi, incontra a profondità relativamente poco elevate orizzonti stratigrafici ad elevata permeabilità (lave scoriacee o fratturate, scorie e sabbioni vulcanici), che favoriscono un deflusso radiale verso le zone esterne.

Il fiume Tevere, diretto circa Est – Ovest lungo il tratto terminale, più prossimo all'area investigata, agisce come asse di drenaggio principale per le acque superficiali e profonde, provenienti dai rilievi circostanti.

Le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi risultano condizionate dall'estrema eterogeneità dei litotipi presenti e dalle loro specifiche situazioni giaciture. In area romana, i depositi argillosi marini pliocenici presenti in profondità (formazione "Monte delle Piche", unità di Monte Mario e Unità di Monte Vaticano) rappresentano il substrato impermeabile generale dell'area romana.

Su questo substrato poggia - secondo una distinzione semplificata a grande scala - una successione di terreni di origine vulcanica (Complesso idrogeologico delle vulcaniti) e sedimentaria (Complesso dei depositi di copertura, Complesso dei depositi clastici indifferenziati e Complesso delle argille marine) (Capelli et al., 2012). Tali macro unità idrostratigrafiche sono caratterizzate dal passaggio, sia in verticale che in orizzontale, di termini a permeabilità anche molto diversa tra loro: terreni poco o nulla permeabili come argille, limi, tufi argillificati, tufi litoidi non fratturati si sovrappongono e si affiancano a depositi permeabili sia per porosità (ghiaie, sabbie e depositi pozzolanacei), sia per fessurazione (tufi litoidi fratturati).

I complessi idrogeologici di età quaternaria sono sede di varie circolazioni idriche sotterranee, le cui potenzialità di sfruttamento sono influenzate dai rapporti di giacitura esistenti tra i medesimi complessi permeabili ospitanti gli acquiferi e quelli impermeabili che ne delimitano i contorni.

5.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

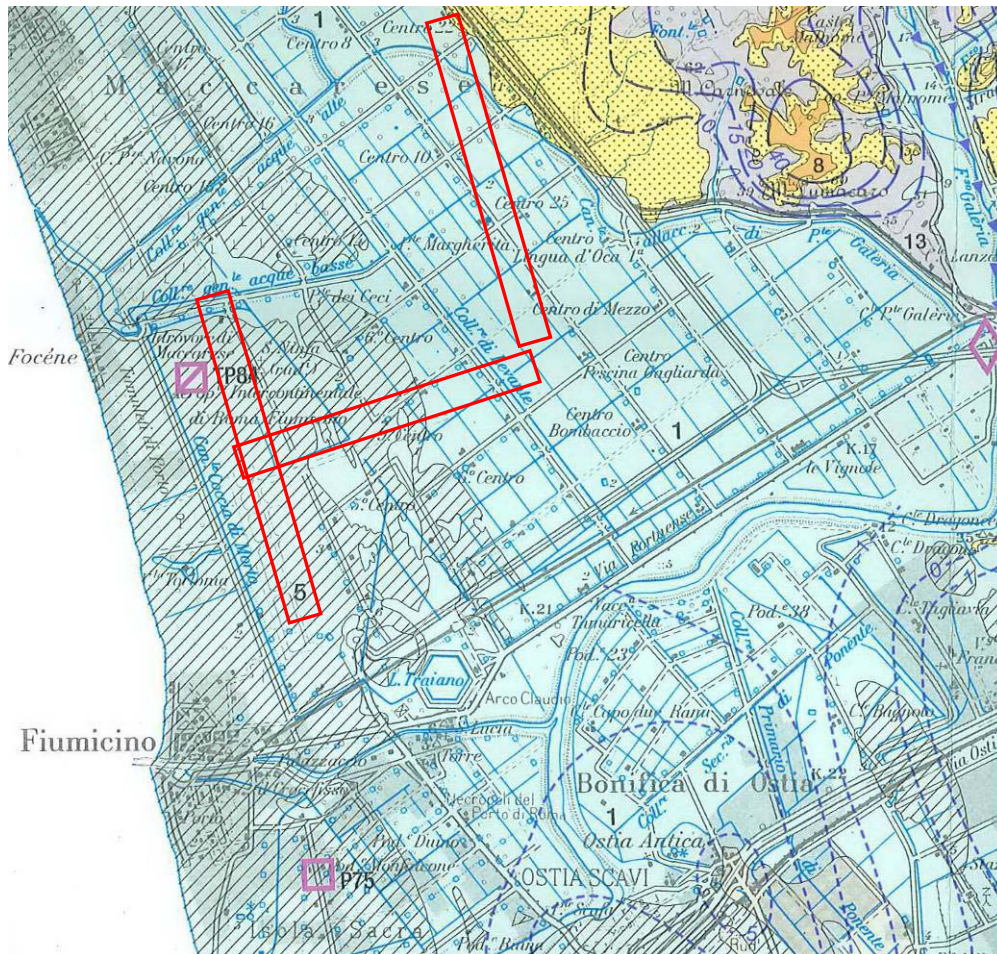
Il basamento argilloso plio-pleistocenico costituisce il substrato impermeabile del complesso sistema di circolazione idrica sotterranea all'interno dei depositi del Delta del Tevere (Mazza et al., 2013).

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).



- 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 delizie (*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 Fara).

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

5.2.1 Complessi idrogeologici

Nell'area di stretta pertinenza progettuale (Hub Est lotti 1 e 2), sulla base della successione stratigrafica ricostruita attraverso le indagini geognostiche di progetto e discussa nel capitolo precedente, si possono identificare tre complessi idrogeologici, sovrapposti verticalmente, descritti di seguito e denominati secondo l'accezione della Carta Idrogeologica regionale (Capelli et al., 2012):

- C1 - Complesso delle sabbie dunari e costiere

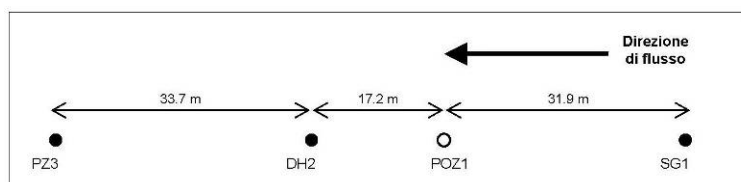
È costituito dai depositi sabbiosi presenti dalla superficie (sotto il riporto antropico) fino a 21-24 m di profondità. Il complesso è caratterizzato da permeabilità bassa o media: le prove di permeabilità in foro condotte nel corso delle perforazioni geognostiche, limitate alla porzione più superficiale dei depositi, indicano valori di k compresi tra 10^{-5} e 10^{-7} m/s (ADR Engineering, 2013 - campagna Geostudi).

PROVE LEFRANC LOTTO1			CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E RISULTATI		
Codice	Progetto	LEFRANC	Profondità tasca di prova	Soggiacenza della falda dal pc (m)	Coefficiente di permeabilità K (m/s)
SG1	Area imbarchi A	LF1	1,40-2,00	-2,94	8,94E-07
		LF1	3,00-4,00	-2,94	2,08E-05
DH1	Area imbarchi A	LF1	4,00-5,00	-2,90	1,07E-05
		LF2	5,50-6,50	-2,90	2,43E-05
POZ1	Area imbarchi A	LF1	3,30-4,50	-2,99	1,81E-05
DH3	Nuovo avancorpo	LF1	1,50-2,50	-3,34	1,01E-06
		LF2	2,50-3,50	-3,34	1,26E-05

PROVE LEFRANC LOTTO2			CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E RISULTATI		
Codice	Progetto	LEFRANC	Profondità tasca di prova	Soggiacenza della falda dal pc (m)	Coefficiente di permeabilità K (m/s)
DH4	Ampliamento T1 lato Ovest	LF1	2,20-2,70	-2,44	1,63E-06
		LF2	3,50-4,50	-2,44	1,01E-05
DH5	Ristrutturazione AIC	LF1	1,00-2,00	-3,99	1,01E-06
		LF2	2,50-3,50	-3,99	1,52E-05

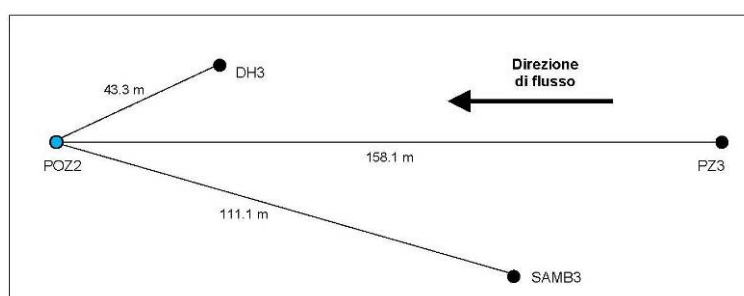
Viceversa, i risultati delle prove di pompaggio eseguite nei POZ1 e POZ 2 e piezometri di controllo limitrofi, attraverso prove a gradini e successiva prova di lunga durata, hanno indicato classi di permeabilità sensibilmente maggiori, sull'ordine di 10^{-4} m/s, che rappresenterebbe un valore più in linea con altri valori di conducibilità ottenuti da aree attigue dell'aeroporto, nei medesimi depositi (ADR Engineering, 2013 - campagna Geostudi).

Il complesso C1 è sede di circolazione idrica significativa, con falde continue ed estese, seppure di produttività sovente ridotta dalla permeabilità non eccessiva delle sabbie, prevalentemente fini o con significativa componente accessoria limosa.



	T (m ² /sec)	K (m/sec)	S
abbassamento			
SG1	4,75E-03	2,38E-04	6,21E-03
PZ3	1,05E-02	6,18E-04	5,02E-03
DH2	8,98E-03	5,28E-04	5,81E-03
risalita			
SG1	4,30E-03	2,15E-04	
PZ3	9,15E-03	5,38E-04	
DH2	1,05E-02	6,18E-04	
POZ1	1,78E-03	1,05E-04	

Prova di pompaggio eseguita sul Pozzo POZ1: geometria di prova e risultati in termini di Trasmissività, Permeabilità e Coeff di Immagazzinamento (ADR Engineering, 2013 - campagna Geostudi)



	T (m ² /sec)	K (m/sec)	S
DH3	4,46E-03	2,23E-04	1,64E-01
SAMB3	1,08E-02	6,34E-04	7,93E-02
POZ2	2,34E-03	1,39E-04	

Prova di pompaggio eseguita sul Pozzo POZ2: geometria di prova e risultati in termini di Trasmissività, Permeabilità e Coeff di Immagazzinamento (ADR Engineering, 2013 - campagna Geostudi)

- C2 - Complesso dei depositi dei depositi impermeabili olocenici.

comprende la vasta porzione dei depositi alluvionali salmastri retro-costieri, superficiali e profondi, nonché i depositi di scarpata e di transizione alla piattaforma marina. In entrambi i casi si tratta essenzialmente di sedimenti pelitici e limoso argillosi, caratterizzati generalmente da bassa permeabilità, con circolazione idrica fortemente limitata (acquiclude). All'interno di questi sedimenti sono state considerate anche le lenti e intercalazioni torbose (presenti principalmente in affiancamento alle peliti retro-costiere) che possono considerarsi praticamente impermeabili.

In realtà, all'interno dei depositi possono individuarsi localmente intercalazioni e lenti di materiali granulari, 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 C2 potrebbe essere suddiviso in due sottounità, contraddistinte da proprietà idrauliche sensibilmente differenti.

- C4 - Complesso dei depositi fluvio palustri di base:

È un complesso di scarsa rilevanza ai fini progettuali, costituito dai depositi granulari ghiaioso sabbiosi, presenti a profondità elevate, oltre i 70 m da p.c., già individuati con la perforazione di progetto SG1. Tale depositi, limitati inferiormente dalle argille marine plioceniche, sono presenti con continuità lungo tutta la piana alluvionale del Tevere; presentano normalmente una potenza di alcuni metri. L'acquifero è caratterizzato da discreta produttività, favorita dall'alimentazione sotterranea proveniente dai rilievi collinari retrostanti.

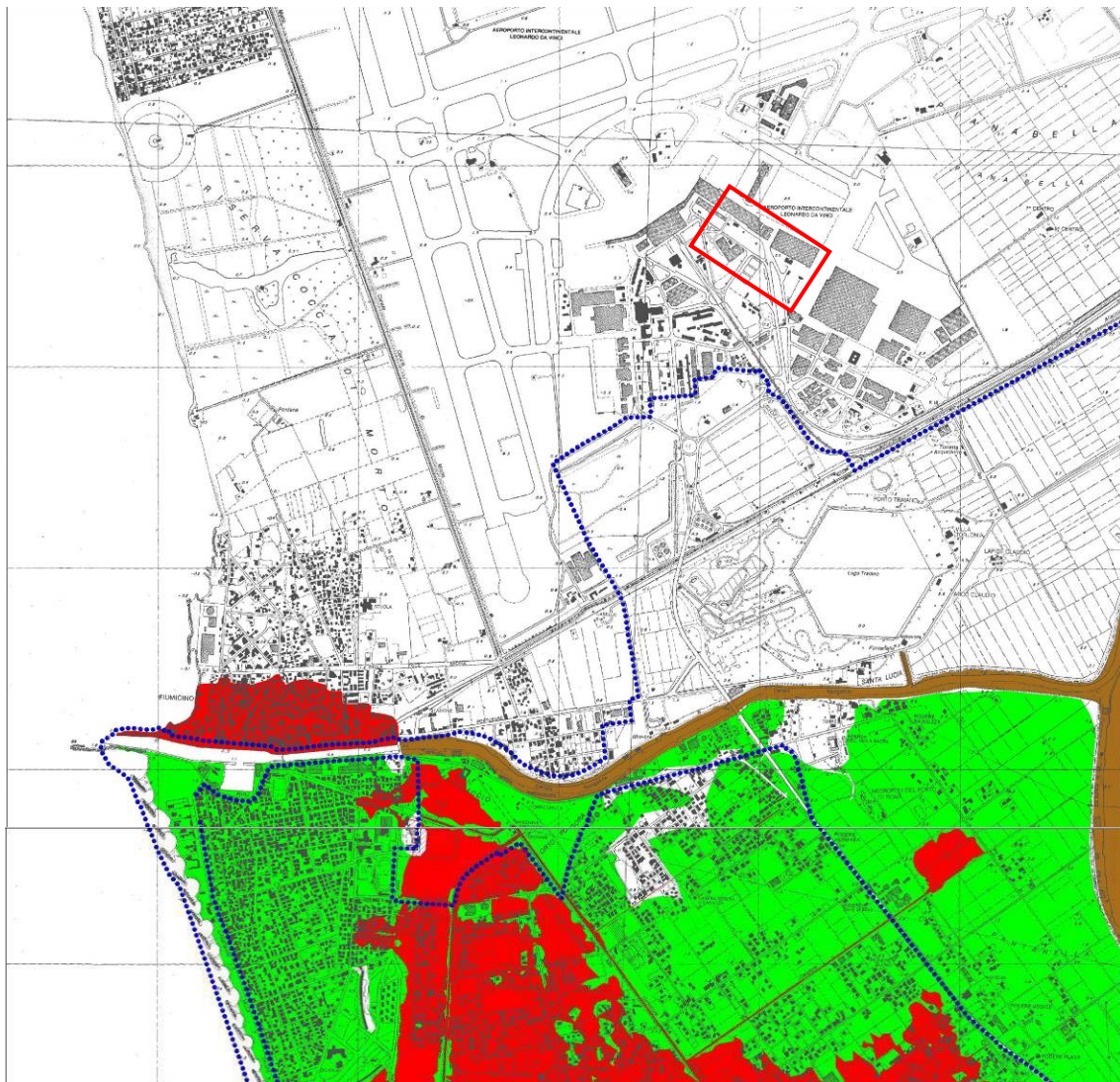
5.3 VERIFICA CON IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

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. Lo stesso PAI 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, sia esso riconducibile al Tevere, o ai corsi d'acqua posti più a Nord e appartenenti ai Bacini Regionali del Lazio.



Cartografia da PAI - AdB Tevere per la pericolosità idraulica nella zona deltizia. Le aree colorate in rosso/verde individuano le zone a diversa condizione di pericolosità; in marrone i due rami deltizi del Tevere. La linea puntinata in blu individua il perimetro del corridoio fluviale (AdB Tevere, 2012). Nel riquadro rosso è indicata l'area di pertinenza progettuale.

5.4 RETICOLO IDROGRAFICO E RETE SCOLANTE

L'alveo tiberino percorre la piana deltizia per circa 15 km dalla zona di Ponte Galeria fino alla foce con un dislivello di circa 5 m. Come già descritto nei capitoli precedenti 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.

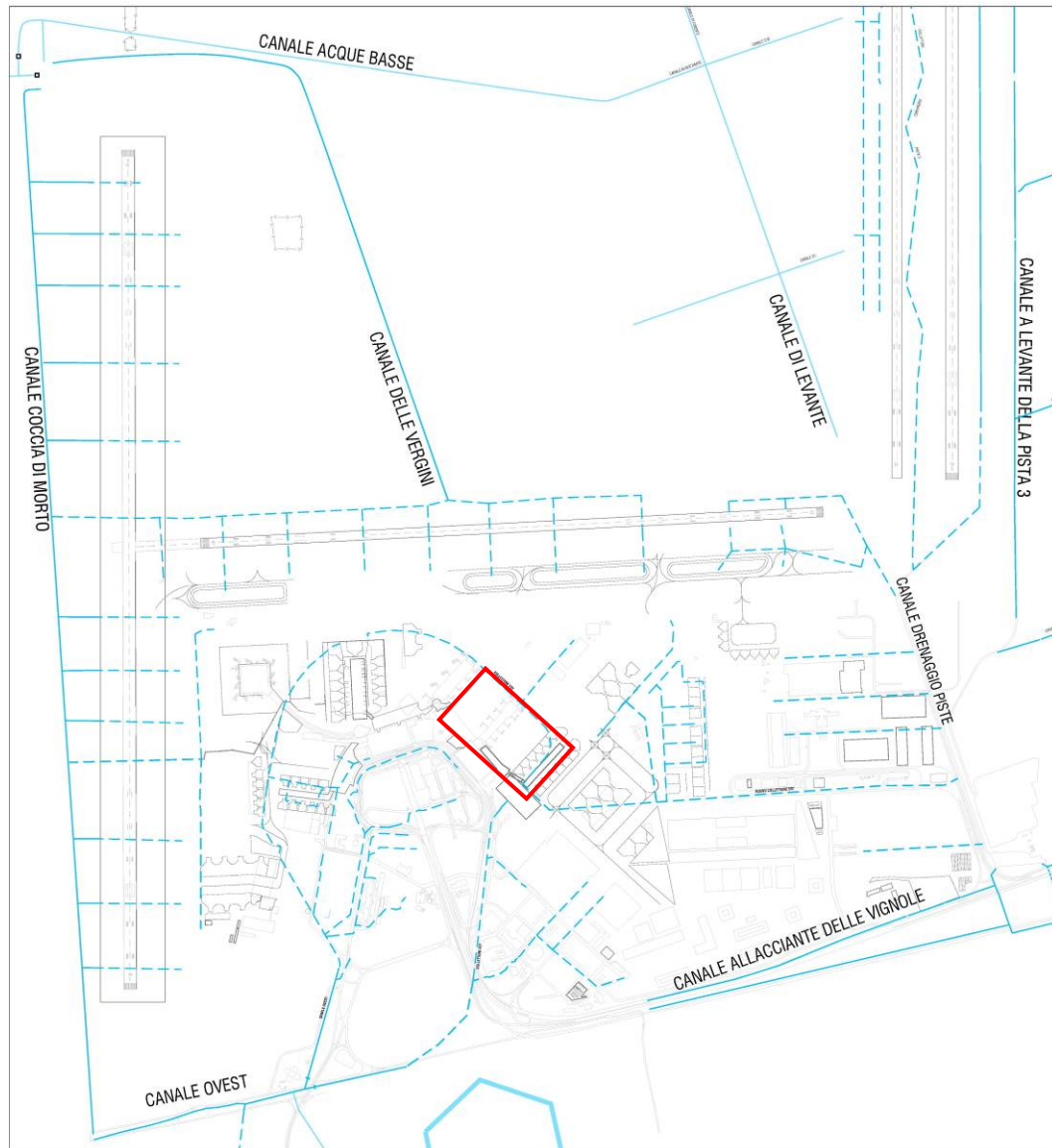
La piana alluvionale retrostante Capo due Rami è interamente bonificata, così come tutta la zona posta a Nord del canale di Fiumicino e comprendente l'area aeroportuale, fino alla piana di Maccarese.

Dopo alcuni tentativi risalenti al XVII e XVIII secolo, la bonifica vera e propria di quest'area è stata realizzata a partire da fine di secolo XIX, dopo l'unione di Roma al Regno d'Italia (Progetto di Bonificazione dell'Agro Pontino, 1878), attraverso il completo prosciugamento delle paludi presenti, tra cui appunto lo "stagno di Maccarese" o "Campo Salino", che occupava un'area variabile tra 10 e 19 kmq.

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.cbtar.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 allaccianti 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



Reticolo idrografico e rete scolante (interrata in tratteggio) nell'area aeroportuale. (2013, modificato). Nel riquadro è indicata l'area di pertinenza progettuale dei lotti 1 e 2.

5.5 SUPERFICIE PIEZOMETRICA 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.

Analogamente, lungo la fascia costiera occupata dal complesso delle sabbie dunari e di barriera, si hanno dei limiti di flusso verso l'entroterra, costituiti dai canali di

bonifica, il cui fondo è sotto il livello medio mare, cosicché tale acquifero può considerarsi come entità a se stante (Mazza et al., 2013).

Capita quindi che normalmente, 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 dalla forte antropizzazione dell'area e dalla presenza della rete scolante.

Ciò è tanto più evidente nelle aree di stretta pertinenza progettuale (Hub Est lotti 1-2), costituite da piazzali completamente pavimentati.



Ricostruzione dell'andamento freaticco generale nell'area di pertinenza aeroportuale. (quote in m s.l.m.)

5.5.2 Monitoraggio piezometrico dell'area di progetto

Per quanto riguarda le aree di stretta pertinenza progettuali (Hub Est lotti 1-2), le tabelle seguenti illustrano i livelli piezometrici stabilizzati misurati nelle perforazioni di progetto, ed oggetto di monitoraggio periodico.

Riepilogo dei piezometri a tubo aperto e letture del 12/11/2013 - Lotto 1 e Lotto 2 (dati Geostudi)

INDAGINE	OPERA	Tipo piezometro	Profondità piezometro (m da p.c.)	Tratto fessurato (m da p.c.)	quota p.c. (m s.l.m.)	Letture (m da p.c.)	Letture (m s.l.m.)
SG1	Area imbarchi A	Tubo aperto 2"	20,00	3,00-20,00	1,52	-2,94	-1,42
POZ1	Area imbarchi A	Tubo aperto 3"	20,00	2,00-20,00	1,50	-2,99	-1,49
PZ1	Area imbarchi A	Tubo aperto 2"	20,00	3,00-20,00	1,42	-2,80	-1,38
PZ2	Area imbarchi A	Tubo aperto 2"	20,00	3,00-20,00	1,33	-2,74	-1,41
DH2	Collegamento sopraelevazione T1/AIA	Tubo aperto 2"	20,00	3,00-20,00	1,51	-2,98	-1,47
PZ3	Collegamento sopraelevazione T1/AIA	Tubo aperto 2"	20,00	3,00-20,00	1,46	-2,97	-1,51
DH3	Nuovo avancorpo	Tubo aperto 2"	12,00	3,00-12,00	1,62	-3,65	-2,03
POZ2	Nuovo avancorpo	Tubo aperto 3"	20,00	2,00-20,00	1,28	-3,34	-2,06
SAMB3	Nuovo avancorpo	Tubo aperto 2"	7,50	3,00-7,50	1,29	-3,10	-1,81
PZ4	Ampliamento T1 lato Ovest	Tubo aperto 2"	20,00	3,00-20,00	1,34	-2,44	-1,10
DH5	Ristrutturazione AIC	Tubo aperto 2"	18,00	3,00-18,00	1,49	-3,99	-2,50
PZ5	Nodo radice AIC	Tubo aperto 2"	18,00	3,00-18,00	1,55	-4,06	-2,51

Letture di monitoraggio dei piezometri di progetto nel corso del 2014 - Lotto 1 e Lotto 2

Cod. Piezom.	Data Misura	Soggiac (m p.c.)	Quota Falda (m slm)	Data Misura	Soggiac (m p.c.)	Quota Falda (m slm)	Data Misura	Soggiac (m p.c.)	Quota Falda (m slm)	Data Misura	Soggiac (m p.c.)	Quota Falda (m slm)
SG1				07/03/14	-2,68	-1,16	09/05/14	-2,8	-2,02	20/10/14	-3	-1,48
PZ1	22/01/14	-2,71	-1,29	11/03/14	-2,6	-1,18	07/05/14	-2,6	-1,18	12/11/14	-2,84	-1,42
PZ2	22/01/14	-2,65	-1,32	11/03/14	-2,53	-1,20	07/05/14	-2,6	-1,27			
PZ3	22/01/14	-2,84	-1,38	07/03/14	-2,67	-1,21	09/05/14	-2,8	-1,34	20/10/14	-3,02	-1,56
POZ1	22/01/14	-2,86	-1,36	07/03/14	-2,74	-1,24	09/05/14	-2,8	-1,30	20/10/14	-3,02	-1,52
POZ2	22/01/14	-3,15	-1,87	10/03/14	-2,96	-1,68	07/05/14	-3,1	-1,82	20/10/14	-3,25	-1,97
SAMB3	22/01/14	-2,96	-1,67	03/03/14	-2,79	-1,50	07/05/14	-3,00	-2,22	20/10/14	-3,10	-1,81
PZ4	22/01/14	-2,48	-1,14	11/03/14	-2,91	-1,57	07/05/14	-3	-1,66	11/11/14	-3,38	-2,04
PZ5	22/01/14	-4,01	-2,46	11/03/14	-3,9	-2,35	07/05/14	-4	-2,45	11/11/14	-4,4	-2,85

Dall'analisi dei dati si evidenzia una falda freatica superficiale, contenuta nei depositi appartenenti al complesso delle sabbie dunari, posta a circa -2.5 -4 m da p.c., (-1 - 2.5 m circa sotto il livello medio mare), con un deflusso delle acque sotterranee diretto verso W..

Si sottolinea che oltre alla falda freatica suddetta, in profondità, si individua una seconda falda confinata di scarsa rilevanza progettuale, contenuta nei depositi granulari posti a 70 m di profondità e appartenenti al Complesso C4 dei depositi fluvio palustri; il livello piezometrico di tale falda si posiziona a piano campagna (v. sondaggio SG1, piezom. Casagrande), in condizioni semiartesiane.

6 SISMICITÀ DEL TERRITORIO

6.1 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 DBMI11 (INGV 2011), riporta tutti gli eventi conosciuti storicamente dall'anno 1000 fino al 2006 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]

Per quanto concerne i sismi avvenuti dal 2006 al 2013, 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 7-8 anni non si sono registrati eventi in un raggio di 50 km da Fiumicino con magnitudo $Mw \geq 4$.

6.2 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: fagliazione superficiale, fenomeni di densificazione, fenomeni di liquefazione, cedimenti differenziali, instabilità dei pendii e frane indotte dal sisma, movimenti gravitativi profondi, tsunami, ecc.

6.2.1 Pericolosità sismica dell'area di studio

Zonazione sismica ZS9

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

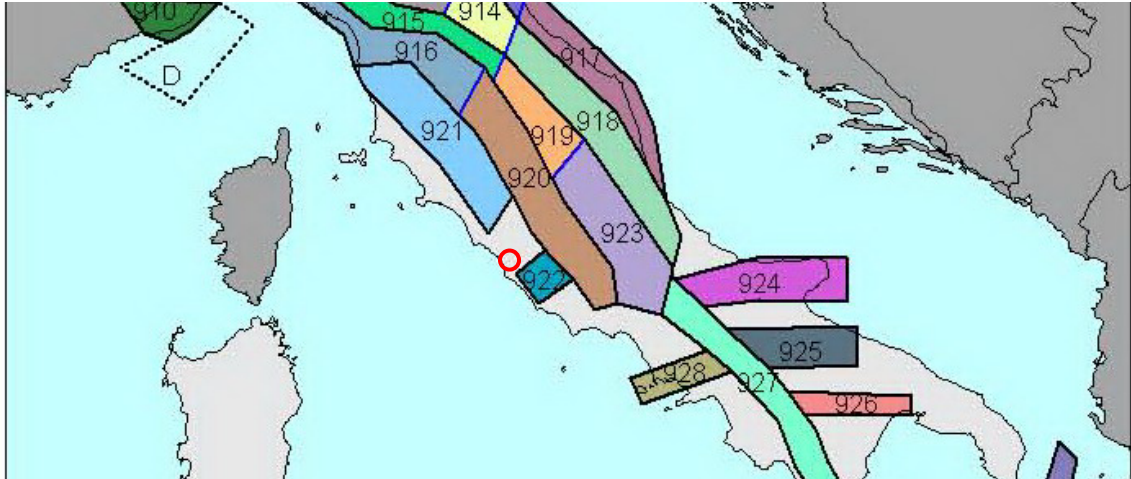
La zonazione ZS9 (INGV, 2004), già evoluzione di zonazioni precedenti (ZS4, 2000) mette in risalto la disposizione di tali fasce; essa è stata elaborata in modo da soddisfare alcuni requisiti fondamentali, tra i quali è opportuno citare:

- 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. 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).

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



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 regione 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).

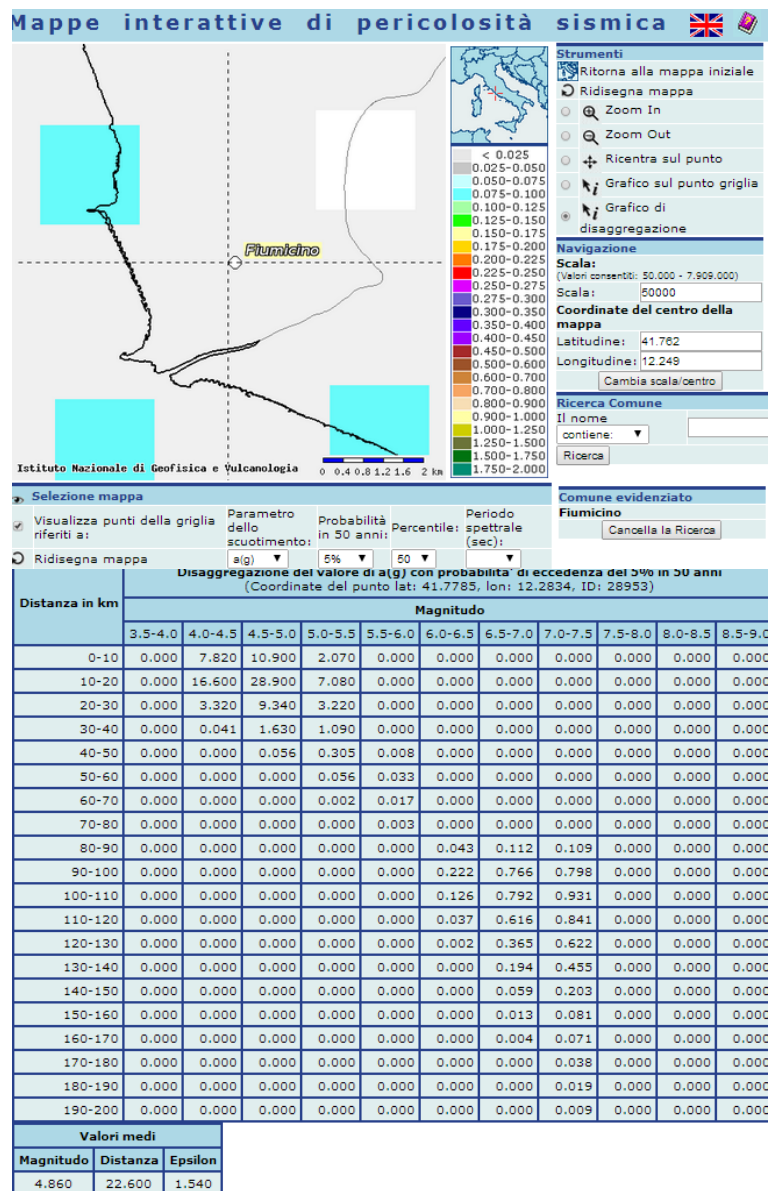
Dall'analisi di entrambi i database relativi alle Faglie capaci e DISS3, non si rilevano elementi di alcun genere nei dintorni dell'area di studio, tantomeno nelle aree di pertinenza delle intere province di Roma e Latina.

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.

Mappa 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°.

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



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 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)

Più in dettaglio, con riferimento al precedente schema, 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 $6.5 < M < 7.0$;
-

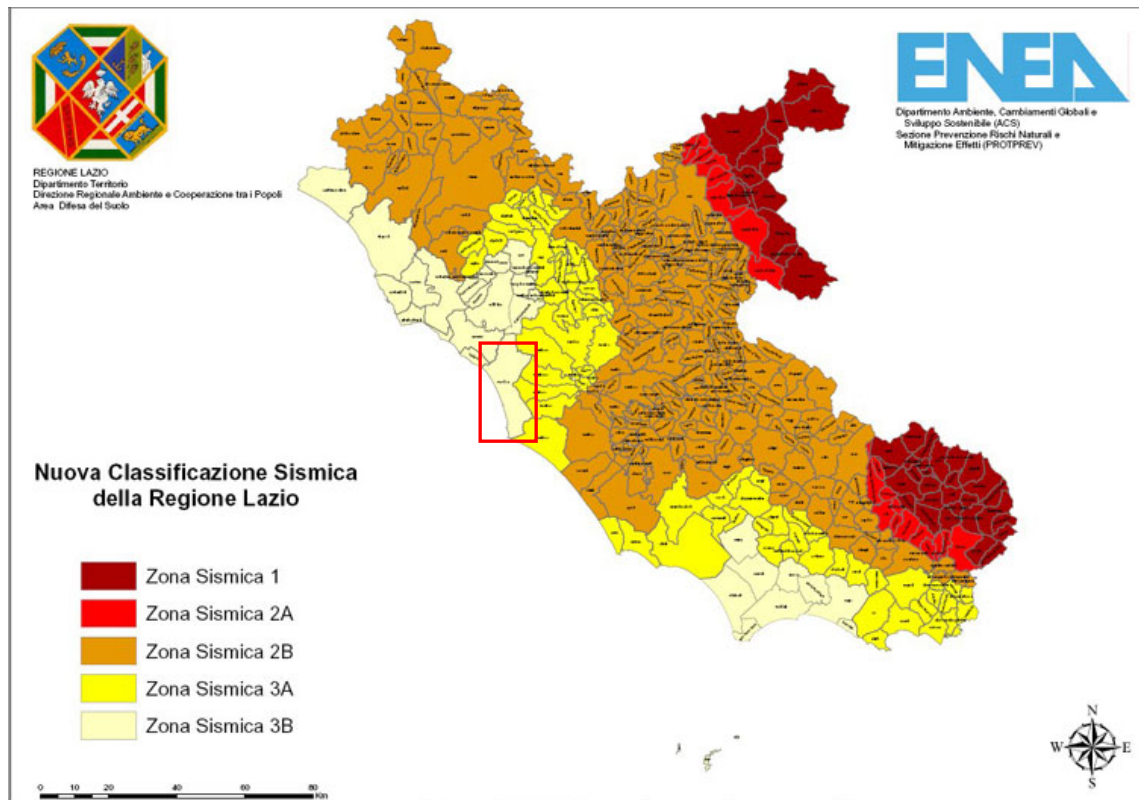
6.2.1 Classificazione sismica dell'area di progetto

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 $0.05 < a_g \leq 0.15$.

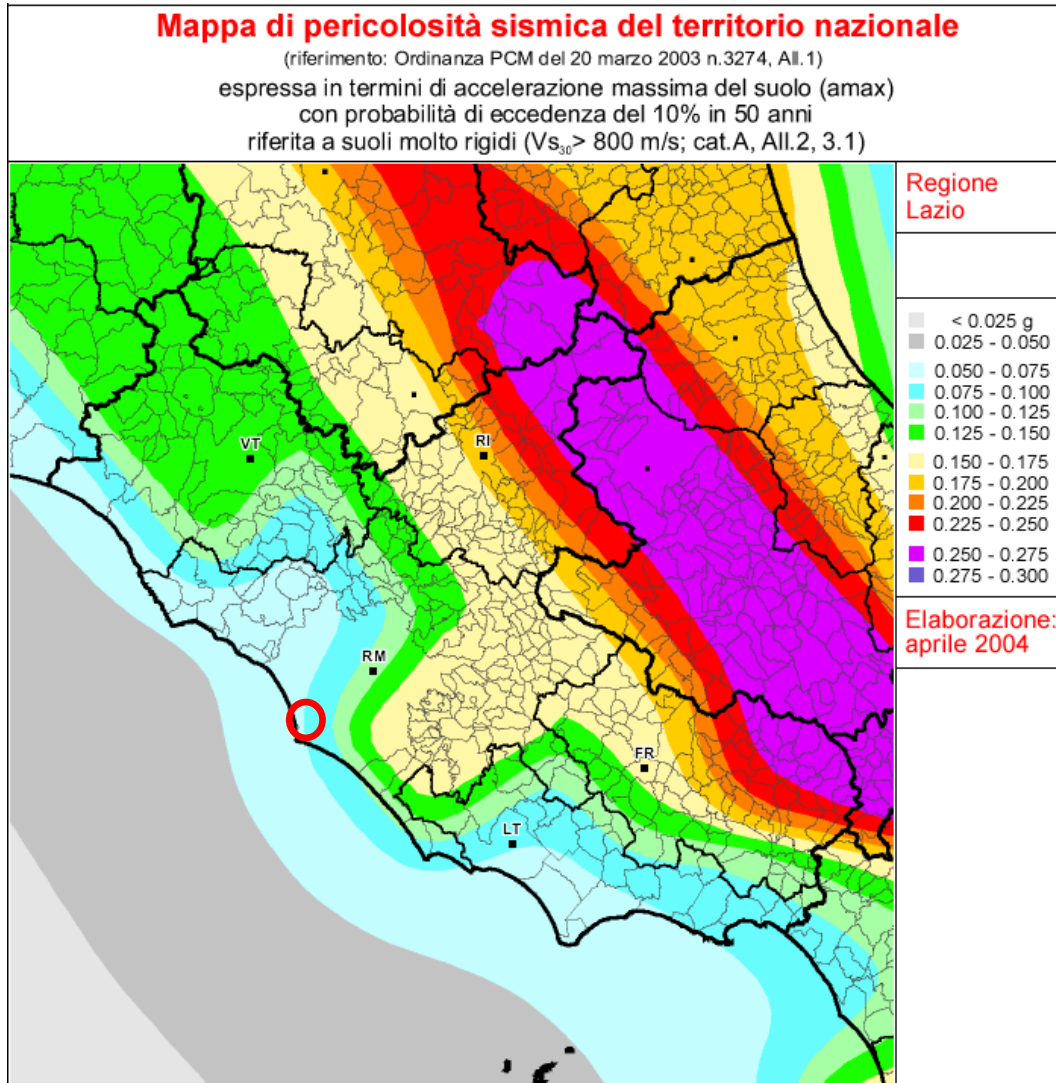
Nel 2009, in ottemperanza al OPCM 3519/2006, la Regione Lazio, con Delibera n.387/2009, ha approvato la nuova classificazione sismica del territorio regionale eliminando la zona 4 e istituendo le sottozone sismiche a diversa pericolosità 2A, 2B, 3A, 3B, utili ai fini pianificatori urbanistici e per l'esecuzione 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 g ($0,006 < a_g < 0,1$).



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 $0,075 < a_g < 0,1$.



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.

6.2.2 Categoria sismica di sottosuolo e frequenza fondamentale nelle aree di progetto

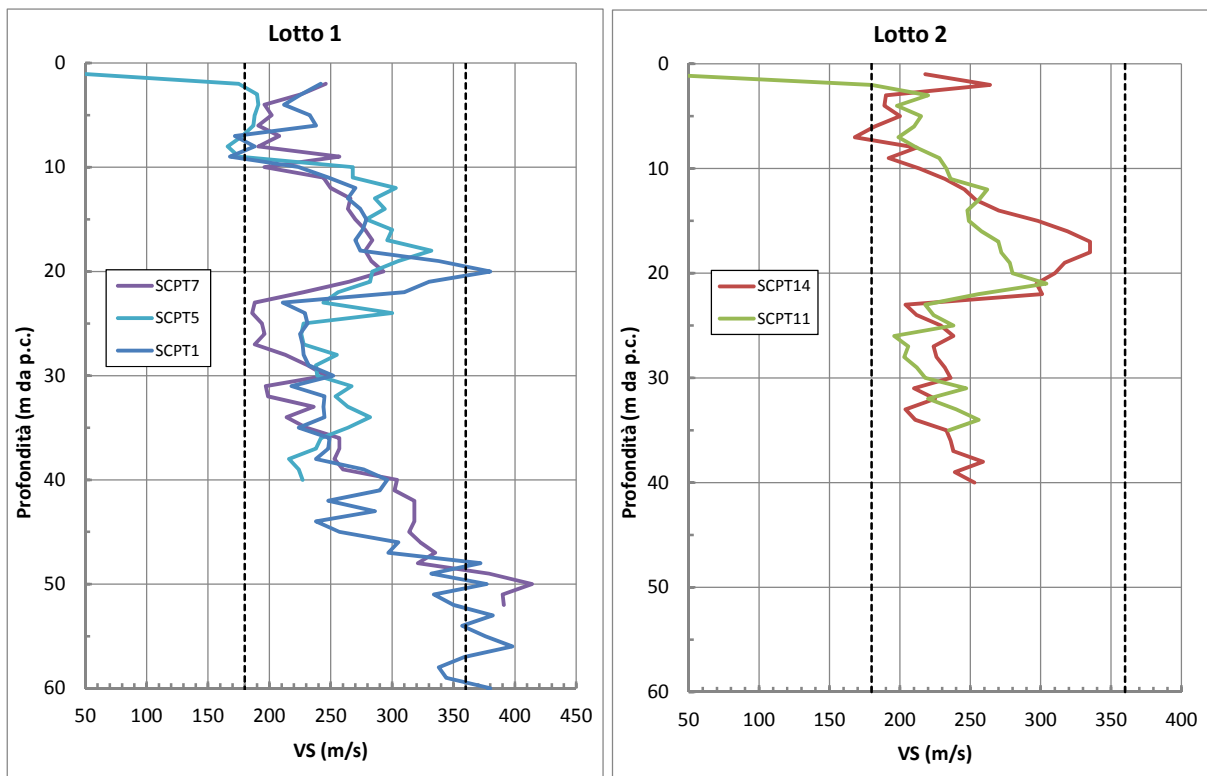
Le velocità di propagazione delle onde P ed S nel sottosuolo, nei pressi dell'area di progetto, sono state determinate lungo n.5 verticali attraverso prove di tipo DH seguite con sismocono, nel corso di altrettante prove penetrometriche (S)CPTU: SCPTU1, SCPTU 5, SCPTU 7 per il lotto 1; SCPTU11, SCPTU 14 per il lotto 2.

Ad esse si aggiungono le prove Masw di superficie, realizzate in numero di 6 per il lotto 1 (Masw1a 1b, 2a, 2b, 3a, 3b) e n. 6 per il lotto 2 (Masw4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b).

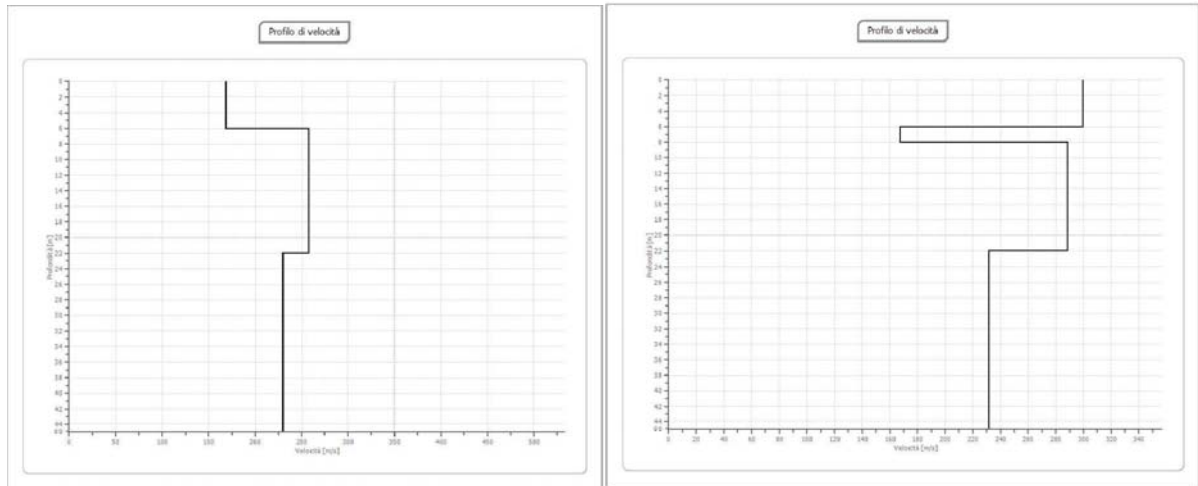
Le profondità investigate nel corso di tutte le prove suddette sono tali da poter identificare i valori delle velocità equivalenti delle onde di taglio a profondità ben

maggiori di 30 m dalla superficie, e poter così definire i valori di VS_{30} ai fini delle determinazioni delle categorie di sottosuolo rispondenti alla normativa in vigore (NTC 2008, Delibere e Regolamenti Regionali di settore).

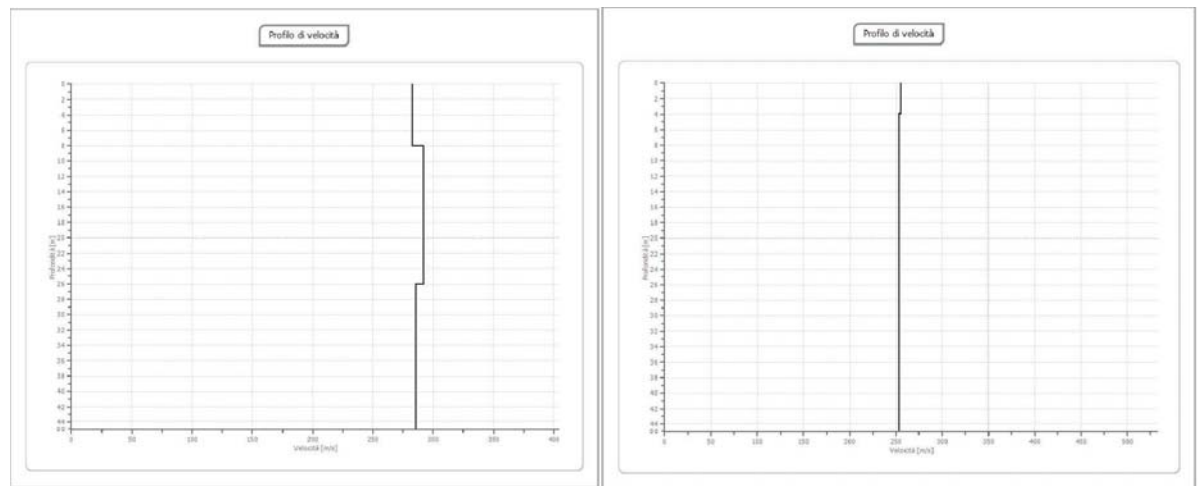
Per il valore di Vs_{30} di progetto si rimanda agli elaborati geotecnici allegati al progetto. Di seguito si mostrano le risultanze di alcune delle prove sismiche eseguite, per entrambi i lotti di indagine 1 e 2.



Profili Vs da prove DH effettuate nel corso delle prove S-CPT, per entrambi i lotti di progetto (Lotto 1 e Lotto 2)



Profili Vs relative ad alcune prove Masw effettuate per il Lotto 1 (Masw1a , Masw2a)



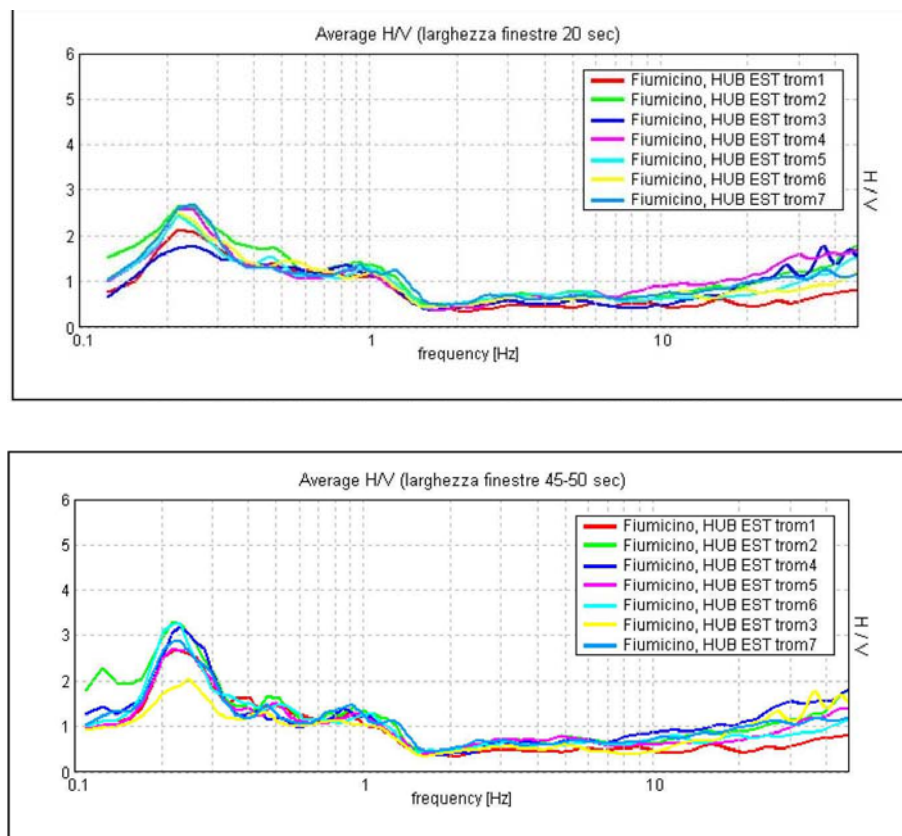
Profili Vs relative ad alcune prove Masw effettuate per il Lotto 2 (Masw4a , Masw6a)

I profili di velocità, ben delineati dalle prove DH, sono tendenzialmente crescenti con la profondità. In accordo alla stratigrafia del sito le prove sismiche individuano la presenza di uno strato meno rigido presente a partire da circa 22-24 m di profondità, riconducibile al passaggio dalle sabbie superficiali ai sottostanti limi argillosi. Ciò si manifesta attraverso una apparente inversione di velocità delle onde Vs, che, in ogni caso, è molto contenuta in modulo (rapporto tra Vs dei vari strati inferiore a 1,5).

La categoria risultante nell'area in esame è di tipo C, ovvero (secondo la definizione della NTC2008): *“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.*

Per quanto riguarda la frequenza fondamentale di risonanza del sito di indagine sono stati eseguiti n.7 prove in sito di misura di rumore sismico ambientale a stazione singola (HVSR), con tecnica Nakamura (tromografia).

La relazione descrittiva di dettaglio delle risultanze e i relativi certificati sono riportati negli allegati geognostici di progetto. Di seguito si riporta un sunto dei risultati grafici relativi alle varie prove.

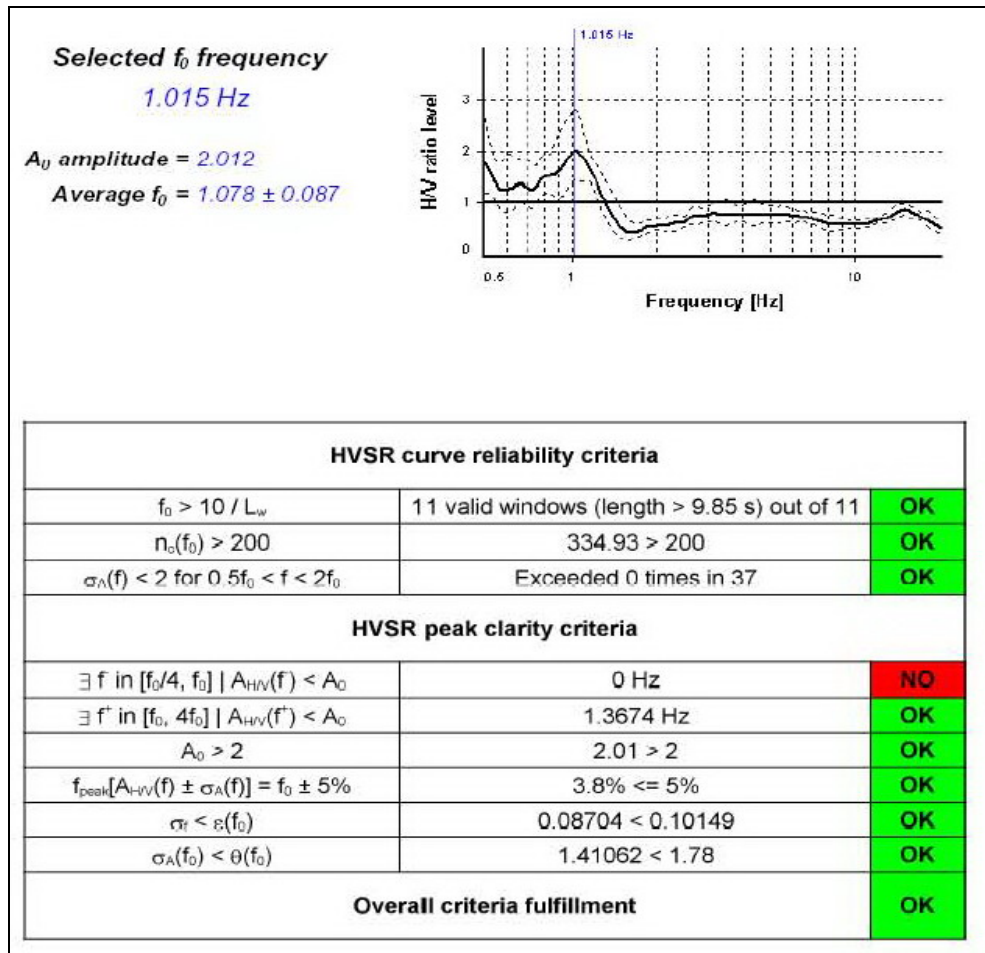


Spettri H/V ottenuti dalle varie prove a stazione singola, eseguita con differente larghezza (in s) delle finestre di analisi.

Tutte le prove eseguite con larghezza delle finestre di 20 secondi sono classificabili in classe A2, ossia curve affidabili (per superamento delle condizioni richieste in *Curve Reliability Criteria*), che non presentano picchi chiari e significativi nell'intervallo di interesse ingegneristico (mancato superamento di almeno 5 delle 6 condizioni richieste in *HVSR peak clarity criteria - Overall criteria fulfillment*).

Rientrano invece in classe A1 le prove eseguite utilizzando finestre di analisi di 45-50 secondi, laddove si delinea un valore di fo prossimo a circa 0,23 Hz, che potrebbe ricondursi a un contrasto di rigidità molto profondo (>4-500 m). In realtà è opportuno

sottolineare che altre prove eseguite in altri siti dell'aeroporto, più distanti dalle aree operative, mostrano un contrasto di rigidità, seppure non molto marcato, che si manifesta al passaggio dalle coperture al substrato pleistocenico ghiaioso e successiva formazione argillosa pliocenica di base, che in queste zona sono individuati a partire da circa 70 m di profondità.



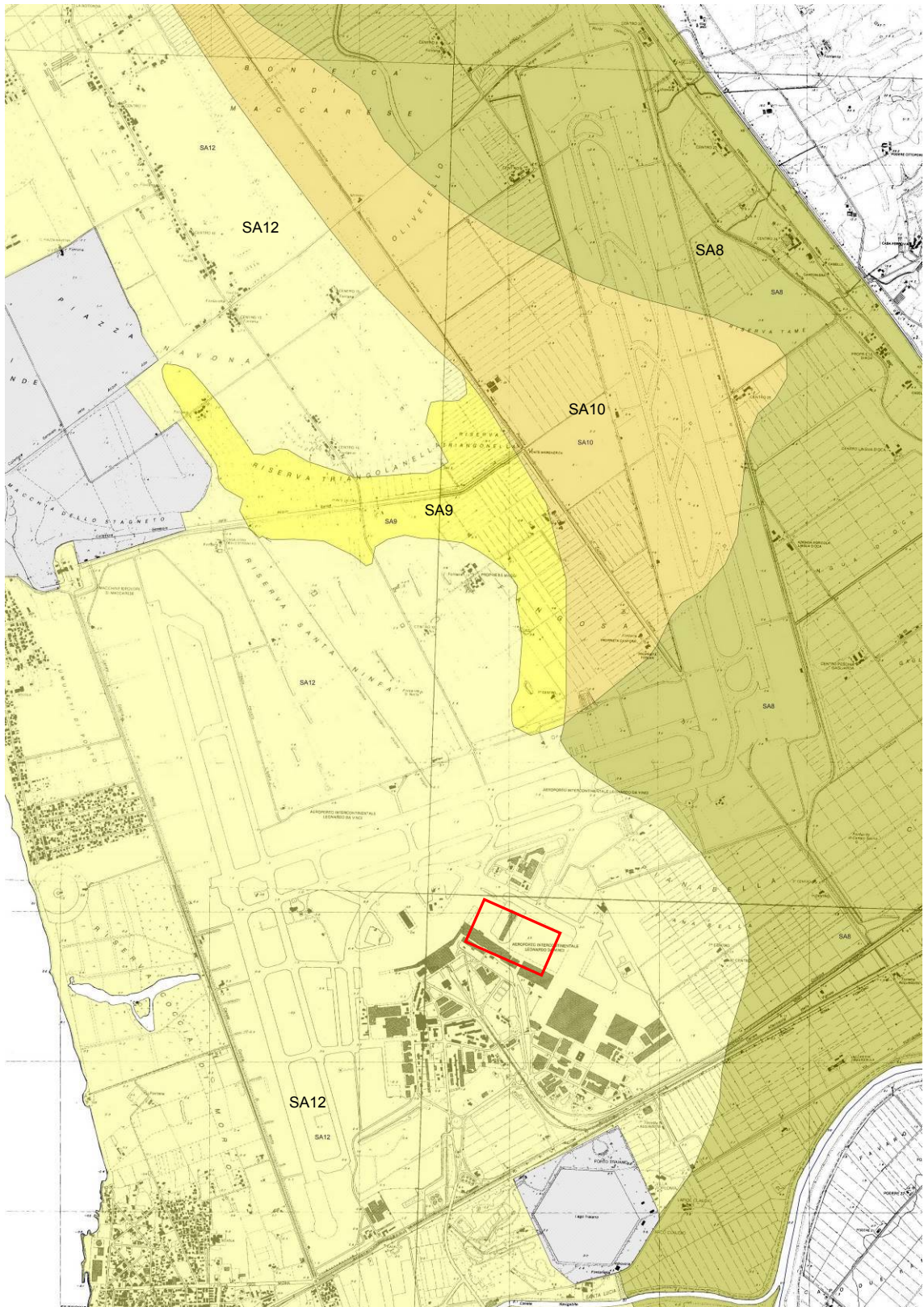
Esempio di spettro H/V ottenuto nei pressi dei Piazzali 200, a circa 400 m di distanza alle opere di progetto. In tale sito si individua una frequenza di risonanza compatibile con il passaggio tra coperture e substrato plio-pleistocenico.

A tale proposito si ricorda che l'area di progetto e aree limitrofe sono caratterizzate da campi di rumore piuttosto persistenti, come confermato dalla presenza di amplificazioni sismiche a basse frequenze nelle restituzioni H/V.

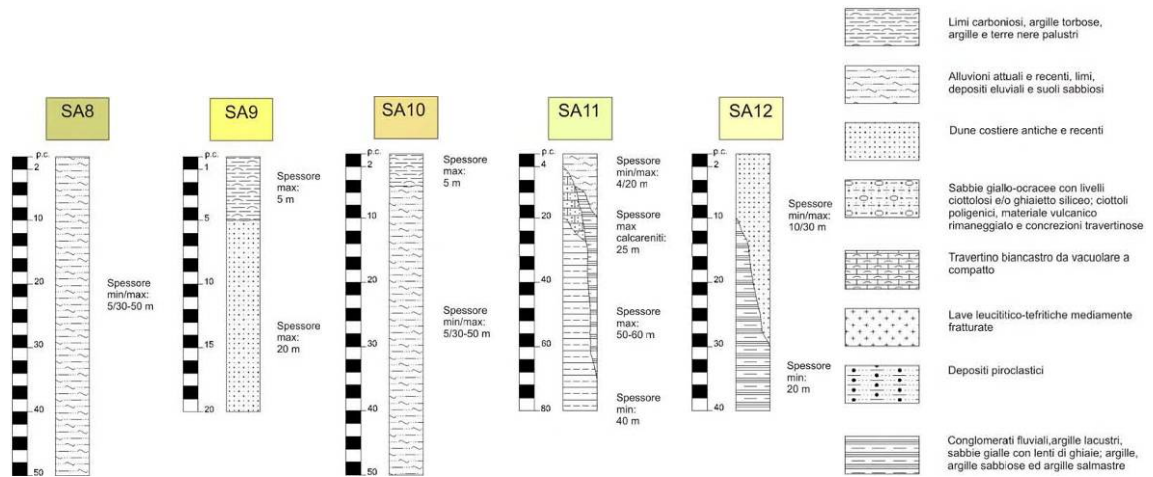
6.2.3 Microzonazione e classi di rischio nell'area di studio

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, 2013; Comune di Fiumicino, 2012).



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 più prossima alle opere di progetto.



(continua da figura precedente) Tipologico di colonne stratigrafiche identificanti le differenti Fasce di Microzonazione (Comune di Fiumicino, 2012)

L'area di progetto (Hub Est lotti 1-2) ricade interamente nella fascia SA12, il cui tipologico di profilo stratigrafico prevede una successione di depositi sabbiosi costieri, di spessore variabile da 10 a 30 m, sovrapposti a depositi lagunari costieri prevalentemente fini.

7 ASPETTI GEOLOGICI DI INTERESSE PROGETTUALE

La presente relazione ha descritto gli aspetti geologici, idrogeologici e sismici relativamente alle opere di progetto indicate come Hub Est lotti 1 – piazzali e Hub Est lotto 1-Strutture, e comprendenti varie opere in elevazione attigue tra loro:

- nuovo molo A, ampliamento avancorpo T1, nuova passerella di collegamento T1 – molo A; n. 9 torri faro di altezza pari a 35 m.

I temi trattati nella relazione sono pertinenti anche alle aree interessate dal progetto Hub Est lotto 2 adiacente.

La ricostruzione geologica eseguita nei pressi dell'area di interesse progettuale evidenzia i seguenti elementi d'interesse:

- i terreni investigati con le indagini geognostiche rivelano, sotto le pavimentazioni aeroportuali, dei depositi granulari recenti, di origine dunare e costiera, da poco a mediamente addensati, estesi fino a 20 e 25 m di profondità. Più in profondità si sviluppano, fino a circa 70 m di profondità, depositi fini e compressibili, di origine lagunare - palustre e marino costiera. In relazione all'estensione e all'importanza delle opere in elevazione previste occorre considerare opportunamente gli effetti che tali depositi inducono sulle opere di fondazione in termini di cedimenti e capacità portante.
- I depositi fini e compressibili di cui sopra contengono localmente dei livelli e degli strati sabbiosi di spessore decimetrico e metrico, al cui interno possono concentrarsi sacche di gas dotate di pressioni talvolta considerevoli e buona persistenza; ciò deve indurre le opportune cautele nella scelta delle fondazioni profonde e nella cantierizzazione delle opere di scavo, anche in relazione al chimismo ed alla tossicità dei gas suddetti (CO₂, CH₄, ecc.), che deve essere opportunamente monitorato.
- Gli studi di microzonazione prodotti nell'ambito della prevenzione sismica territoriale, indicano che i terreni oggetto di indagine sono riconducibili a *zone stabili ma suscettibili di amplificazione sismica*, per le quali si identifica una *media pericolosità geologica*, e una *classe di rischio variabile da media (per opere in classe II quali le torri faro) a medio - alta* (se riferita alle opere progettuali in classe

III o IV, quali il nuovo Molo, l'avancorpo del terminal T1 e la passerella di collegamento). Ciò induce alla necessità di opportune valutazioni geotecniche nei riguardi dei rischi di liquefazione dei sedimenti (con particolare riguardo a quelli sabbiosi) e nella opportuna valutazione della trasmissione delle sollecitazioni sismiche alle opere di progetto. La categoria sismica del suolo di fondazione è di tipo C.

- La falda freatica risulta molto superficiale, così come in tutta la piana circostante l'intera area aeroportuale, compresa tra -2,5 e -4 m da p.c., in relazione alla stagionalità. Il deflusso delle acque è comunque garantito e controllato 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. In fase di progettazione di eventuali scavi provvisori sotto falda sarà opportuno prevedere gli opportuni accorgimenti in considerazione delle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero superficiale, anche secondo quanto indicato dalle risultanze delle prove di emungimento.

BIBLIOGRAFIA

ADR (2013). Sistema di scarico delle acque emunte - All. 1: Caratterizzazione dell'acquifero - Elaborato cartografico 1:5.000: Piano di indagini.

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 CO₂ on the Tyrrhenian 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). Fundaments for a geomorphological overview on Roma and its surroundings. *Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, III (2), 105-121.

Boni C.F., Bono P., Capelli G. (1986). Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale. *Mem. Soc. Geol. It.* , 35 (2): 991-1012.

Capelli G., Mazza M., Gazzetti G. (2005). Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio. *Gli acquiferi vulcanici*. Pitagora Editrice Bologna.

Capelli G, Mastrorillo 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 - (a cura di) Locati M., Camassi R., Stucchi E. (2011). DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>)

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

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/>)