



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E
DEI TRASPORTI



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

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE - "AMERIGO VESPUCCI"

Opera

PROJECT REVIEW - PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento Completo

VARIANTI URBANISTICHE - VAR
VAR2 - COMUNE DI FIRENZE -

Relazione descrittiva delle indagini geologico-tecniche e norme tecniche di attuazione

Livello di Progetto

STUDIO AMBIENTALE INTEGRATO

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE COMPLETO
SAI	00	MARZO 2024	-	FLR-MPL-SAI-VAR2-001-GL-RT_Rel Ind Geo e NTA Firenze
				TITOLO RIDOTTO
				Rel Ind Geo e NTA Firenze

00	03/2024	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS	M. SANI	C.NALDI	L. TENERANI
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p>ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p>DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p>  <p>TERRA & OPERE S.R.L. SOCIETÀ D'INGEGNERIA CONSULENZE GEOLOGICHE</p> <p>SUPPORTO SPECIALISTICO Dott. Geol. Michele Sani Ordine dei Geologi della Toscana n°383</p>
<p>POST HOLDER PROGETTAZIONE Ing. Lorenzo Tenerani</p>	<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli ingegneri di Massa Carrara n° 631</p>	
<p>POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito</p>		
<p>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini</p>		

GRUPPO DI LAVORO

responsabile di commessa e coordinamento
dr. geol. Michele Sani

collaborazione
testi: dr. geol. Fabio Picchi
figure e tavole: dr. geol. Paride Bigazzi

INDICE

1. PREMESSA	6
1.1. Scopo del lavoro	6
1.2. Descrizione degli interventi	8
2. CARTA GEOLOGICA	9
2.1. Evoluzione tettonica del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia	9
2.2. Geologia dell'area in studio	11
2.2.1. Depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati (bna)	11
2.2.1.1. bna1 e bna2	11
2.2.2. Depositi alluvionali attuali (b)	12
2.2.3. Depositi antropici, terreni di riporto, bonifica per colmata (h5)	12
3. GEOMORFOLOGIA	12
3.1. Carta geomorfologica	12
3.1.1. Forme di origine antropica	12
3.1.2. Forme dovute e processi fluviali	13
4. DATI DI BASE	13
5. IDROGEOLOGIA	13
5.1. Aspetti idrogeologici generali	13
5.2. Carta idrogeologica	14
5.3. Superficie piezometrica	15
6. ELEMENTI CONOSCITIVI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO	17
6.1. Introduzione	17
6.2. Carte per la Microzonazione Sismica	18
6.3. Carta geologico - tecnica per la Microzonazione Sismica	18
6.3.1. Sezioni geologico - tecniche	19
6.4. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica	19
6.4.1. Carta delle frequenza fondamentali dei depositi	20
6.5. Carte di Microzonazione Sismica di Livello 2 e di Livello 3	21
7. CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	21
8. CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	22
9. CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA	23
10. FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI	24
10.1. Generalità	24
10.2. Criteri di fattibilità per il nuovo Terminal passeggeri e opere connesse	26
10.2.1. Criteri di fattibilità geologica	26
10.2.2. Criteri di fattibilità sismica	26
10.2.3. Criteri di fattibilità idraulica	26
10.3. Criteri di fattibilità per l'ampliamento del piazzale Apron 100	27
10.3.1. Criteri di fattibilità geologica	27
10.3.2. Criteri di fattibilità sismica	27
10.3.3. Criteri di fattibilità idraulica	27
10.4. Criteri di fattibilità per il nuovo asse est ciclabile	27
10.4.1. Criteri di fattibilità geologica	28
10.4.2. Criteri di fattibilità sismica	28

10.4.3. Criteri di fattibilità idraulica	28
10.5. Criteri di fattibilità per gli edifici Area Cargo e Centrale tecnologica	28
10.5.1. Criteri di fattibilità geologica	28
10.5.2. Criteri di fattibilità sismica	29
10.5.3. Criteri di fattibilità idraulica	29
10.6. Criteri di fattibilità per il Parco Fotovoltaico	29
10.6.1. Criteri di fattibilità geologica	29
10.6.2. Criteri di fattibilità sismica	30
10.6.3. Criteri di fattibilità idraulica	30
10.7. Criteri di fattibilità per i nuovi edifici detti “Opere Minori” interni al sedime aerportuale	30
10.7.1. Criteri di fattibilità geologica	30
10.7.2. Criteri di fattibilità sismica	30
10.7.3. Criteri di fattibilità idraulica	31
10.8. Criteri di fattibilità per il nuovo parcheggio multipiano	31
10.8.1. Criteri di fattibilità geologica	31
10.8.2. Criteri di fattibilità sismica	31
10.8.3. Criteri di fattibilità idraulica	32
11. APPENDICE – FIGURE	33

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Ubicazione degli interventi previsti oggetto della presente variante urbanistica (scala 1:10.000).	34
Figura 2 - Carta geologica del Piano Strutturale vigente.	35
Figura 3 - Carta geologica del Piano Strutturale adottato.	36
Figura 4 - Carta geomorfologica del Piano Strutturale vigente.	37
Figura 5 - Carta geomorfologica del Piano Strutturale adottato.	38
Figura 6 - Carta idrogeologica del Piano Strutturale vigente.	39
Figura 7 - Carta idrogeologica del Piano Strutturale adottato.	40
Figura 8 - Carta delle frequenze dei depositi del Piano Strutturale adottato.	41
Figura 9 - Carta geologico tecnica del Piano Strutturale adottato.	42
Figura 10 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica del Piano Strutturale adottato.	43
Figura 11 - Carta della Microzonazione Sismica di Livello 2 del Piano Strutturale adottato.	44
Figura 12 - Carta della Microzonazione Sismica di Livello 3 del Piano Strutturale adottato.	45
Figura 13 - Carta delle aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale vigente.	46
Figura 14 - Carta delle aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale adottato.	47
Figura 15 - Carta delle aree a pericolosità sismica locale del Piano Strutturale vigente.	48
Figura 16 - Carta delle aree a pericolosità sismica locale del Piano Strutturale adottato.	49
Figura 17 - Carta delle aree a pericolosità idraulica (stato attuale).	50
Figura 18 - Carta delle aree a pericolosità idraulica (stato di progetto).	51

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Suddivisione in classi di permeabilità dei terreni affioranti nell'area in esame. 15

* * *

1. Premessa

1.1. Scopo del lavoro

La presente relazione geologica di fattibilità è finalizzata a produrre idonee indagini geologico – tecniche di supporto alla variante urbanistica delle opere del Masterplan Aeroportuale 2035, ricadenti nel Comune di Firenze. Per l'esecuzione degli elaborati tecnici si è fatto riferimento alla normativa regionale vigente rappresentata dal Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30 gennaio 2020, n. 5R *Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche* e dalla Delibera della Giunta Regionale 20 gennaio 2020, n. 31 *Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche*. Tali normative, in attuazione dell'articolo 104 della Legge Regionale del 10 novembre 2014, n. 65 *Norme per il governo del territorio*, disciplinano la formazione degli strumenti necessari alla pianificazione territoriale e urbanistica. In particolare, regolarizzano le direttive per la predisposizione di analisi e approfondimenti tecnici, denominati indagini, finalizzate a:

- verificare la pericolosità del territorio per la quale devono essere presi in considerazione gli aspetti geologici, valutando la presenza di fenomeni franosi attivi e potenziali, i fenomeni erosivi e la morfo-dinamica del territorio in esame, gli aspetti sismici considerando le deformazioni dovute ai movimenti delle faglie, i processi di liquefazione e i fenomeni di amplificazione sismica locale e gli aspetti idraulici che tengono presente la distribuzione del reticolo idrografico e il relativo rischio alluvionale;
- definire i criteri necessari per l'individuazione delle classi di pericolosità o di rischio, che identifichino aree omogenee classificandole secondo una scala di pericolosità da bassa, media, elevata a molto elevata con riferimento agli aspetti geologici, idraulici e sismici;
- verificare la fattibilità degli interventi di trasformazione del territorio previsti dal piano urbanistico per mitigare tali rischi.

Con il presente studio sono state quindi valutate le caratteristiche geologiche, morfologiche e di stabilità, idrogeologiche, litologiche e litotecniche, stratigrafiche e idrauliche dell'area in esame; i risultati del lavoro sono rappresentati negli elaborati cartografici elencati di seguito:

- carta dell'ubicazione degli interventi (figura 1);
- carta geologica del Piano Strutturale vigente (figura 2);
- carta geologica del Piano Strutturale adottato (figura 3)
- carta geomorfologica del Piano Strutturale vigente (figura 4);
- carta geomorfologica del Piano Strutturale adottato (figura 5);
- carta idrogeologica del Piano Strutturale vigente (figura 6);
- carta idrogeologica del Piano Strutturale adottato (figura 7);
- carta delle frequenza dei depositi del Piano Strutturale adottato (figura 8);
- carta geologico - tecnica per la Microzonazione Sismica del Piano Strutturale adottato (figura 9);
- carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Piano Strutturale adottato (figura 10);
- carta della Microzonazione Sismica di Livello 2 del Piano Strutturale adottato (figura 11);
- carta della Microzonazione Sismica di Livello 3 del Piano Strutturale adottato (figura 12);
- carta della aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale vigente (figura 13);
- carta della aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale adottato (figura 14
- carta delle aree a pericolosità sismica locale del Piano Strutturale vigente (figura 15);
- carta delle aree a pericolosità sismica locale del Piano Strutturale adottato (figura 16);
- carta della aree a pericolosità idraulica (figure 17 e 18).

Si precisa che gli elaborati cartografici appena citati, ad esclusione delle carte di pericolosità idraulica, sono stati ripresi dalle indagini geologico tecniche di supporto allo strumento urbanistico comunale (2015 variante al PS 2010) vigente e per quanto riguarda il Piano Strutturale adottato e dagli studi Geoeco Progetti e GEOTECNO per quanto riguarda gli elaborati del Piano Strutturale adottato. Gli elaborati della Microzonazione Sismica sono stati predisposti dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze. Gli elaborati di cui alle indagini geologico tecniche di supporto al Piano Strutturale vigente sono stati redatti secondo il DPGR 25 ottobre 2011, n. 53/R *Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche*. Gli elaborati di cui alle indagini geologico tecniche di supporto al Piano Strutturale adottato sono stati redatti secondo il DPGR 30 gennaio 2020, n. 5/R *Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il*

governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

Le carte delle aree a pericolosità idraulica sono state redatte ai sensi della Legge Regionale 24 luglio 2018 n. 41 avente come oggetto *Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.*

Inoltre nell'allegato fuori testo “Estratti delle cartografie vigenti” (elaborato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base*) sono contenuti i seguenti elaborati del *Piano Strutturale 2015 “Variante al PS 2010”* (approvato con Deliberazione CC 2015/00025 del 02/04/2015):

- carta del fattore di amplificazione sismico locale.
- carta geologico tecnica per la microzonazione sismica;
- sezione geologico – tecnica n. 5;
- carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS);
- carta delle frequenze fondamentali dei depositi;
- carta della aree a pericolosità sismica locale.

riportando la porzione di territorio interessata dalla variante in oggetto.

Ciascun elaborato è stato prodotto considerando un intorno più ampio dell'area sottoposta a variante, con un'estensione ritenuta esaustiva in relazione all'obiettivo prestabilito.

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di definire, sulla base dello studio svolto, la fattibilità degli interventi proposti in relazione agli aspetti geologici, idraulici e sismici.

1.2. Descrizione degli interventi

Le presenti indagini geologico – tecniche hanno come oggetto i seguenti interventi del Masterplan Aeroportuale 2035 dell'Aeroporto Internazionale Amerigo Vespucci di Firenze, ubicati nel territorio comunale di Sesto Fiorentino (gli interventi sono stati riportati su tutte le tavole): (figura 1):

1. Nuovo Terminal passeggeri e opere connesse (fra cui gli interventi per la gestione del rischio idraulico comprensivi della vasca di autocontenimento idraulico a servizio della Caserma

Marescialli, la vasca di autocontenimento idraulico a servizio del Terminal, il canale di gronda per la gestione del rischio derivante dal Canale di Cinta Orientale)

2. ampliamento del piazzale Apron 100
3. nuovo asse est ciclabile (in parte ricadente nel comune di Sesto Fiorentino)
4. edifici Area Cargo e Centrale Tecnologica (in parte nel comune di Sesto Fiorentino)
5. Parco Fotovoltaico (in parte nel comune di Sesto Fiorentino)
6. nuovi edifici detti "Opere Minori" interni al sedime aeroportuale (Hangar Aeroclub, Alloggi Guardia di Finanza, Edificio Catering, Hangar Aviazione Generale, Hangar Officina mezzi, Edifici logistica, Locali tecnici, Hangar "A", Hangar "B", Hangar "C")
7. nuovo parcheggio Multipiano.

2. Carta geologica

Per quanto riguarda le Carte geologiche (figura 2 e 3) sono state redatte entrambe partendo dalla cartografia geologica di nuovo impianto relativa alla Carta Geologica Regionale della Regione Toscana – Servizio Geologico Regionale (*Progetto Carg*) e sono state disegnate sulla base topografica in scala 1:10.000.

2.1. Evoluzione tettonica del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia

Il bacino di Firenze-Prato-Pistoia, posto ad una quota media di 45 m s.l.m., si sviluppa in direzione NW-SE per una lunghezza di 45 km e una larghezza massima di circa 10 km. Esso è delimitato a nord-nord-est dai Monti della Calvana e dal Monte Morello, con altitudine di circa 900 m s.l.m. e a sud-sudovest dal Montalbano con altitudine di oltre 600 m s.l.m.. In questo contesto geografico è prevista la realizzazione degli interventi in progetto. Il bacino di Firenze-Prato-Pistoia presenta una geometria a semi-graben fortemente asimmetrica, con un margine nord-orientale molto acclive, in corrispondenza della faglia principale di Fiesole e da una rampa di raccordo poco inclinata localmente interessata da faglie minori sul versante sud-occidentale. I depositi di riempimento del bacino si sono sviluppati con ampi delta e fan-delta clastici sviluppati alla base del sistema di faglie maggiori. In questo tipo di bacini il sollevamento tettonico dei margini, e il corrispondente allargamento del drenaggio fluviale, portano alla formazione di potenti sequenze sedimentarie clastiche grossolane in corrispondenza delle aree centrali. Nel dettaglio, dal punto di vista tettonico-geometrico, l'area di Firenze è caratterizzata dalla presenza di una fascia interessata da più faglie disposte a gradinata e in parte sepolte al di

sotto dei depositi fluvio-lacustri villafranchiani, localizzata nell'area pedemontana a nord della pianura di Firenze, e dalla presenza delle faglie sepolte Castello-Scandicci e Maiano-Bagno a Ripoli che interessano il substrato pre-lacustre, trasversalmente al bacino. Le faglie controllano la morfologia dell'area fiorentina determinando, rispetto al basso morfologico-strutturale della pianura di Firenze, l'alto delle colline di Castello-Trespiano-Fiesole nel settore settentrionale, e delle colline di Bellosguardo-Arcetri-San Miniato a Monte a sud della città. L'area fiorentina risulta quindi delimitata a nord da lineamenti tettonici paralleli con direzione NNO-SSE, che hanno giocato come faglie a movimento verticale distensivo determinando lo sviluppo del bacino fluvio-lacustre con il ribassamento del blocco meridionale. La principale attività delle faglie è riferita a un periodo anteriore al Pliocene inferiore, periodo in cui si è determinato il maggiore movimento verticale; successivamente si è registrata una ripresa di movimenti al tetto del Pliocene inferiore, a cui è associato il movimento verticale responsabile dell'origine della depressione lacustre, e un'ultima pulsazione al termine del Villafranchiano, che ha determinato il sollevamento del blocco di Firenze rispetto al resto del lago e ha stabilito i rapporti tettonico-geometrici attuali. La master fault, a cui viene attribuito il principale movimento verticale, è manifestata da una scarpata tettonica che ha determinato lo sviluppo dei ripidi versanti meridionali delle colline di Castello-Monte Rinaldi-Fiesole; in realtà si tratta di una zona interessata da varie faglie disposte a gradinata, di cui solo la più orientale affiora con la scarpata degradata dei versanti di Fiesole, mentre le altre sono sepolte sotto i depositi villafranchiani di San Domenico, o addirittura sotto l'area delle Cure-Campo di Marte. Tali faglie sono dislocate da lineamenti tettonici trasversali che interessano il substrato con generali direzioni NNE-SSO, e il cui movimento risulta prevalentemente verticale distensivo. Le faglie a carattere prevalentemente distensivo, di Castello-Scandicci a ovest e di Maiano-Bagno a Ripoli a est, sono risultate attive a più riprese a partire dal Pliocene inferiore, giocando successivamente, verso la fine del Villafranchiano, un ruolo determinante per il sollevamento dell'area fiorentina rispetto al restante bacino lacustre. Questi elementi strutturali hanno sollevato la pianura di Firenze, ribassando il blocco a NO nel caso della faglia occidentale, e il blocco a SE per la faglia orientale con un rigetto globale stimabile in alcune centinaia di metri. Nel Villafranchiano sono state documentate due fasi tettoniche lungo tali lineamenti, probabilmente in regime compressivo, in accordo con evidenze regionali. Nella zona nord-orientale dell'area fiorentina lungo le colline di Fiesole-Monte Rinaldi, il motivo strutturale è

dato da una piega anticlinale con asse orientato NO-SE, delimitato a SO dalla omonima zona di faglia che mette in contatto le arenarie torbiditiche del Macigno con i depositi recenti fluvio-lacustri; la struttura è interessata da faglie minori ad andamento NE-SO e prevalente movimento verticale. L'assetto tettonico delle Unità Liguri affioranti a NO di Firenze e nell'area meridionale, è dato da una blanda monoclinale immergente in genere verso N-NE di valori medi (<40°). I depositi lacustri Villafranchiani risultano dislocati dalle faglie sinsedimentarie trasversali al bacino, ma mantengono una giacitura sub-orizzontale su entrambi i blocchi dislocati; i depositi alluvionali recenti e attuali sono ancora in giacitura primaria. Per nessuna delle faglie presenti nella zona ci sono indizi geologici di attività tettonica più recente di circa 500.000 anni.

2.2. Geologia dell'area in studio

Nell'area oggetto della presente relazione affiorano i Depositi Olocenici, rappresentati dai Depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati (bna), dai Depositi alluvionali recenti (b) e dai Depositi antropici, terreni di riporto, bonifica per colmata (h5), come mostrato nella carta geologica riportata nella figura 2.

Nei paragrafi seguenti si descrivono brevemente le unità geologiche presenti, dalla più antica alla più recente.

2.2.1. Depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati (bna)

Si tratta di depositi di origine alluvionale costituiti da ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali, di 1° ordine (bna1) e di 2° ordine (bna2) i quali compongono la quasi totalità dei terreni affioranti nell'area della carta geologica. Gli interventi oggetto della presente variante urbanistica saranno realizzati interamente su questi depositi tranne una limitata porzione.

2.2.1.1. bna1 e bna2

Dall'esame della documentazione inerente le indagini a disposizione si evince che, dal punto di vista meramente litologico, nell'area interessata dai lavori in progetto affiorano, al di sotto di alcuni decimetri di terreno vegetale o in alcuni casi, di terreno di riporto, limi, limi argillosi, argille limose e argille, a tratti debolmente sabbiosi. Il colore del terreno in posto nelle porzioni più superficiali è ocra, beige o bruno.

2.2.2. Depositi alluvionali attuali (b)

Sono costituiti da ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti a evoluzione con ordinari processi fluviali, nella zona in studio sono presenti negli alvei sia naturali che artificiali del reticolo idrografico.

2.2.3. Depositi antropici, terreni di riporto, bonifica per colmata (h5)

L'unità raggruppa tutti quei depositi connessi con l'attività umana. Comprende quindi terreni di riporto, rilevati stradali, terreni di bonifica per colmata. In particolare, nell'area investigata, essi costituiscono i rilevati delle opere infrastrutturali.

3. Geomorfologia

L'area oggetto delle presenti indagini geologico – tecniche è ubicata nella porzione occidentale del territorio comunale di Firenze, ed è delimitata dal confine con il territorio comunale di Sesto Fiorentino a ovest e a nord, e dall'Autostrada A11 a sud. L'area è pianeggiante ed è posta tra le quote di circa 36 e 39 m s.l.m..

3.1. Carta geomorfologica

La prima informazione contenuta nella Carta geomorfologica è di tipo litologico: si tratta della tessitura prevalente dei depositi, stimata sia dalle stratigrafie di campagna sia sulla base di dati analitici (analisi granulometriche su campioni indisturbati con Classificazione A.G.I.). Come si può osservare siamo in presenza di argille inorganiche. In particolare per la maggior parte della zona in studio si tratta di argilla con limo e, subordinatamente, limo con argilla.

Nell'elaborato sono inoltre rappresentate le forme, i depositi e i processi geomorfologici che interessano l'area indagata seppure, in relazione all'andamento della superficie topografica, il terreno in esame non presenti elementi particolarmente significativi. Le forme individuate sono state classificate in base all'origine e distinte in due gruppi che vengono di seguito descritti.

3.1.1. Forme di origine antropica

Tra le forme legate all'attività antropica si osservano numerosi riporti, in particolare quelli stradali (autostrada e linea ferroviaria cartografati come Depositi antropici, terreni di

riporto, bonifica per colmata. Inoltre è presente una cava inattiva (lago di Peretola).

3.1.2. Forme dovute e processi fluviali

In questo gruppo rientrano le forme e i processi dovuti all'azione delle acque superficiali. Il contatto geologico tra le due unità affioranti (bna1 e bna2 – figura 2), coincide con il limite della deposizione della conoide alluvionale cartografata.

4. Dati di base

Nell'elaborato (*FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base*) sono riportate i dati di base che furono eseguiti nell'ambito del progetto del Masterplan Aeroportuale 2014-2029. Per ogni scheda predisposta sono stati indicati il numero progressivo, la data dell'indagine, la località di indagine, il riferimento al progetto cui si riferisce, la quantità e il tipo di indagini e i certificati presenti.

5. Idrogeologia

5.1. Aspetti idrogeologici generali

La falda nell'area fiorentina è posizionata in corrispondenza dei Depositi Alluvionali Recenti (Orizzonte “Firenze 2” secondo la suddivisione riportata in Capecchi F., Guazzone G. & Pranzini G., 1976 - *Ricerche geologiche e idrogeologiche nel sottosuolo della pianura di Firenze*, Boll. Soc. Geol. It., XCVI (4), 1975, 661-692) oppure, nella zona delle Cascine-Osmannoro, nei Depositi Alluvionali Antichi (Orizzonte “Firenze 3”); l'acquifero più superficiale (Orizzonte “Firenze 2”) può essere rinvenuto nella maggior parte della pianura. Solo nella porzione occidentale del territorio comunale di Firenze, lungo una linea pressappoco coincidente con la Via Pistoiese, i ciottolami e le ghiaie alluvionali recenti lasciano spazio, verso nord, ai limi e alle argille di natura lacustre o palustre; il Fiume Arno non ha infatti scavato ed eroso i sedimenti fluvio-lacustri precedenti e così il primo acquifero riscontrabile nell'area dell'Osmannoro è ubicato nei Depositi Alluvionali Antichi.

Gli acquiferi sopra elencati sono caratterizzati da porosità primaria acquisita durante la loro genesi e dal punto di vista granulometrico sono composti da ciottoli, ghiaia e sabbia, con una percentuale variabile di matrice limoso-argillosa. Quest'ultima componente influenza indubbiamente il valore della conducibilità idraulica (permeabilità). Tramite diverse tipologie di indagine, sono stati calcolati valori di permeabilità risultati variabili tra $10^{-3} \div 10^{-7}$ m/s. La falda è

di tipo libero nella maggior parte della piana di Firenze, quindi il livello freatico e quello piezometrico corrispondono. Invece, ai margini della piana, dove sono presenti maggiori spessori degli intervalli superficiali composti dai limi di esondazione, la falda è di tipo semi-confinato (o addirittura confinato) e la superficie freatica si attesta a quote prossime alla superficie topografica. A nord di via Pistoiese la prima falda può essere considerata confinata, dato che le ghiaie dell'acquifero (Orizzonte Firenze 3) sono coperte da almeno 16 m di terreno a bassa permeabilità. Analogamente confinate sono le falde ubicate nei livelli permeabili della successione fluvio-lacustre, costituiti da ghiaie e sabbie, spesso con matrice limosa abbondante. Nelle lenti di ghiaie e sabbie che si rinvergono all'interno dei depositi lacustri delle argille azzurre, appartenenti al Sintema del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia, sono ubicate falde confinate, peraltro alimentate con difficoltà dal fatto di essere disperse in potenti serie argillitiche.

Nella piana di Firenze le isofreatiche indicano, come andamento generale, un flusso di falda che dai rilievi collinari si dirige verso il Fiume Arno, con una componente verso ovest in modo concorde con la direzione di flusso dell'Arno. Il gradiente idraulico diminuisce dalle zone pedecollinari verso il centro della valle (da 1,0÷1,5 % a 0,2 %), dovuta all'aumento dei valori di trasmissività dei sedimenti.

5.2. Carta idrogeologica

Per una corretta analisi territoriale, lo studio idrogeologico è di regola opportuno. Per un adeguato studio idrogeologico il primo passo da fare è quello di procedere all'individuazione della permeabilità k delle rocce e dei terreni affioranti, in quanto da questa dipendono in gran parte la distribuzione e la circolazione idrica del sottosuolo.

La permeabilità dei terreni affioranti nel territorio interessato dalla variante urbanistica in oggetto non è stata misurata né in laboratorio né in campo, ma è stata stimata sulla base degli elementi da cui questa dipende (densità del reticolo idrografico, distribuzione e portata delle sorgenti, litologia delle formazioni geologiche, informazioni derivate dai pozzi e strutture delle formazioni geologiche). Le classi di permeabilità derivate da questa analisi non forniscono quindi valori numerici del coefficiente di permeabilità k , ma solamente indicazioni di tipo qualitativo.

Le formazioni geologiche affioranti nell'area indagata (§ 2.2, figura 2 e 3) sono state

accorpate secondo la loro permeabilità, con i criteri riportati nella tabella 1. La permeabilità delle unità presenti, trattandosi di terreni sciolti, è dovuta alla loro porosità primaria, legata alla presenza di pori tra le particelle del terreno, acquisita al momento della deposizione.

Classe	Terreni permeabili per porosità primaria	Permeabilità
1	Depositi antropici, terreni di riporto, bonifica per colmata (h5)	molto bassa
2	Depositi alluvionali recenti terrazzati (bna1 e bna2)	bassa
3	Depositi alluvionali attuali (b)	media
4	-	alta
5	-	molto alta

Tabella 1 - Suddivisione in classi di permeabilità dei terreni affioranti nell'area in esame.

L'area in cui verranno realizzate le opere in progetto ricade su un terreno caratterizzato da una permeabilità bassa.

5.3. Superficie piezometrica

Durante l'esecuzione delle indagini all'interno dell'areale interessato dalle opere previste dal Masterplan 2014-2029 dell'Aeroporto Amerigo Vespucci, solo in alcuni sporadici casi è stata rinvenuta acqua. La spiegazione dell'acqua rinvenuta sta nel fatto che il sottosuolo dell'area esaminata, costituito da terreni fine in massima parte rappresentati da argille e limi, è un acquicludo in cui si può avere, nelle stagioni delle piogge, presenza di acqua di ritenzione a causa dell'alta porosità, ma questa acqua non circola in quanto la porosità efficace è molto bassa, dell'ordine di pochi punti percentuali. Ciò premesso è comunque opportuno fare alcune precisazioni in merito alle interferenze eventualmente presenti e prevedibili tra gli interventi in progetto, oggetto della variante in esame, e le acque di sottosuolo.

La zona in studio presenta schematicamente le seguenti caratteristiche idrogeologiche:

- superficialmente è presente un livello dello spessore massimo di un paio di metri al di sotto del piano di campagna, che a seconda della stagione, può essere interessato da saturazione alla profondità compresa tra 0 e 1,5 m; questo livello non ha alcun valore e interesse dal punto di vista della risorsa idrica;

- al di sotto di 2,0 m di profondità dal p.c. fino alla profondità di almeno 25 m non è mai stata registrata presenza di una falda;
- il livello in cui ha sede la falda principale della pianura fiorentina è identificato con la parte inferiore del Sintema del Fiume Arno¹ (Orizzonte Firenze 2² nella suddivisione precedentemente citata) e con il Sintema di Firenze³ (Orizzonte Firenze 3⁴) che al di sotto dell'area interessata delle presenti indagini geologico - tecniche non risultano essere presenti.

In letteratura sono citate carte che mostrano le misure piezometriche della zona di interesse; è fondamentale sottolineare che le misure eseguite rappresentano dei livelli piezometrici pertanto, nel caso di un acquifero libero, la superficie piezometrica corrisponde alla reale quota della falda freatica, mentre nel caso di un acquifero confinato, o semi confinato, la superficie piezometrica misurata nei pozzi corrisponde a una quota fittizia, non reale, della falda nel terreno: la quota dell'acqua raggiunta nel pozzo, in questo caso, è determinata infatti dalla pressione dovuta alla differenza di carico tra la zona di alimentazione e l'opera di captazione considerata. In altre situazioni, invece, come nel caso del sito in esame, si tratta di semplice acqua di ritenzione, come detto precedentemente. In tale contesto si devono quindi interpretare le misure piezometriche effettuate nell'ottobre 2016 e nel febbraio 2017 nei due piezometri realizzati per la campagna di indagini geognostiche di riferimento per il presente studio (S40, S44 - figura 7). Tali misure indicano una profondità compresa tra 38,4 m s.l.m. (0,80 m dal p.c. in S44) e 36,61 m s.l.m. (1,29 m dal p.c. in S40).

In base a quanto illustrato nelle pagine che precedono, gli scavi previsti per la realizzazione delle opere in progetto nell'area in esame saranno eseguiti in totale assenza di falda o in presenza di sporadici orizzonti idrici non produttivi a carattere del tutto saltuario. Le uniche interferenze che si potranno avere con le acque di sottosuolo saranno con quelle che

¹ Seguendo la classificazione UBSU (*Unconformity-bounded Stratigraphic Units*) è il complesso sedimentario costituito dai depositi d'alveo e di esondazione recenti e attuali della coltre alluvionale deposta dal Fiume Arno e dei suoi affluenti nell'area fiorentina. Corrisponde ai depositi alluvionali recenti.

² Dal punto di vista idrogeologico, l'Orizzonte Firenze 2 per le sue caratteristiche granulometriche e tessiturali, costituisce il corpo acquifero principale dell'area fiorentina, con permeabilità fortemente variabili, nell'ordine dei $10^{-3} \div 10^{-7}$ m/s.

³ Seguendo la classificazione UBSU (*Unconformity-bounded Stratigraphic Units*) è il complesso sedimentario costituito dai ciottolami e ghiaie d'alveo del paleo-Arno e dei paleo-torrenti. Corrisponde ai depositi alluvionali antichi.

⁴ Questo orizzonte presenta permeabilità generalmente più basse dell'Orizzonte Firenze 2, ma può comunque ospitare una significativa circolazione idrica.

stagionalmente vanno a occupare al massimo i primi due metri superficiali al di sotto del piano di campagna e non interesseranno l'acquifero saturo principale in quanto assente nell'area di interesse. In fase di redazione dei progetti esecutivi, sulla base dell'entità degli scavi effettivi, sarà comunque opportuno eseguire valutazioni sulla quantità di acqua sotterranea di ritenzione che può filtrare nelle aree di scavo attraverso le superfici determinate dagli scavi medesimi.

Si fa presente infine che, a causa di piogge forti o persistenti, potrebbero crearsi ristagni superficiali a causa della bassa permeabilità dei terreni affioranti (figura 6).

6. Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico

6.1. Introduzione

La redazione degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 è obbligatoria per tutti i comuni, a eccezione di quelli classificati in zona sismica 4, che intendono predisporre, tra gli altri, nuovi piani strutturali o regolamenti urbanistici. Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 deve essere realizzato in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi ed ha la finalità di determinare, nella pianificazione attuativa, scelte mirate e idonee che tendano ad assicurare la riduzione del rischio sismico. In particolare, la cartografia delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), prodotta con gli altri elaborati previsti per il livello 1, consente di identificare le aree per le quali non sono richiesti studi di approfondimento ed al momento di predisporre la sintesi delle informazioni derivanti da detto studio vengono valutate le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo quattro differenti graduazioni di pericolosità (bassa, media, elevata, molto elevata).

Per quanto riguarda il Comune di Firenze, il quadro conoscitivo del Piano Strutturale approvato nel 2010 conteneva già studi per la valutazione degli effetti sismici locali e di sito, in particolare era presente la *Carta dei possibili effetti sismici locali* (Carta ZMPSL), richiesta dalla normativa allora vigente (D.P.G.R. 27 aprile 2007 n. 26/R) e la valutazione degli effetti di amplificazione tramite la definizione del Fattore di amplificazione sismica (FA) calcolato. Come previsto dal regolamento 53/R/2011, nella fase di revisione del piano strutturale (*Piano Strutturale 2015 "Variante al PS 2010"*, approvato con Deliberazione del CC 2015/00025 del 02/04/2015) gli studi relativi alla microzonazione sismica di livello 1 sono stati integrati secondo

i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'O.D.P.C.M. 3907/2010 e all'ODPCM 52/2013 e negli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (in seguito I&C - MS) redatti dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e dal Dipartimento della Protezione Civile. Gli I&C – MS individuano infatti, in funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, vari livelli di approfondimento degli studi di Microzonazione Sismica con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 (obbligatorio, come già detto), fino al livello 2 e 3 (fasi facoltative). Lo studio di approfondimento eseguito per il Comune di Firenze è corredato dalle cartografie previste dalle *Specifiche tecniche della Regione Toscana* di cui alla D.P.G.R. 971/2013; tali elaborati risultano conformi a quanto indicato dagli *Standard di Rappresentazione* di cui alla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica nella versione 3.0 dell'ottobre 2013. Tra gli elaborati del Piano Strutturale del Comune di Firenze adottato troviamo anche la Carta della Microzonazione Sismica di Livello 3 (redatta nel 2020 e revisionata nel 2021).

Nell'elaborato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base* sono allegate le carte che hanno costituito lo studio di Microzonazione Sismica del Piano Strutturale 2010 come modificato nel 2015.

6.2. Carte per la Microzonazione Sismica

Oltre alle carte tematiche allegate e riportate nell'elaborato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base* (tavola 1/1 Carta del fattore di amplificazione sismico locale (F.A. calcolato), tavola 2/1 Carta delle frequenze fondamentali dei depositi, tavola 3/1 Carta geologico-tecnica per la Microzonazione Sismica, Sezioni geologico – tecniche, tavola 5/1 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica), la presente relazione di fattibilità si basa sui seguenti documenti, tutti estratti dal Piano Strutturale adottato:

- carta delle frequenza dei depositi (figura 8);
- carta geologico tecnica per la Microzonazione Sismica (figura 9);
- carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (figura 10);
- carta della Microzonazione Sismica di Livello 2 (figura 11);
- carta della Microzonazione Sismica di Livello 3 (figura 12);

6.3. Carta geologico - tecnica per la Microzonazione Sismica

La Carta geologico - tecnica per la microzonazione sismica deriva da una revisione delle cartografie geologiche e geomorfologiche esistenti unitamente a tutti i dati litologici,

stratigrafici e litotecnici acquisiti.

La tavola presente nell'estratto in allegato, appartenente al quadro conoscitivo del Piano Strutturale vigente, mostra le isobate della profondità del substrato roccioso, i sondaggi contenuti nell'archivio delle indagini e la distinzione dei terreni in unità geologico-tecniche e l'area di interesse è indicata come unità OL-CL (ghiaie <5%): *limi e limi argillosi con scarsa (5-20%) componente granulare, di colore bruno, con calici (in genere con LL<50).*

La tavola rappresentata in figura 9, appartenente al quadro conoscitivo del Piano Strutturale adottato, riporta la tipologia di terreno (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente palustre) e i pozzi e i sondaggi che non hanno raggiunto il substrato.

6.3.1. Sezioni geologico - tecniche

La carta geologico - tecnica per la microzonazione sismica del quadro conoscitivo del Piano Strutturale vigente, è corredata da sezioni geologico-tecniche utili per la definizione della pericolosità sismica locale. Nell'approfondimento di studio del Comune di Firenze sono state redatte cinque sezioni sulla base di tutti i dati geologico-stratigrafici, litotecnici e geomorfologici disponibili. Nell'allegato fuori testo *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base* è riportato il tratto iniziale della sezione n. 5, che attraversa l'area di interesse per il presente documento. Dalla sezione si può osservare che la stratigrafia del sito in esame è caratterizzata, a partire dal piano di campagna, dalla seguente successione: Alluvioni recenti (a nella sezione), Alluvioni antiche (aa), Sintema di Firenze – Pistoia (FTP), substrato litoide (Formazione di Monte Morello/Formazione di Sillano - UL).

6.4. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (in seguito MOPS) rappresenta l'elaborato principale del livello 1 di approfondimento della microzonazione sismica e viene predisposta sulla base delle informazioni esistenti e finalizzate alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico e dell'elaborazione dei dati geognostici e geofisici disponibili. L'obiettivo di questa carta tematica è quello di suddividere il territorio in zone omogenee dal punto di vista del comportamento sismico, nelle quali sia prevedibile il verificarsi di particolari effetti prodotti dall'azione sismica. La redazione della Carta delle MOPS deve essere effettuata secondo le specifiche tecniche definite negli I&C – MS.

La Carta delle MOPS presente nell'elaborato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base*, facente parte del Piano Strutturale vigente, per l'area di pianura, come quelle della zona in studio, è stata elaborata a partire dalla Carta Litotecnica (facente parte del Piano Strutturale del 2010), integrata con le conoscenze di sottosuolo riassunte nel modello geologico-tecnico 3D dell'area fiorentina elaborato dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze tramite un accordo di collaborazione tra Comune e Università, e di tutti i tematismi geologici e geomorfologici contenuti nella Carta geologico-tecnica. Tra i gruppi di microzone individuati per il territorio fiorentino, l'area oggetto della presente variante urbanistica è caratterizzata (si veda allegato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base*) tra le Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali: zone caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali, depositi alluvionali terrazzati, depositi palustro-fluviolacustri e depositi di conoide alluvionale. In particolare, tra le sottozone nelle quali sono state ulteriormente suddivise le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali in funzione della tipologia e sequenza deposizionale dei depositi e della profondità del substrato, il sito in oggetto ricade nella sottozona n. 9 (si veda la colonna relativa nella legenda della carta in allegato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base*).

Nella figura 10 è riportata la Carta delle MOPS del Piano Strutturale adottato nella quale si può osservare che tutta la zona in cui sorgeranno le opere di cui alla presente variante urbanistica, appartengono alla zona 32 ad eccezione di una piccola porzione ricadente nella zona 31.

6.4.1. Carta delle frequenza fondamentali dei depositi

La carta delle frequenze fondamentali dei depositi del Piano Strutturale vigente Comune di Firenze è stata redatta utilizzando le risultanze della modellizzazione 1D condotta sulle verticali dei sondaggi disponibili e del modello geologico 3D del sottosuolo già citato in precedenza. Nella carta tematica le misure di frequenza sono rappresentate mediante un cerchio di colore diverso in base alla frequenza del picco. Come si osserva nell'elaborato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base* sono disponibili n. 7 misure di frequenza del periodo proprio di primo moto indicate con le sigle C235, C236, C404, U0374, U2672, U2704 e 1606 che risultano tutte comprese nell'intervallo $0,38 \div 0,50$ Hz ad eccezione delle

ultime due (7,51÷10,00 Hz e 10,01÷15,00 Hz rispettivamente). Si ricorda che le misure con picco al di sotto di 0,50 Hz non hanno rilevanza ai fini ingegneristici.

Per quanto concerne la Carta delle frequenze fondamentali dei depositi riportata in figura 8, facente parte del Piano Strutturale adottato del Comune di Firenze, si hanno due sole misure entrambe con $f_0 < 1$.

6.5. Carte di Microzonazione Sismica di Livello 2 e di Livello 3

Il Piano Strutturale adottato del Comune di Firenze contiene la Carta della Microzonazione Sismica di Livello 2 Fa 0,1 – 0,5 s (figura 11) e la Carta della Microzonazione Sismica di Livello 3 Fa 0,1 – 0,5 s (figura 12). Nella prima la stragrande maggioranza dell'area è caratterizzata da FA compreso tra 1,1 e 1,2 s mentre nella seconda tutta area è caratterizzata da FA compreso tra 1,1 e 1,2 s.

7. Carta delle aree a pericolosità geologica

L'Allegato A al D.P.G.R. 53/R/2011 al punto C tratta le valutazioni di pericolosità. Il territorio comunale interessato dagli interventi del Masterplan Aeroportuale 2035 nella Carta delle aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale vigente è caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità, con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nella successiva fase progettuale. Si è proceduto quindi, attraverso le analisi e gli approfondimenti effettuati, alla caratterizzazione delle aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, e a integrarle eventualmente con quelle già individuate nei piani di bacino. Per la stesura della carta è stata attribuita la classe di pericolosità G.3 al Lago di Peretola, assegnando poi al restante territorio la classe G.2, ritenendo che a causa della litologia presente non ci siano gli elementi di garanzia e le condizioni per l'attribuzione della classe G.1. Nella Carta delle aree a pericolosità geologica prodotta (figura 13) le aree interessate dalla presente variante urbanistica sono caratterizzate da pericolosità geologica media G.2. Di seguito si riportano le definizioni delle classi presenti nella cartografia redatta, estratte dal D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n. 53/R:

Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate

da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

Nella Carta delle aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale adottato del Comune di Firenze la classificazione (ai sensi del DPGR 5/R/2020) non cambia, con l'attribuzione della pericolosità G3 al Lago di Peretola e la classe G2 a tutta la restante area. Di seguito si riportano le definizioni delle classi di pericolosità del DPGR 5/R/2020:

- Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.
- Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

Per quanto riguarda il Piano di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), la zona in studio non è classificata.

8. Carta delle aree a pericolosità sismica locale

La *Carta della pericolosità sismica* (tavola 6 del *Piano Strutturale* del 2015), un estratto della quale è riportato nell'elaborato *FLR-MPL-SAI-VAR2-002-GE-SC_Estrat Carto Sc Dati Base*, è stata redatta ai sensi della normativa vigente e a partire dai dati derivanti dagli studi di microzonazione sismica di livello 1 e dai dati sismici acquisiti con il successivo approfondimento. L'area indagata per le indagini geologico – tecniche in oggetto è caratterizzata interamente da pericolosità sismica locale elevata S.3. Di seguito si riporta la definizione di questa classe del D.P.G.R. n. 53/R/2011:

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

La Carta delle aree a pericolosità sismica locale del Piano Strutturale adottato riportata in figura 16, classifica l'area in pericolosità S2* definendola come *Pericolosità media con contrasti attesi oltre alcune decine di metri di profondità e $f_0 < 1$ Hz*. Di seguito si riporta la definizione della pericolosità sismica media S2 estratta dal DPGR 5/R/2020:

Pericolosità sismica locale media (S.2):

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1Hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3.

9. Carta delle aree a pericolosità idraulica

La norma di riferimento per le aree a rischio alluvioni è la Legge Regionale 24 luglio 2018 n. 41 entrata in vigore il sessantesimo giorno successivo alla data di pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana avvenuta il 1 agosto 2018. Con tale legge *la Regione, al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, nonché al fine di mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico, disciplina la gestione del rischio di alluvioni*

in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua (art. 1, comma 1 della legge suddetta). Nelle presenti indagini geologico-tecniche il territorio comunale interessato dagli interventi del Masterplan Aeroportuale 2035 è stato caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità vigente e di progetto, con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nella successiva fase progettuale. L'ingegnere idraulico ha quindi predisposto la Carta delle aree a pericolosità idraulica sia nello stato attuale (figura 17) che di progetto (figura 18) in quanto nel Masterplan Aeroportuale 2035 sono previste rilevanti opere idrauliche. La Carta delle aree a pericolosità idraulica dello stato attuale e dello stato di progetto è stata redatta sulla base dello specifico studio idraulico predisposto a supporto del medesimo Masterplan Aeroportuale 2035.

Nella Carta delle aree a pericolosità idraulica dello stato attuale riportata in figura 17 è stata attribuita alla maggior parte delle opere la classe P2 (alluvioni poco frequenti) e in minor misura la classe P1 (alluvioni rare) e la classe P3 (alluvioni frequenti).

Nella Carta delle aree a pericolosità idraulica dello stato di progetto riportata in figura 18 la situazione migliora decisamente e l'area viene classificata sia in classe P1 (alluvioni rare) e in classe P2 (alluvioni poco frequenti).

Di seguito si riportano le classi di pericolosità ai sensi della L.R. 41/2018:

Aree a pericolosità per alluvioni frequenti: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.Lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni frequenti o a pericolosità per alluvioni elevata.

Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti: le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.Lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti o a pericolosità per alluvioni media.

10. Fattibilità degli interventi

10.1. Generalità

La presente variante disciplina le trasformazioni previste per il territorio che però sono vincolate alle situazioni di pericolosità (geologica, sismica locale, da alluvioni); è dunque necessario procedere a dettare le condizioni di fattibilità, partendo dalle situazioni di criticità messe in evidenza nel Quadro Conoscitivo e schematizzate nelle carte delle aree caratterizzate da pericolosità geologica, sismica locale e del rischio da alluvioni. La possibilità di attuare gli

interventi previsti quindi deriva dalla loro fattibilità che è funzione da un lato del tipo di previsione e dall'altro della pericolosità dell'area di intervento. Con la presente relazione saranno dettati i criteri di fattibilità per le trasformazioni previste da parte del Masterplan Aeroportuale 2035 e, se necessarie, le indagini, le condizioni e i criteri per procedere all'attuazione dello specifico intervento.

Al fine dell'immediata comprensione della recente nomenclatura e classificazione della pericolosità idraulica fra i disposti normativi di cui ai DPGR n. 53/R/2011 (abrogato) e 5/R/2020 alla L.R. 41/2018 e al PGRA si riporta il seguente schema semplificato relativo alla sintetica identificazione del campo di applicazione dei normati di riferimento correlati a tempi di ritorno prefissati.

Pericolosità DPGR 53/R/2011	Pericolosità LR41/2018 DPGR 5/R/2020	Pericolosità PGRA	Tempo di ritorno correlato
I.4 (molto elevata)	Alluvioni frequenti	P3 (elevata)	minore/uguale 30 anni
I.3 (elevata)	Alluvioni poco frequenti	P2 (media)	> 30 e minore/uguale 200 anni
I.2 (media)	Alluvioni rare o di estrema intensità	P1 (bassa)	>200 e comunque fondovalle
I.1 (bassa) (*)			
(*) (aree collinari e montane prossime ai corsi d'acqua non soggette a trascorse esondazione e in posizione di alto morfologico + 2,00 ml rispetto a ciglio di sponda e/o base esterna argine)			

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla L.R.41/2018., oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio per alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della L.R.41/2018. Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla L.R.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

Si riportano pertanto i criteri di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici per le opere oggetto di intervento e per comune di appartenenza.

10.2. Criteri di fattibilità per il nuovo Terminal passeggeri e opere connesse

L'area in cui è previsto l'intervento, compresa nel sedime aeroportuale, è caratterizzata come segue:

- pericolosità geologica PS vigente: G2
- pericolosità geologica PS adottato: G2
- pericolosità sismica locale PS vigente: S3 - elevata
- pericolosità sismica locale Po adottato: S2* - media ($f_0 < 1$ Hz)
- pericolosità per alluvioni stato attuale: P2 alluvioni poco frequenti
- pericolosità per alluvioni stato previsto: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti
- PAI: non classificata
- PGRA: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti

10.2.1. Criteri di fattibilità geologica

In fase esecutiva il supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e dalle puntuali valutazioni da svolgere in merito ai cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M.17.1.2018 (N.T.C.) attraverso idonee indagini geognostiche costituite da sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche, prove di laboratorio.

10.2.2. Criteri di fattibilità sismica

Visto la classe di pericolosità sismica 3 la progettazione esecutiva sarà supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (punto 3.2.2 e punto 7.11.3 delle NTC 2018) basata su idonee indagini geofisiche.

10.2.3. Criteri di fattibilità idraulica

Il Nuovo Terminal Passeggeri e le altre aree ricadenti nello scenario P1 alluvioni rare dovranno rispettare l'articolo 11 della Disciplina di Piano del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, U.O.M. Arno (dicembre 2015). Per quanto riguarda lo scenario P2 invece gli articoli 9 e 10 della suddetta Disciplina. Le aree con pericolosità da alluvioni poco frequenti P2 dovranno rispettare gli articoli 10,11,12 e 13 della Legge Regionale n. 41/2018.

10.3. Criteri di fattibilità per l'ampliamento del piazzale Apron 100

L'area in cui è previsto l'intervento, compresa nel sedime aeroportuale, è caratterizzata come segue:

- pericolosità geologica PS vigente: G2 – media
- pericolosità geologica PS adottato: G2 – media
- pericolosità sismica locale PS vigente: S3 - elevata
- pericolosità sismica locale Po adottato: S2* - media ($f_0 < 1$ Hz)
- pericolosità per alluvioni stato attuale: P2 alluvioni poco frequenti
- pericolosità per alluvioni stato previsto: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti
- PAI: non classificata
- PGRA: P2 alluvioni poco frequenti

10.3.1. Criteri di fattibilità geologica

Nessuna prescrizione.

10.3.2. Criteri di fattibilità sismica

Nessuna prescrizione.

10.3.3. Criteri di fattibilità idraulica

L'ampliamento del piazzale apron 100 dovrà rispettare le misure, per la parte ricadente in P2 alluvioni poco frequenti, le norme riportate all'articolo 13 della Legge Regionale n. 41/2018. Inoltre, lo scenario P2 invece gli articoli 9 e 10 della Disciplina di Piano del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, U.O.M. Arno (dicembre 2015). Le aree con scenario P1 alluvioni rare dovranno rispettare l'articolo 11 della suddetta Disciplina

10.4. Criteri di fattibilità per il nuovo asse est ciclabile

L'area in cui è previsto l'intervento è caratterizzata come segue:

- pericolosità geologica PS vigente: G2 – media
- pericolosità geologica PS adottato: G2 – media
- pericolosità sismica locale PS vigente: S3 - elevata
- pericolosità sismica locale Po adottato: S2* - media ($f_0 < 1$ Hz)
- pericolosità per alluvioni stato attuale: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti, P3

alluvioni frequenti

- pericolosità per alluvioni stato previsto: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti
- PAI: non classificata
- PGRA: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti

10.4.1. Criteri di fattibilità geologica

Nessuna prescrizione.

10.4.2. Criteri di fattibilità sismica

Nessuna prescrizione.

10.4.3. Criteri di fattibilità idraulica

Le aree ricadenti in scenario P1 alluvioni rare dovranno rispettare l'articolo 11 della Disciplina di Piano del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, U.O.M. Arno (dicembre 2015). Per quanto riguarda lo scenario P2 invece gli articoli 9 e 10 della suddetta Disciplina. In particolare, il nuovo asse ciclabile dovrà rispettare le norme indicate nell'articolo 13, comma 4, lettera a) della Legge Regionale n. 41/2018.

10.5. Criteri di fattibilità per gli edifici Area Cargo e Centrale tecnologica

L'area in cui è previsto l'intervento, compresa nel sedime aeroportuale, è caratterizzata come segue:

- pericolosità geologica PS vigente: G2 – media
- pericolosità geologica PS adottato: G2 – media
- pericolosità sismica locale PS vigente: S3 - elevata
- pericolosità sismica locale Po adottato: S2* - media ($f_0 < 1$ Hz)
- pericolosità per alluvioni stato attuale: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti
- pericolosità per alluvioni stato previsto: P1 alluvioni rare
- PAI: non classificata
- PGRA: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti

10.5.1. Criteri di fattibilità geologica

In fase esecutiva il supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere

completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e dalle puntuali valutazioni da svolgere in merito ai cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M.17.1.2018 (N.T.C.) attraverso idonee indagini geognostiche costituite da sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche, prove di laboratorio.

10.5.2. Criteri di fattibilità sismica

Visto la classe di pericolosità sismica 3 della Carta di pericolosità sismica locale del Piano Strutturale vigente la progettazione esecutiva degli edifici con volume superiore a 6.000 mc dovrà essere supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (punto 3.2.2 e punto 7.11.3 delle NTC 2018) basata su idonee indagini geofisiche.

10.5.3. Criteri di fattibilità idraulica

Le aree ricadenti in scenario P1 alluvioni rare dovranno rispettare l'articolo 11 della Disciplina di Piano del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, U.O.M. Arno (dicembre 2015). Gli edifici saranno ricadenti in aree P1 alluvioni rare per cui non dovranno rispettare le indicazioni riportate nella Legge Regionale n. 41/2018.

10.6. Criteri di fattibilità per il Parco Fotovoltaico

L'area in cui è previsto l'intervento compresa nel sedime aeroportuale è caratterizzata come segue:

- pericolosità geologica PS vigente: G2 – media
- pericolosità geologica PS adottato: G2 – media
- pericolosità sismica locale PS vigente: S3 - elevata
- pericolosità sismica locale Po adottato: S2* - media ($f_0 < 1$ Hz)
- pericolosità per alluvioni stato attuale: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti
- pericolosità per alluvioni stato previsto: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti
- PAI: non classificata
- PGRA: P1 alluvioni rare, P2 alluvioni poco frequenti

10.6.1. Criteri di fattibilità geologica

Nessuna prescrizione.

10.6.2. Criteri di fattibilità sismica

Nessuna prescrizione.

10.6.3. Criteri di fattibilità idraulica

Le aree ricadenti in scenario P1 alluvioni rare dovranno rispettare l'articolo 11 della Disciplina di Piano del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, U.O.M. Arno (dicembre 2015). Per quanto riguarda lo scenario P2 invece gli articoli 9 e 10 della suddetta Disciplina. In particolare, il nuovo parco fotovoltaico, per la parte ricadente in aree soggette ad alluvioni poco frequenti P2, dovrà rispettare le norme indicate all'articolo 13, comma 4, lettera d) della Legge Regionale n. 41/2018.

10.7. Criteri di fattibilità per i nuovi edifici detti “Opere Minori” interni al sedime aeroportuale

L'area in cui è previsto l'intervento, compresa nel sedime aeroportuale, è caratterizzata come segue:

- pericolosità geologica PS vigente: G2 – media
- pericolosità geologica PS adottato: G2 – media
- pericolosità sismica locale PS vigente: S3 - elevata
- pericolosità sismica locale Po adottato: S2* - media ($f_0 < 1$ Hz)
- pericolosità per alluvioni stato attuale: P2 alluvioni poco frequenti
- pericolosità per alluvioni stato previsto: P2 alluvioni poco frequenti
- PAI: non classificata
- PGRA: P2 alluvioni poco frequenti

10.7.1. Criteri di fattibilità geologica

In fase esecutiva il supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e dalle puntuali valutazioni da svolgere in merito ai cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M.17.1.2018 (N.T.C.) attraverso idonee indagini geognostiche costituite da sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche, prove di laboratorio.

10.7.2. Criteri di fattibilità sismica

Visto la classe di pericolosità sismica 3 della Carta di pericolosità sismica locale del

Piano Strutturale vigente la progettazione esecutiva degli edifici con volume superiore a 6.000 mc dovrà essere supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (punto 3.2.2 e punto 7.11.3 delle NTC 2018) basata su idonee indagini geofisiche.

10.7.3. Criteri di fattibilità idraulica

Le aree ricadenti in scenario P2 alluvioni poco frequenti dovranno rispettare gli articoli 9 e 10 della Disciplina di Piano del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, U.O.M. Arno (dicembre 2015). Gli edifici ricadenti in aree P2 alluvioni poco frequenti dovranno essere realizzati nel rispetto dell'articolo 11 della Legge Regionale n. 41/2018.

10.8. Criteri di fattibilità per il nuovo parcheggio multipiano

L'area in cui è previsto l'intervento, compresa nel sedime aeroportuale, è caratterizzata come segue:

- pericolosità geologica PS vigente: G2 – media
- pericolosità geologica PS adottato: G2 – media
- pericolosità sismica locale PS vigente: S3 - elevata
- pericolosità sismica locale Po adottato: S2* - media ($f_0 < 1$ Hz)
- pericolosità per alluvioni stato attuale: P2 alluvioni poco frequenti
- pericolosità per alluvioni stato previsto: P2 alluvioni poco frequenti
- PAI: non classificata
- PGRA: P2 alluvioni poco frequenti

10.8.1. Criteri di fattibilità geologica

In fase esecutiva il supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e dalle puntuali valutazioni da svolgere in merito ai cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M.17.1.2018 (N.T.C.) attraverso idonee indagini geognostiche costituite da sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche, prove di laboratorio.

10.8.2. Criteri di fattibilità sismica

Visto la classe di pericolosità sismica 3 della Carta di pericolosità sismica locale del Piano Strutturale vigente la progettazione esecutiva degli edifici con volume superiore a 6.000 mc dovrà essere supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (punto 3.2.2 e punto

7.11.3 delle NTC 2018) basata su idonee indagini geofisiche.

10.8.3. Criteri di fattibilità idraulica

Le aree ricadenti in scenario P2 alluvioni poco frequenti dovranno rispettare gli articoli 9 e 10 della Disciplina di Piano del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, U.O.M. Arno (dicembre 2015). Gli edifici ricadenti in aree P2 alluvioni poco frequenti dovranno essere realizzati nel rispetto dell'articolo 11 della Legge Regionale n. 41/2018.

Firenze, marzo 2024

dr. geol. Michele Sani

11. APPENDICE - FIGURE

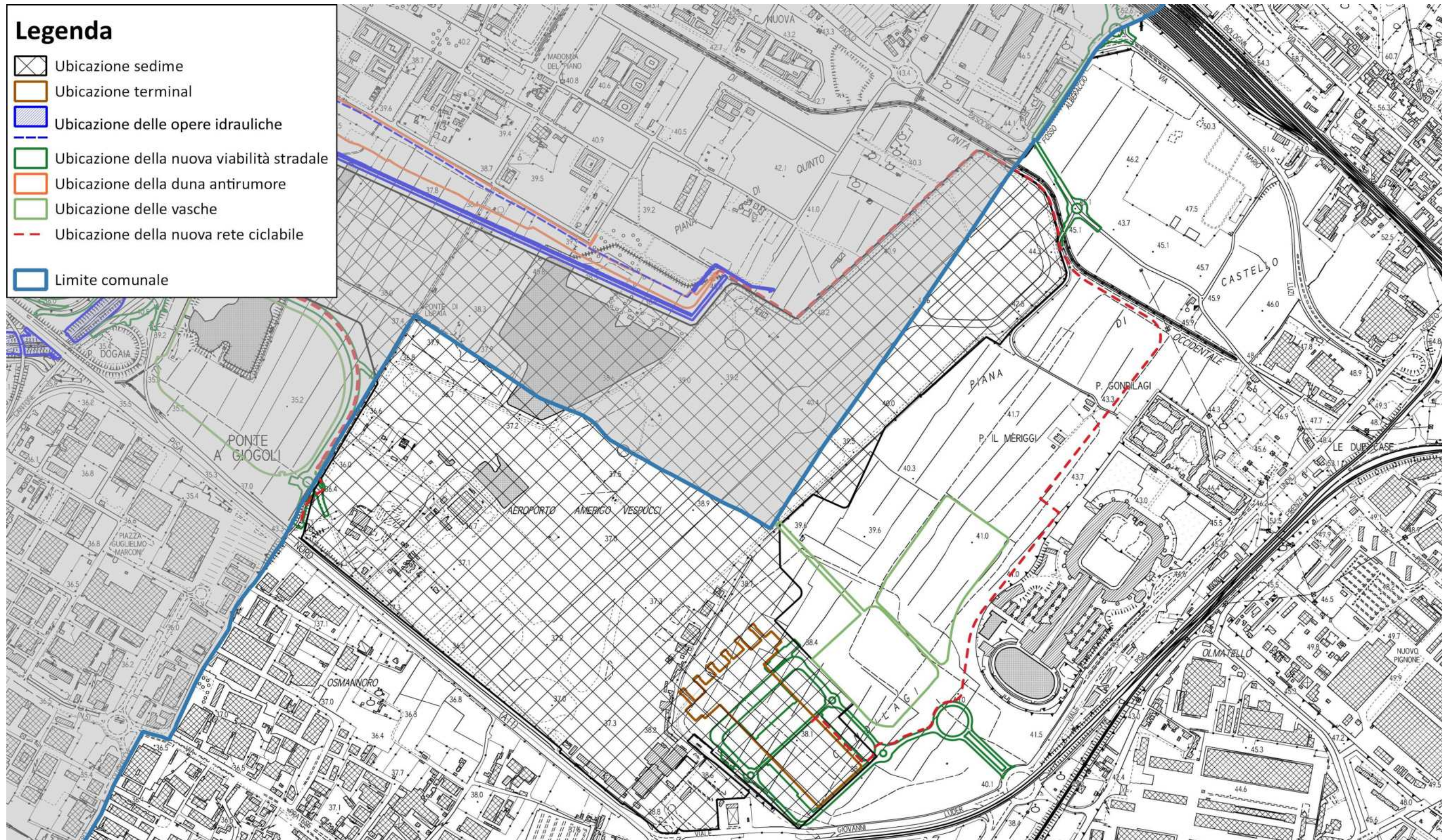


Figura 1 - Ubicazione degli interventi previsti oggetto della presente variante urbanistica (scala 1:10.000).

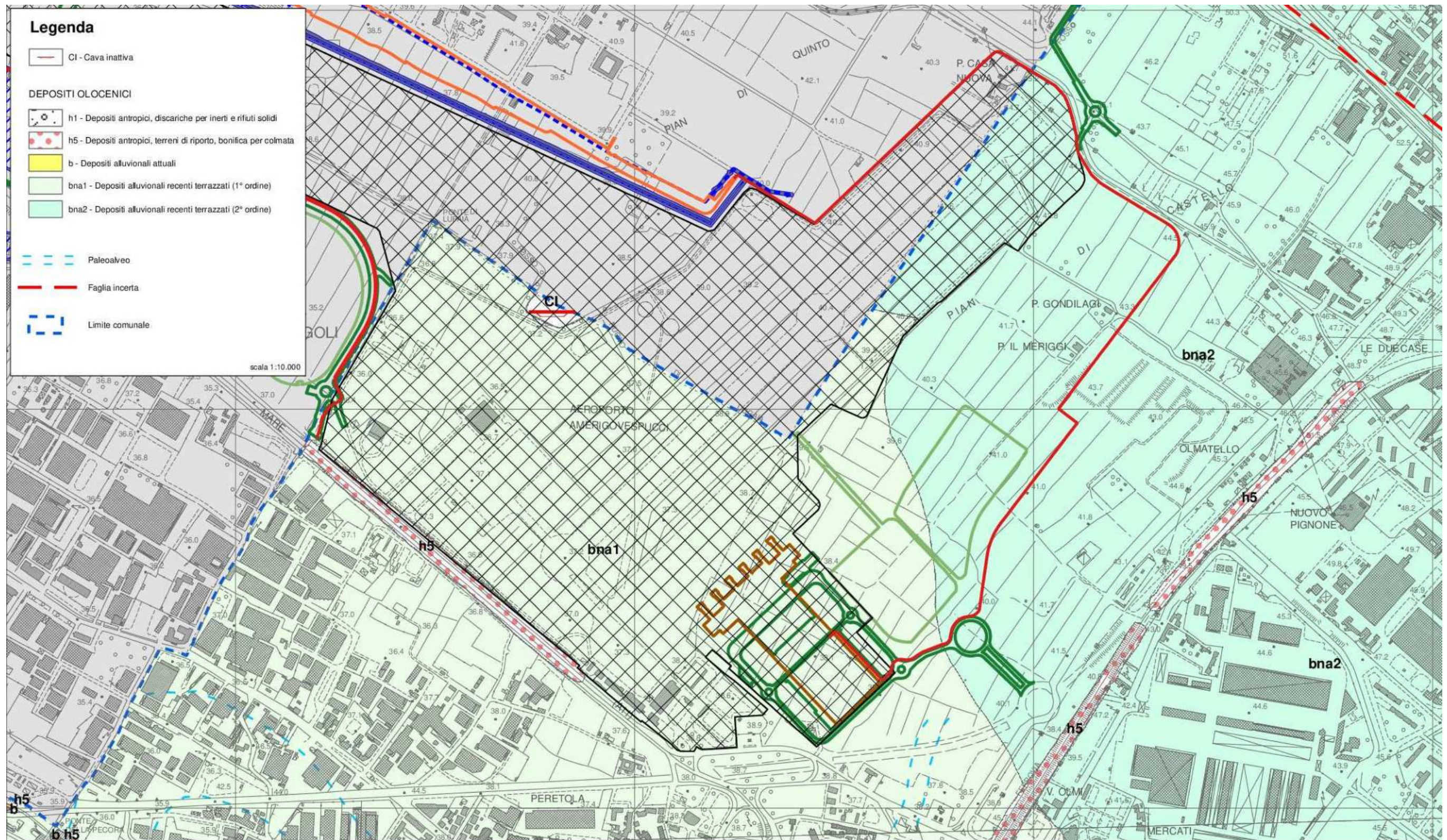


Figura 2 - Carta geologica del Piano Strutturale vigente.

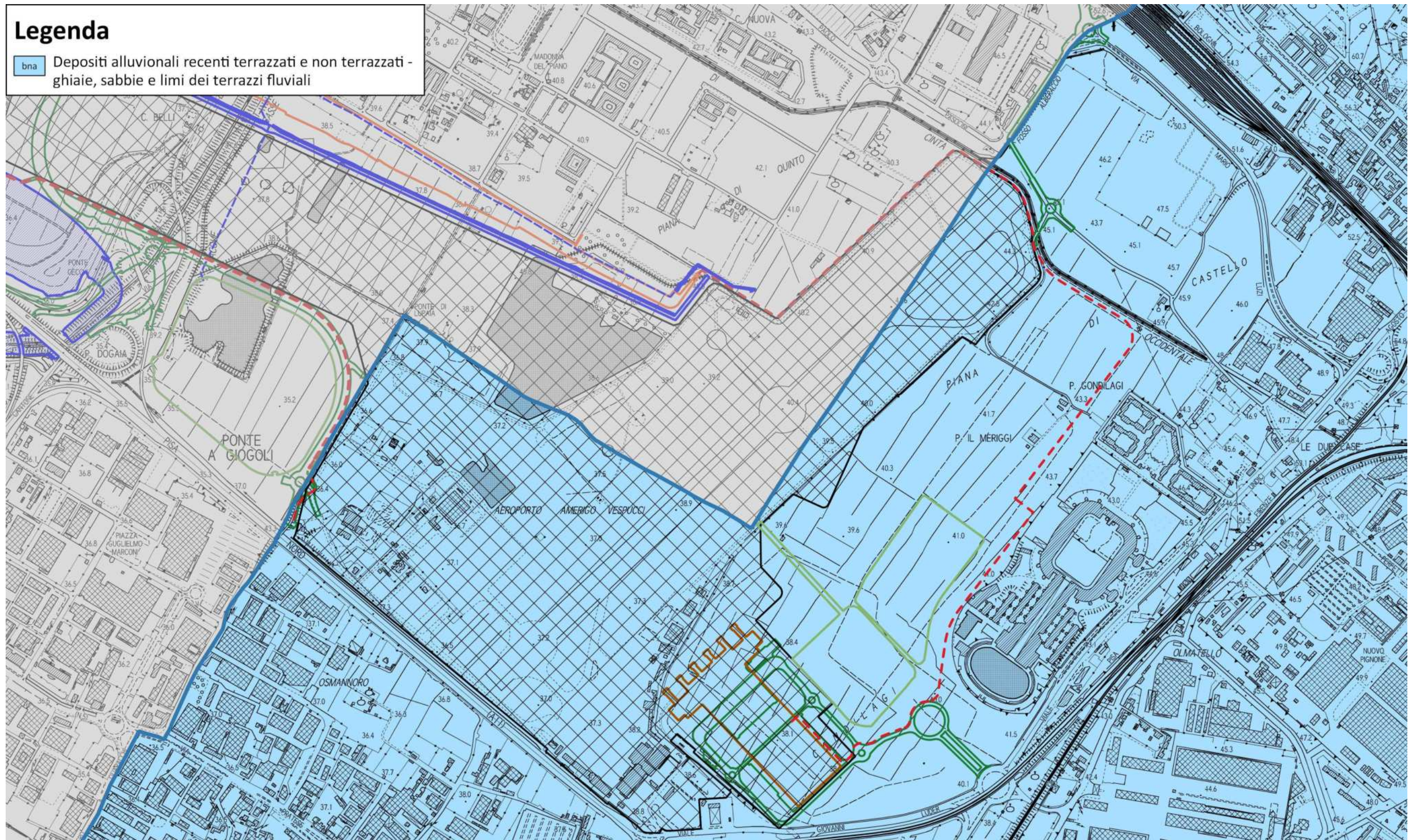


Figura 3 - Carta geologica del Piano Strutturale adottato.

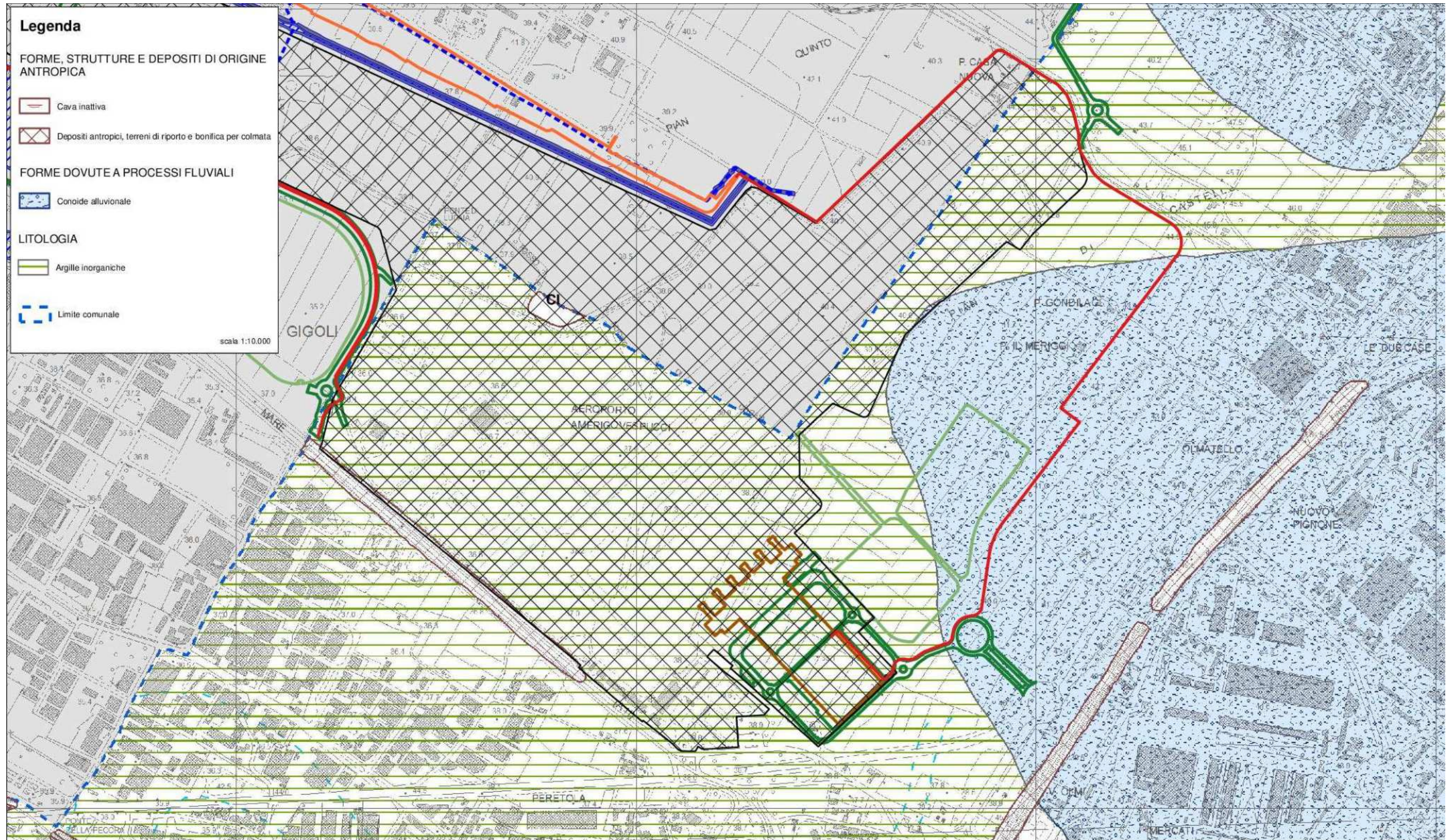


Figura 4 - Carta geomorfologica del Piano Strutturale vigente.

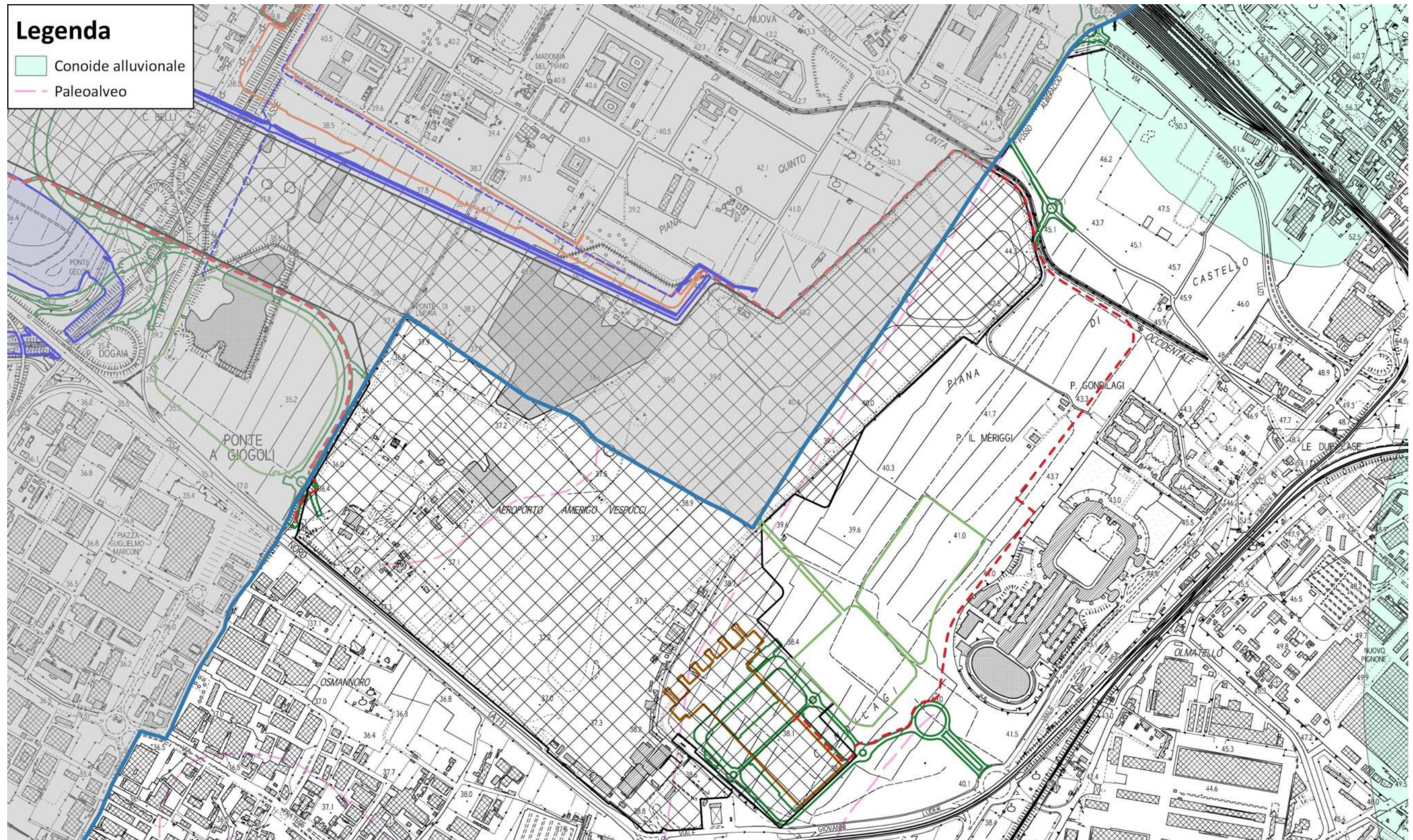


Figura 5 - Carta geomorfologica del Piano Strutturale adottato.

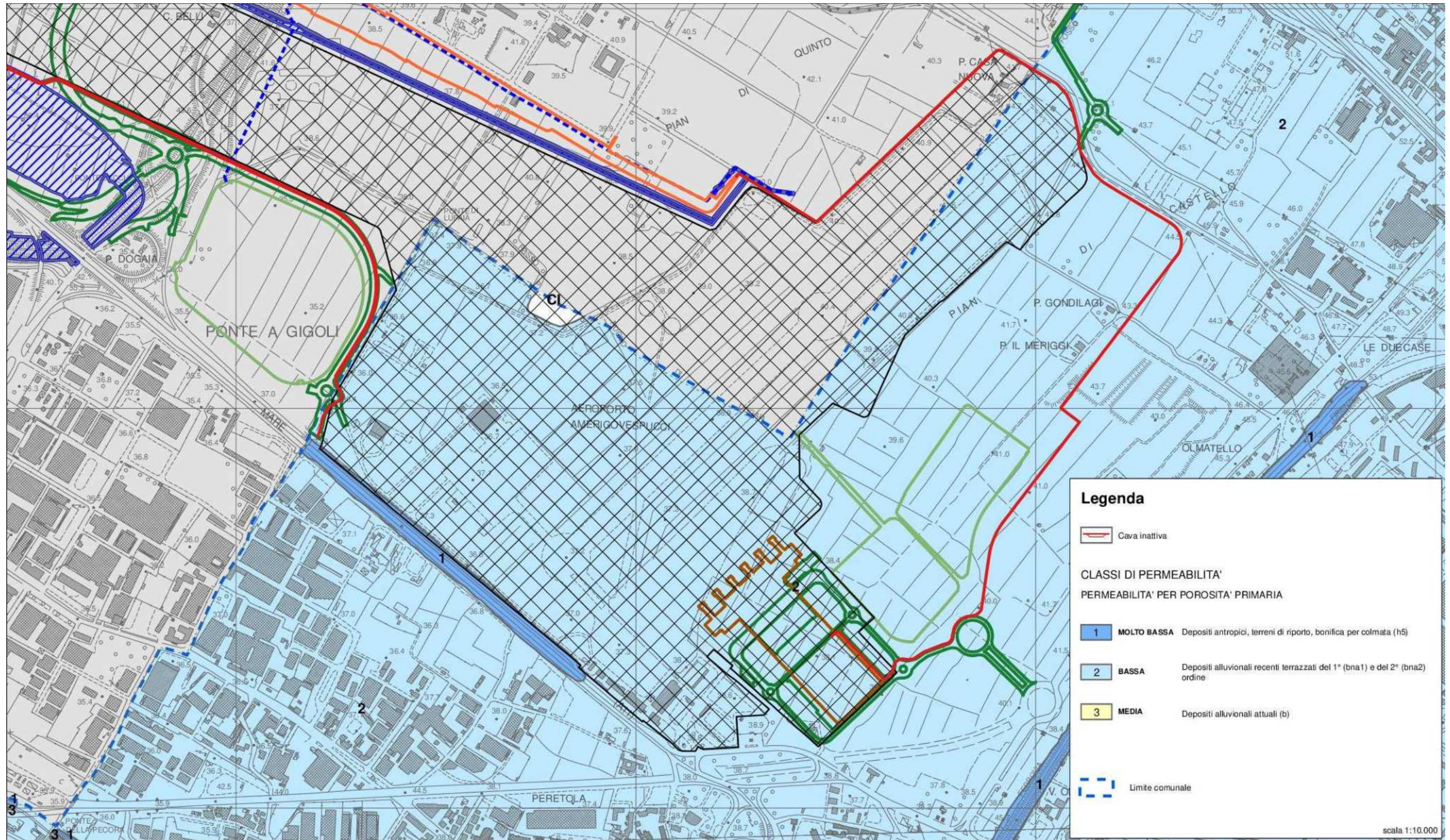


Figura 6 - Carta idrogeologica del Piano Strutturale vigente.

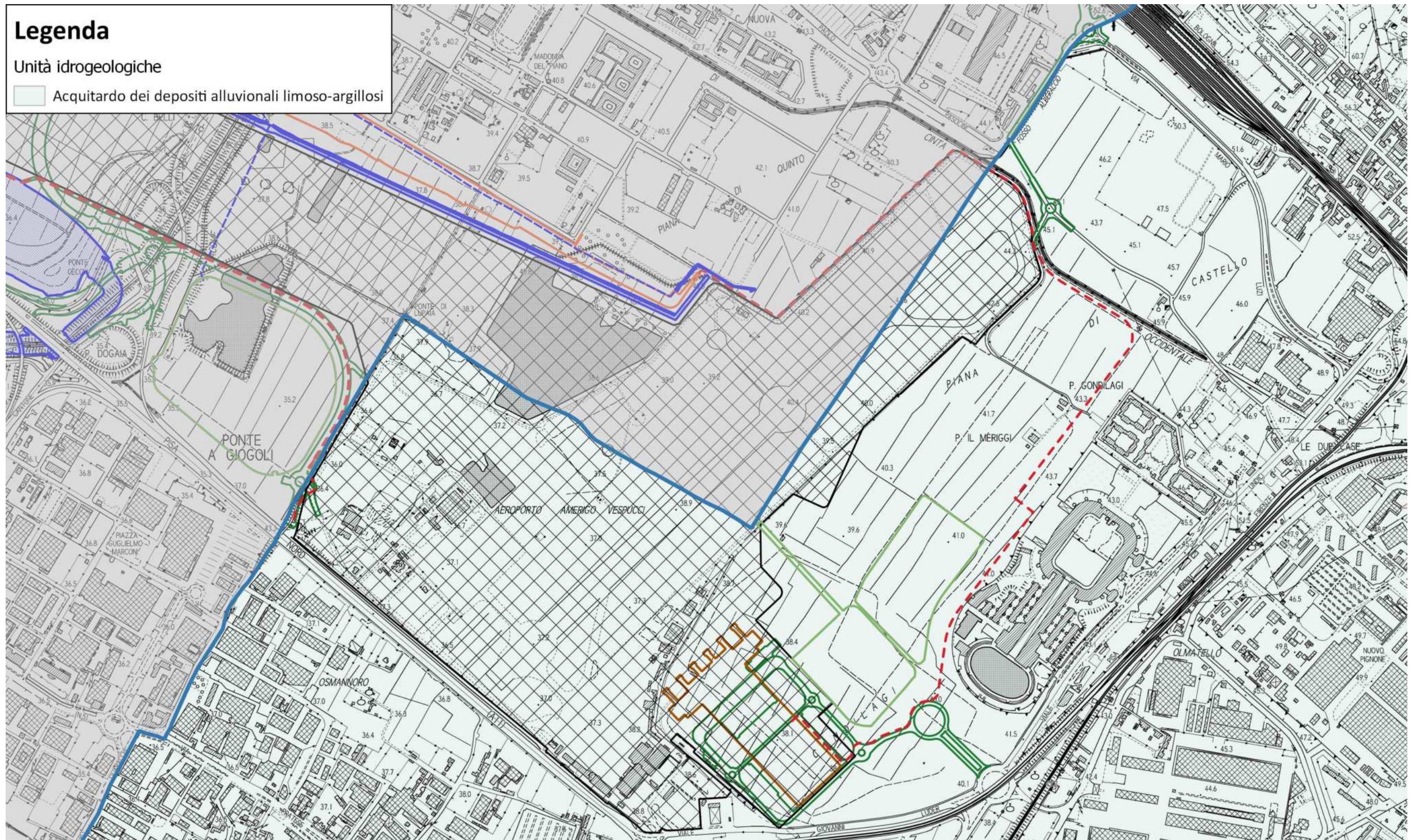


Figura 7 - Carta idrogeologica del Piano Strutturale adottato.

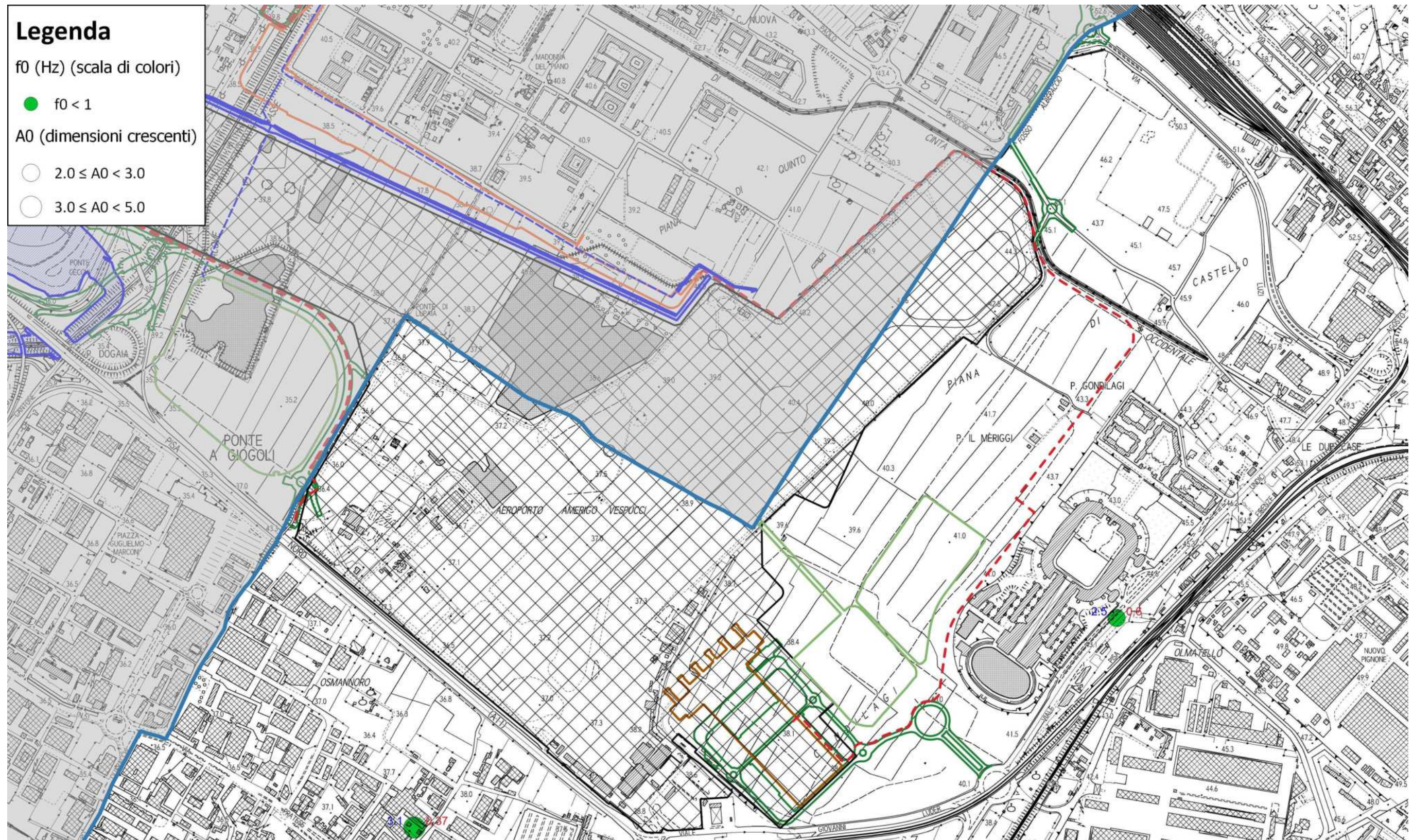


Figura 8 - Carta delle frequenze dei depositi del Piano Strutturale adottato.

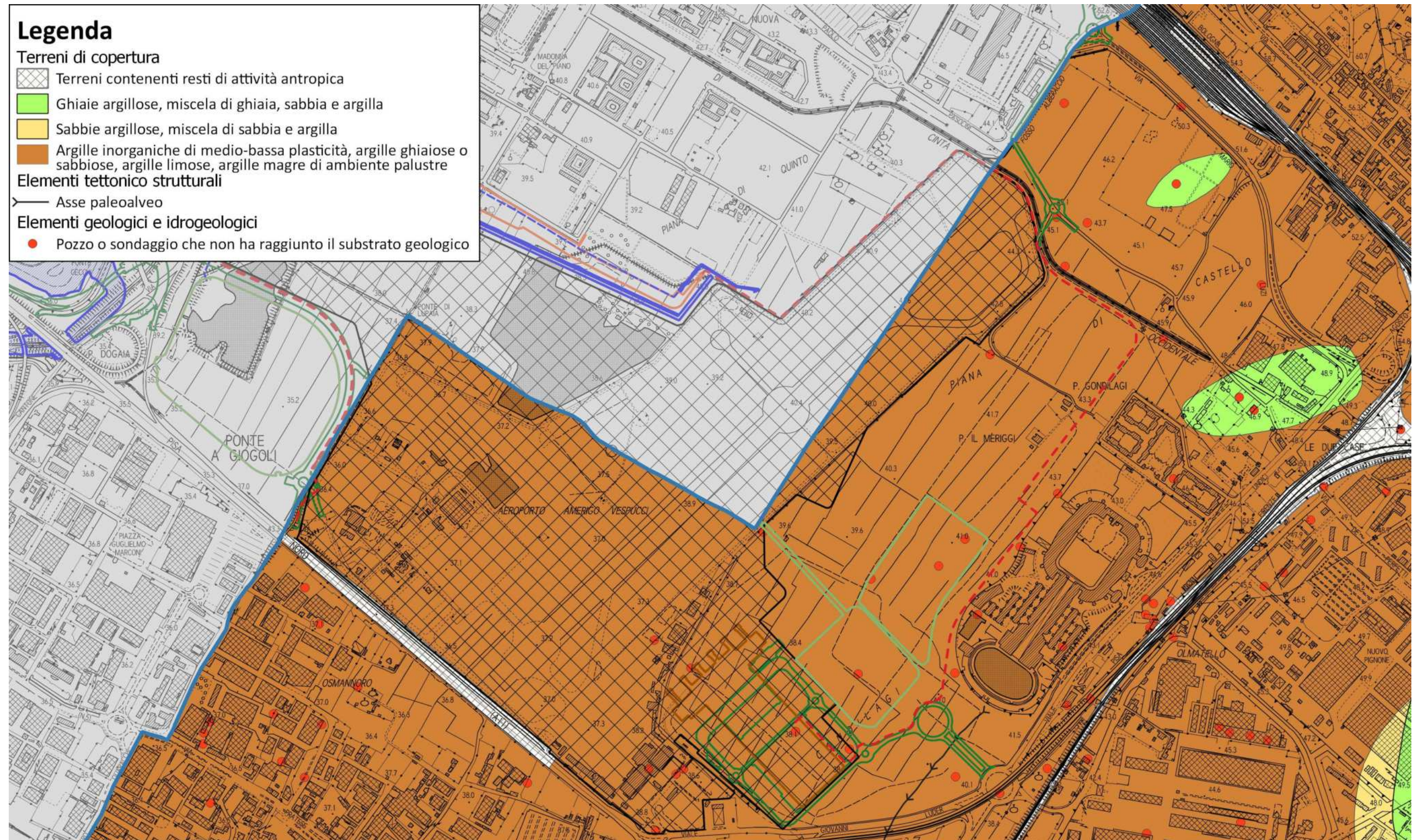


Figura 9 - Carta geologico tecnica del Piano Strutturale adottato.

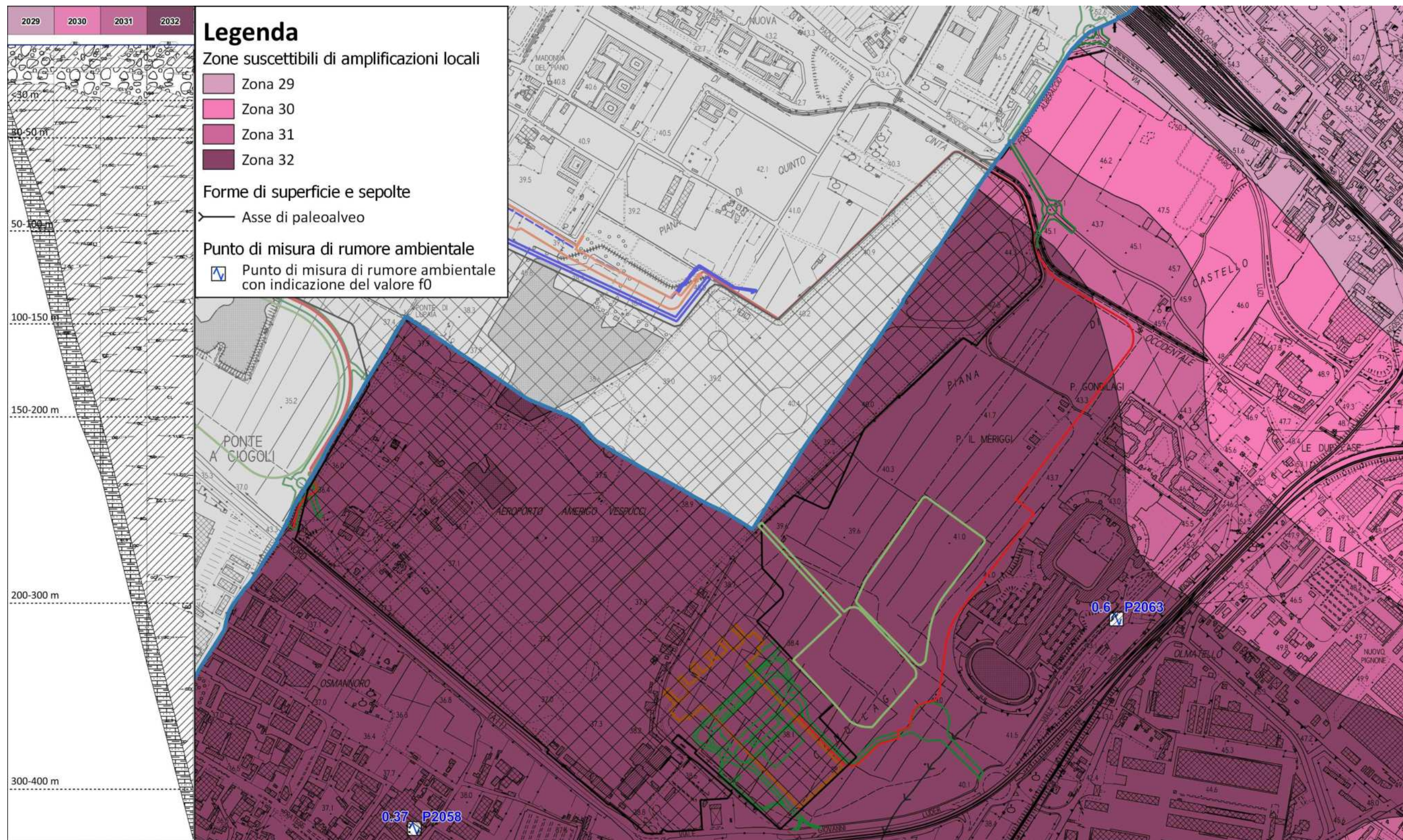


Figura 10 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica del Piano Strutturale adottato.

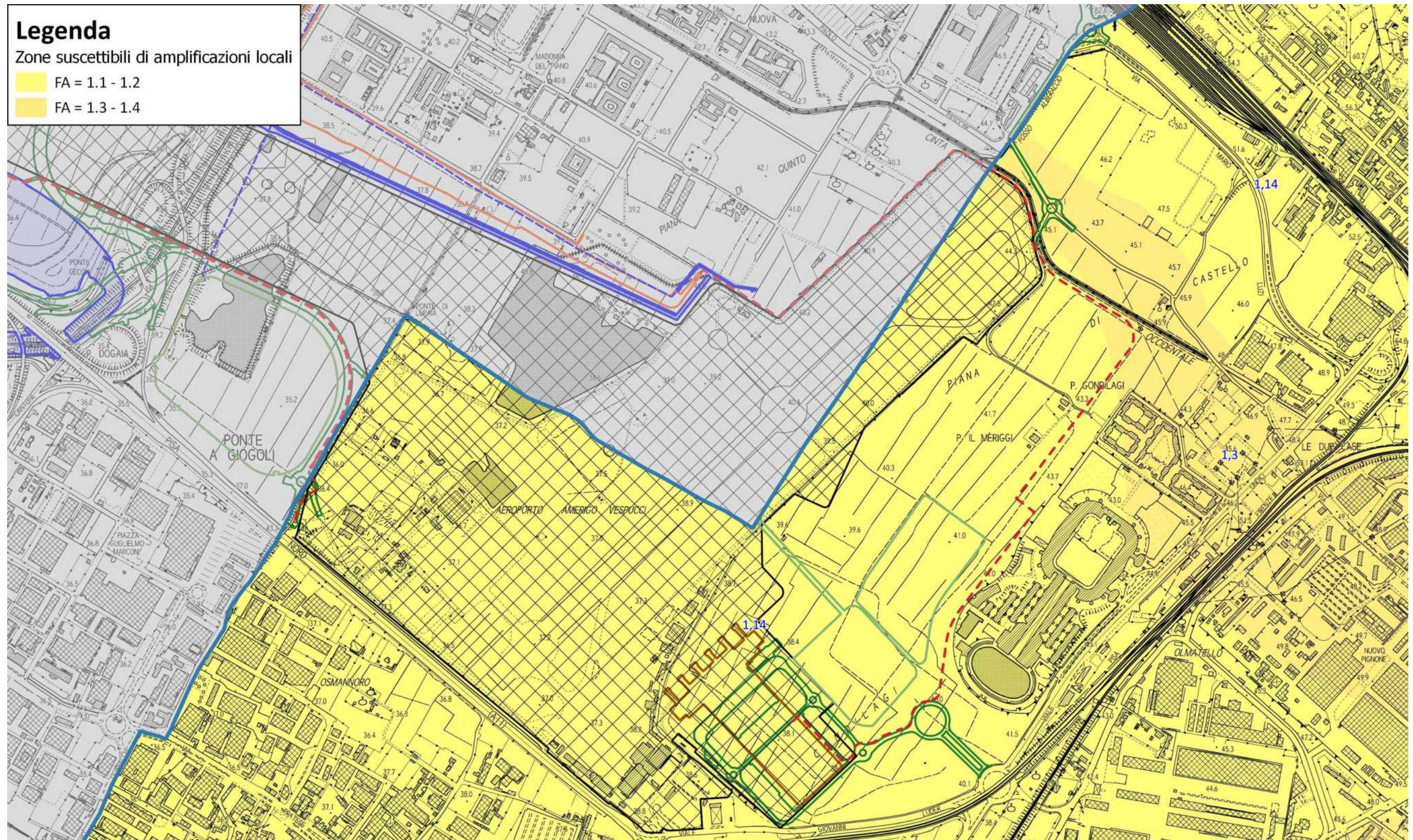


Figura 11 - Carta della Microzonazione Sismica di Livello 2 del Piano Strutturale adottato.

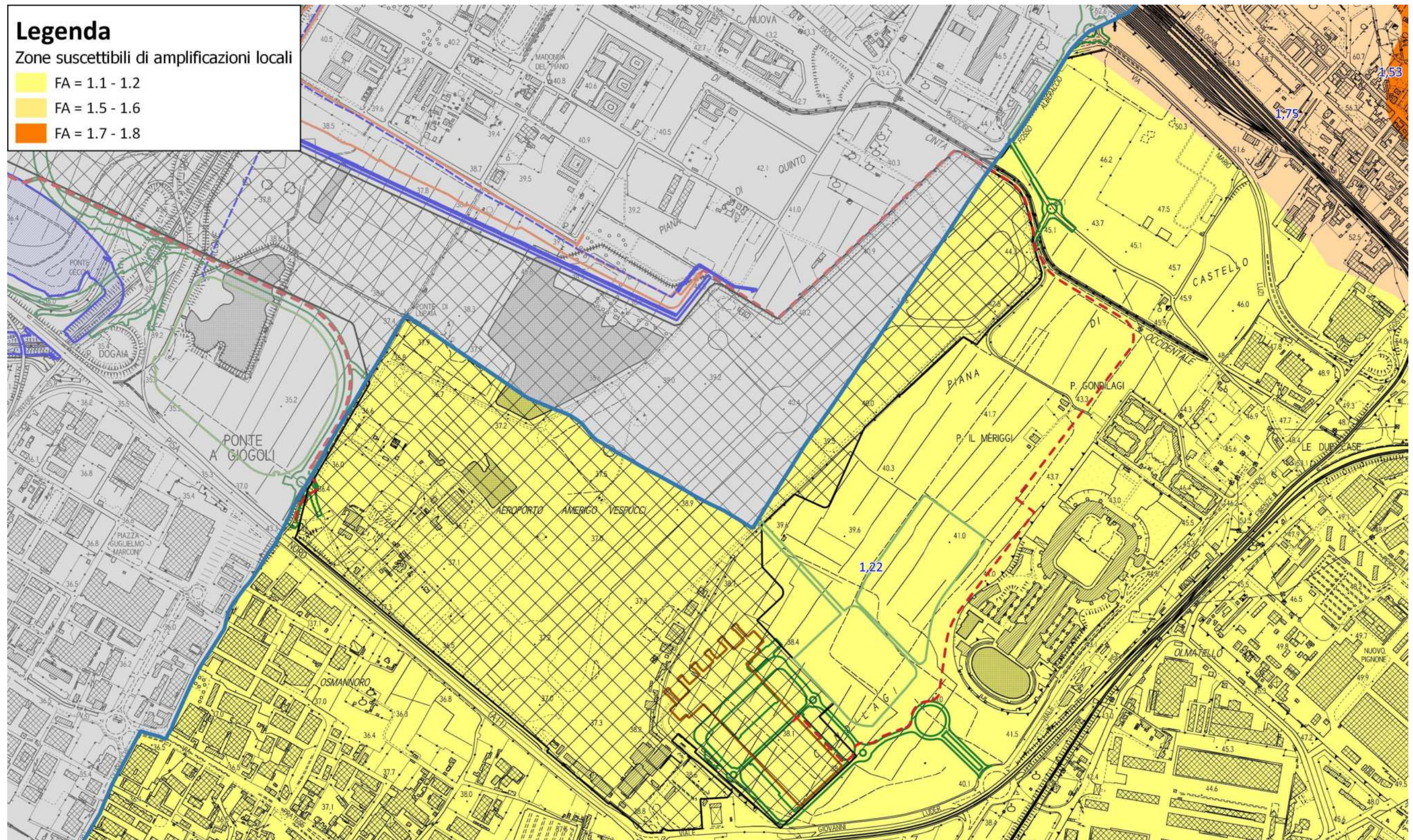


Figura 12 - Carta della Microzonazione Sismica di Livello 3 del Piano Strutturale adottato.

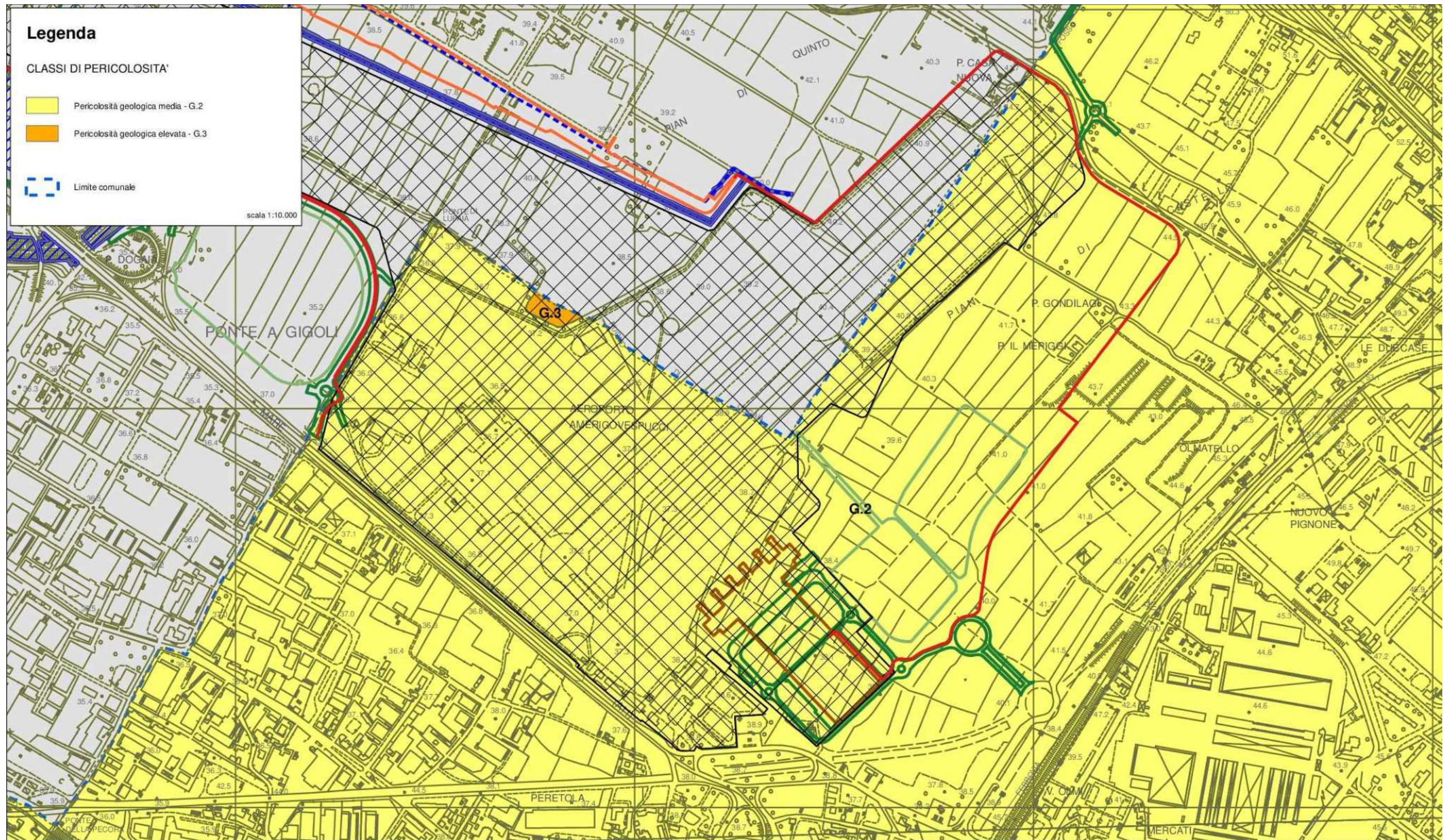


Figura 13 - Carta delle aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale vigente.

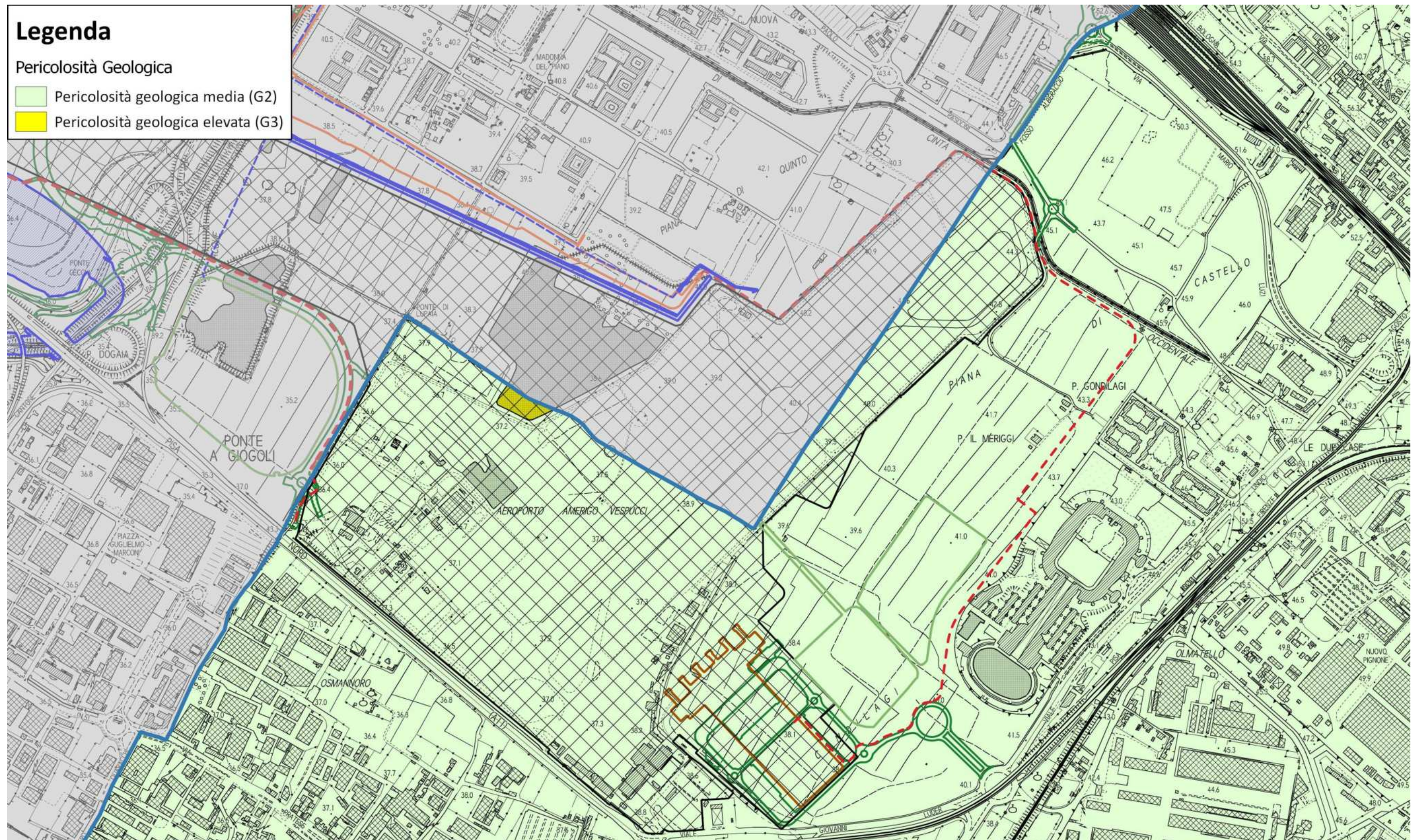


Figura 14 - Carta delle aree a pericolosità geologica del Piano Strutturale adottato.

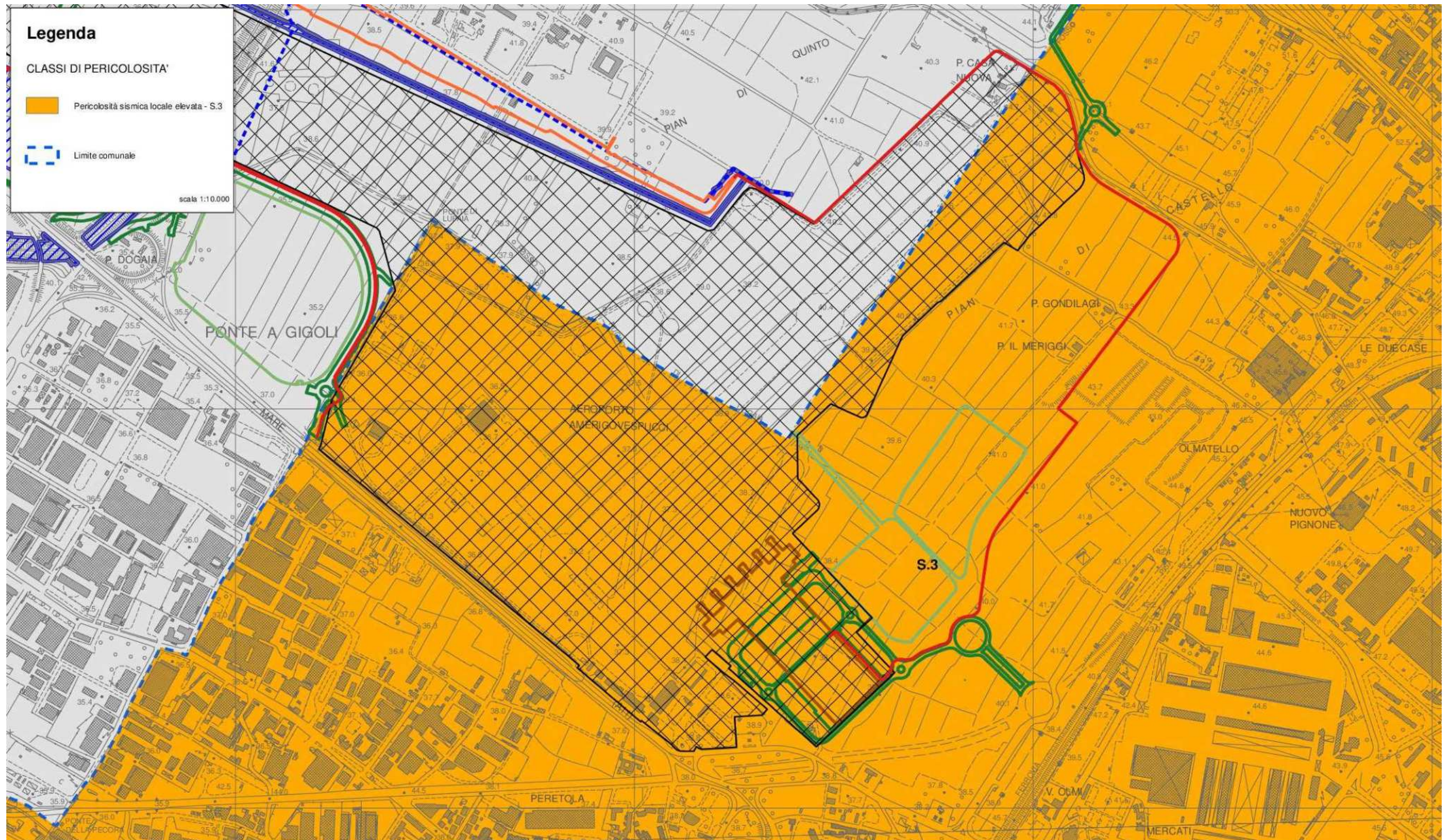


Figura 15 - Carta delle aree a pericolosità sismica locale del Piano Strutturale vigente.

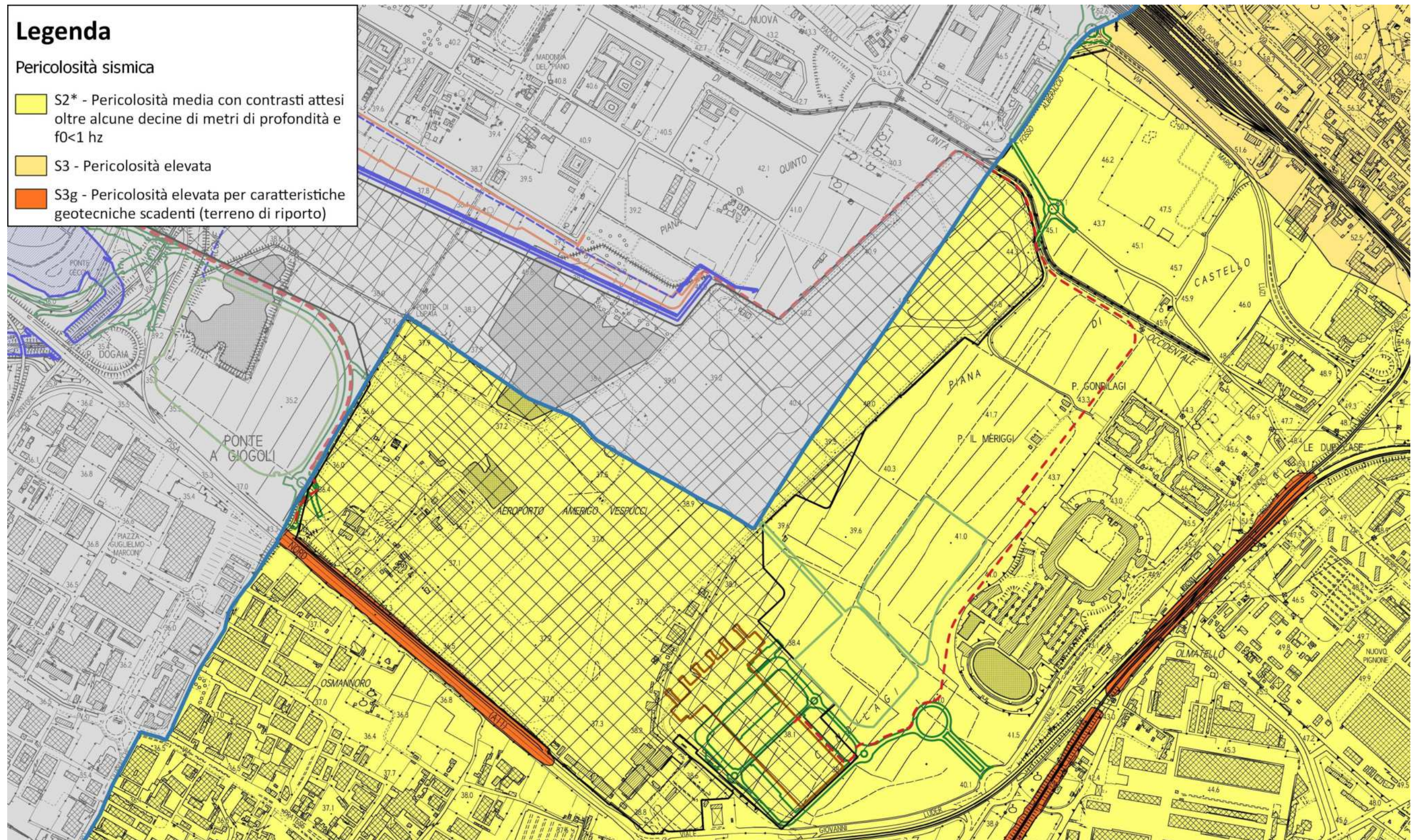


Figura 16 - Carta delle aree a pericolosità sismica locale del Piano Strutturale adottato.

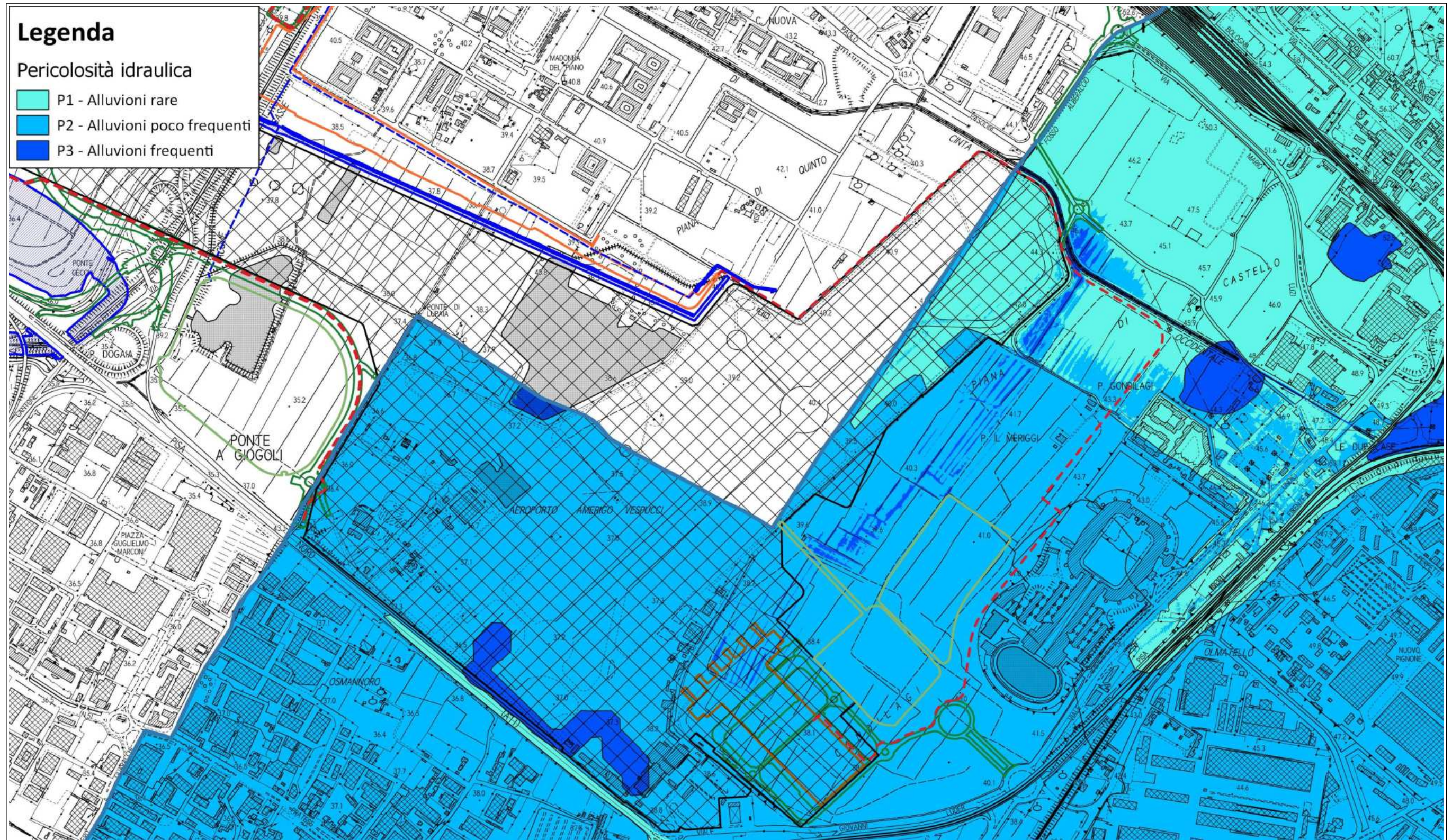


Figura 17 - Carta delle aree a pericolosità idraulica (stato attuale).

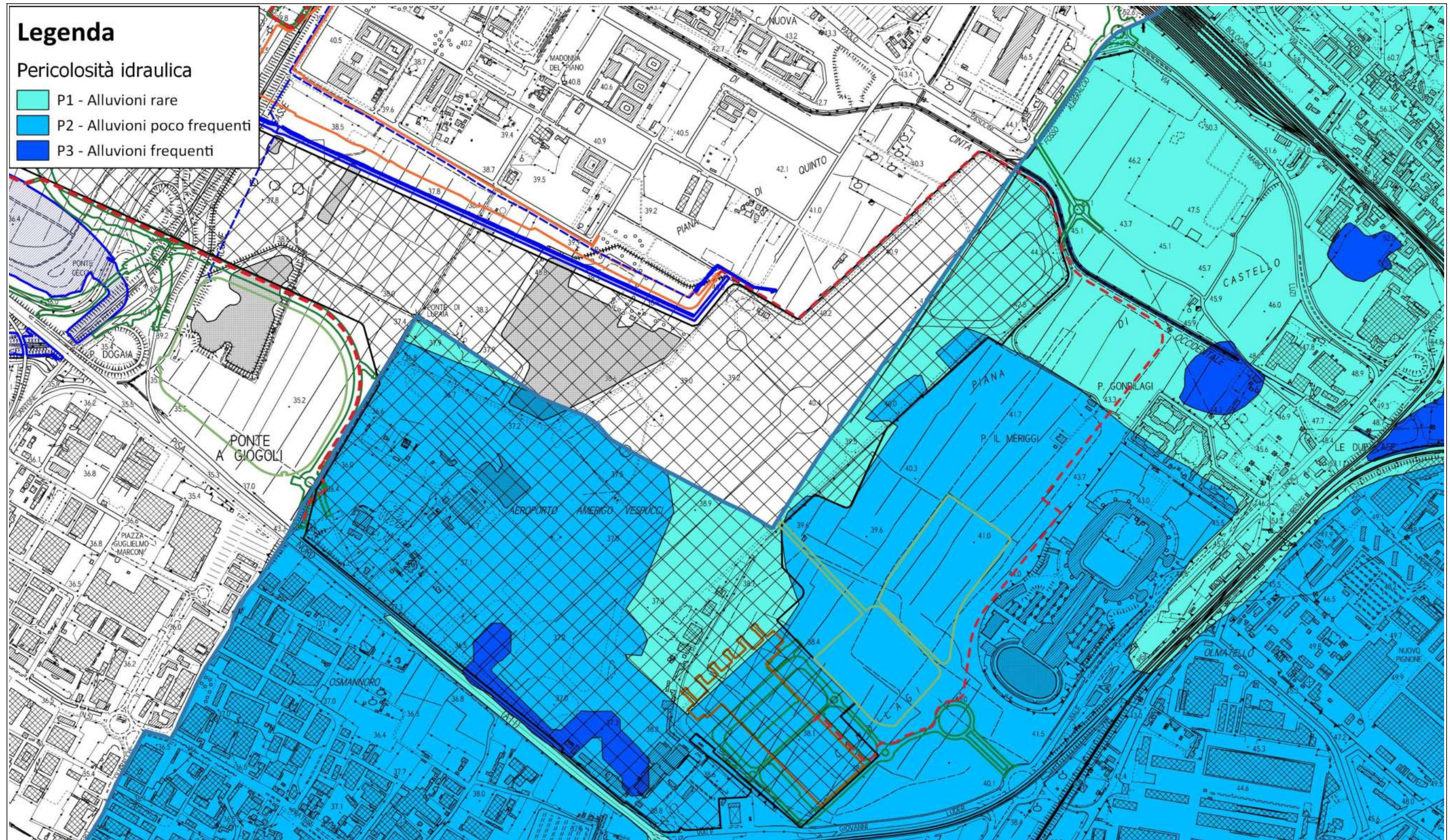


Figura 18 - Carta delle aree a pericolosità idraulica (stato di progetto).