

FONDIARIA ESTATE S. R. L.

Progetto

VARIANTE AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE CONVENZIONATA "IS ARGIOLAS" IN ZONA G SOTTOZONA G1_1.

Elaborato

Relazione asseverata di accompagnamento in ordine alle valutazioni di eventuali modificazioni alle conoscenze e alla pianificazione idrogeologiche.

Oristano, li 5 di Ottobre del 2025

Il Progettista
Dott. Ing. Ernesto Pia

Eseguito da:

Dott. Ing. Ernesto Pia

Dott. Geol. Giovanni Mele

Elaborato **A4**



FONDIARIA ESTATE SRL

RELAZIONE ASSEVERATA DI ACCOMPAGNAMENTO

in ordine alle valutazioni di eventuali modificazioni alle conoscenze e alla pianificazione idrogeologiche indotte dall'intervento di pianificazione urbanistica in progetto

Premessa

La presente relazione è resa ai sensi di quanto previsto dall'art. 8, commi 2 bis e 2 ter, delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico vigente, al fine della verifica di eventuali alterazioni dei regimi idraulici esistenti e della stabilità dei versanti conseguenti alla realizzazione delle previsioni d'uso del territorio comportate dalla variante al Piano di lottizzazione convenzionata denominato "Is Argiolas".

Il Piano di Lottizzazione originario "Is Argiolas" fu adottato in data 19.01.2016 (Deliberazione del Consiglio Comunale n. 7), approvato definitivamente il 15.06.2016 (Deliberazione del Consiglio Comunale n. 62), pubblicato sul Buras l'11.08.2016, approvato altresì, a fini paesaggistici, ai sensi dell'art. 9 della LR 12.08.1998, n. 28, con Determinazione n. 1486, del 20.06.2016, del Direttore del Servizio di tutela paesaggistica per le province di Oristano e Medio Campidano e fu definitivamente oggetto di convenzione tra Comune e lottizzante per atto pubblico del 15.12.2020 a rogito del notaio dott. M. Corona di Cagliari, rep./racc. 18222/12347 e, infine, è stata presentata istanza al competente Ufficio comunale, unitamente al relativo progetto esecutivo, ai fini del rilascio –di cui si è attualmente in attesa– del Permesso di costruire le opere di urbanizzazione.

Il Piano si trova, attualmente, in corso di avanzata realizzazione.

Per l'originario Piano sono state verificate, a suo tempo, la compatibilità idraulica e la sostanziale invarianza idraulica dell'intervento e, partendo da tali basi, verranno verificate eventuali alterazioni della situazione già studiata.

La presente proposta progettuale rappresenta una variante urbanistica non sostanziale alla pianificazione urbanistica di dettaglio esistente, costituita dal suddetto Piano di Lottizzazione convenzionata di iniziativa privata "Is Argiolas", relativa a un'area compresa nel comparto di *zona G, sottozona G1_1*, che nel seguito viene compiutamente individuata.

Allo stato attuale, si rileva sul lotto un'esistente, parziale edificazione –già funzionale allo storico uso industriale, commerciale e agricolo del comparto– la cui consistenza volumetrica e tipologica si intende preservare e destinare al riuso compatibile con l'intervento pianificatorio proposto, con un nuovo incremento volumetrico che consentirà lo sviluppo della funzionalità complessiva.

Nel corso dell'effettiva realizzazione del Piano di lottizzazione convenzionata "Is Argiolas" –e con l'approfondimento della conoscenza delle necessità e domanda di servizi sul territorio– è emersa l'utilità e l'opportunità di effettuare una calibrazione dell'intervento di pianificazione originariamente proposto, pur lasciando inalterati i principi e i criteri di programmazione individuati in quella sede e le finalità dell'originario Piano.

Da tale opportunità è scaturita, dunque, la presente variante che lascia immutate l'area di intervento e le opere di infrastrutturazione ed urbanizzazione –già progettualmente definite in sede

esecutiva ed in fase di prossima "cantierizzazione"– e la previsione finale di un unico lotto funzionale.

Si intende, invece, col presente intervento di variante, prevedere una più utile e più efficace distribuzione dei volumi interni al lotto, in relazione all'intento di integrare e correlare le funzioni insediate e insediabili e in risposta alle effettive necessità e domanda di servizi e, ancora in questo senso, di migliorare alcune parti del tracciato della viabilità privata interna al lotto e della distribuzione dei parcheggi interni al lotto. Verranno, altresì, aggiornate le destinazioni d'uso di alcuni immobili.

Rimarranno, invece, del tutto inalterati, rispetto alla previsione dell'originario Piano, il dimensionamento volumetrico complessivo, il perimetro dell'area di intervento, gl'indici di fabbricabilità, le dotazioni di spazi pubblici e/o ad uso pubblico

Vincolistica vigente in materia idrogeologica

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) per il bacino idrografico unico della Sardegna è redatto ai sensi della legge 19.05.1989 n. 183 e del decreto-legge n. 180/1998 e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.07.2006.

Rispetto al PAI approvato nel 2006 sono state apportate alcune varianti richieste dai Comuni o comunque scaturite da nuovi studi o analisi di maggior dettaglio nelle aree interessate.

Con la deliberazione n.15 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Autonoma della Sardegna del 22.11.2022 è stato approvato l'ultimo aggiornamento delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, entrato in vigore con la pubblicazione sul BURAS n. 55 del 01.12.2022. Successivamente, con la deliberazione n. 19 del 27.12.2022, è stata apportata una modifica chiarificatoria all'art. 21 delle Norme di Attuazione del PAI, comma 2, lett. d1), punto 3 e comma 2bis, lett.c1).

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19.05.1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale (PAI) relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3, della suddetta legge 183/1986.

Con Deliberazione n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 della LR 19/2006, come da ultimo modificato con LR 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, che costituisce un approfondimento ed integrazione necessaria al PAI, è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali (intese come fasce di pericolosità idraulica).

Il Piano di Gestione del Rischio di alluvioni (PGRA), previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal DLgs 49/2010 è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni.

Esso individua interventi strutturali e misure non strutturali che devono essere realizzate nell'arco temporale di 6 anni, al termine del quale il Piano è soggetto a revisione ed aggiornamento.

Attualmente il PGRA della Sardegna è giunto al suo secondo ciclo di pianificazione.

Il primo ciclo di pianificazione del PGRA è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15.03.2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27.10.2016, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale serie generale n. 30 del 06.02.2017.

Il PGRA della Sardegna è stato approvato –per il secondo ciclo di pianificazione, primo aggiornamento– con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1.12.2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 43 del 20.02.2023 e della sua emanazione è stata data notizia sul BURAS n. 12 del 2.3.2023.

Le mappe del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) –Mappe della pericolosità da alluvione, Mappe del danno potenziale, Mappe del rischio di alluvioni e Mappe delle aree di pericolosità da inondazione costiera– costituiscono anch'esse integrazione al PAI e integrano il quadro di riferimento per l'attuazione delle finalità e contenuti del PAI.

Si deve altresì considerare che, tra le aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione della Sardegna non perimetrate nella cartografia di piano, il reticolo minore gravante sui centri edificati possiede, comunque, significativa pericolosità idraulica.

Per il suddetto tipo di aree le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al PAI ai sensi dell'articolo 8, comma 5, delle NA.

Lo Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica, redatto ai sensi dell'art. 8, comma 2, delle NA del PAI, riferito a tutto il territorio comunale di Oristano, è stato definitivamente approvato con Deliberazione n. 2 del 03.07.2018 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Autonoma della Sardegna, e costituisce atto di adeguamento del PUC al PAI.

Inquadramento geografico e cartografico

L'area oggetto dello studio è ubicata nel territorio comunale di Oristano, in località "Aia di Matta", posta ad oriente dell'abitato, in prossimità dell'area ferroviaria.

Il territorio è generalmente pianeggiante con quote medie pari a circa 12 m s.l.m.

Il sito è inquadrato nella Cartografia Ufficiale Italiana:

- Carta Topografica d'Italia (I.G.M. 1994), scala 1:25.000, tavolette 528/I "Oristano nord" e 528/II "Oristano sud";
- Carta Tecnica Regionale Sezioni n. 528080 "Oristano";
- Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 Foglio n°217 "Oristano".

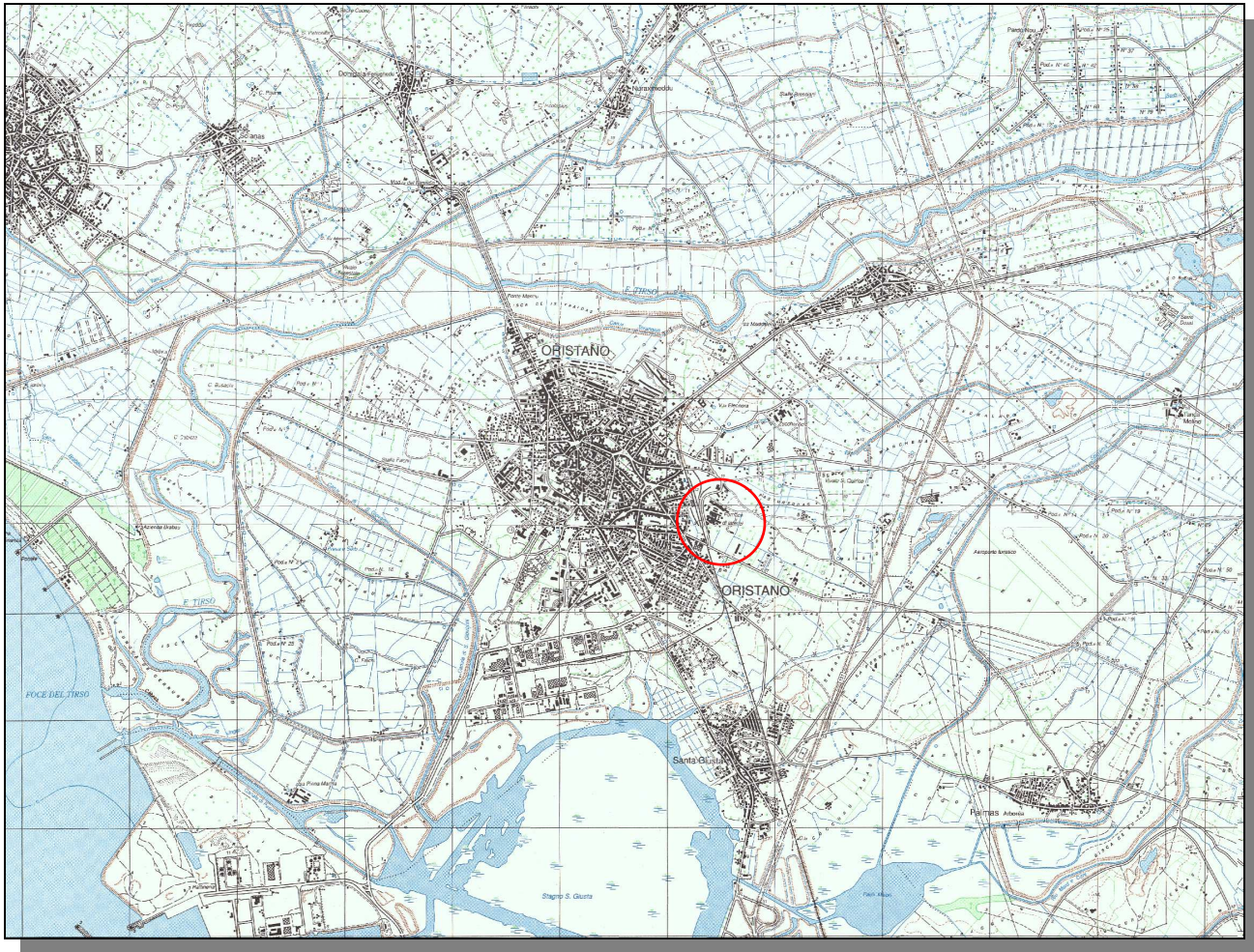


Figura 1 - Ubicazione dell'area di intervento (STRALCIO IGM, scala di 1:25.000)

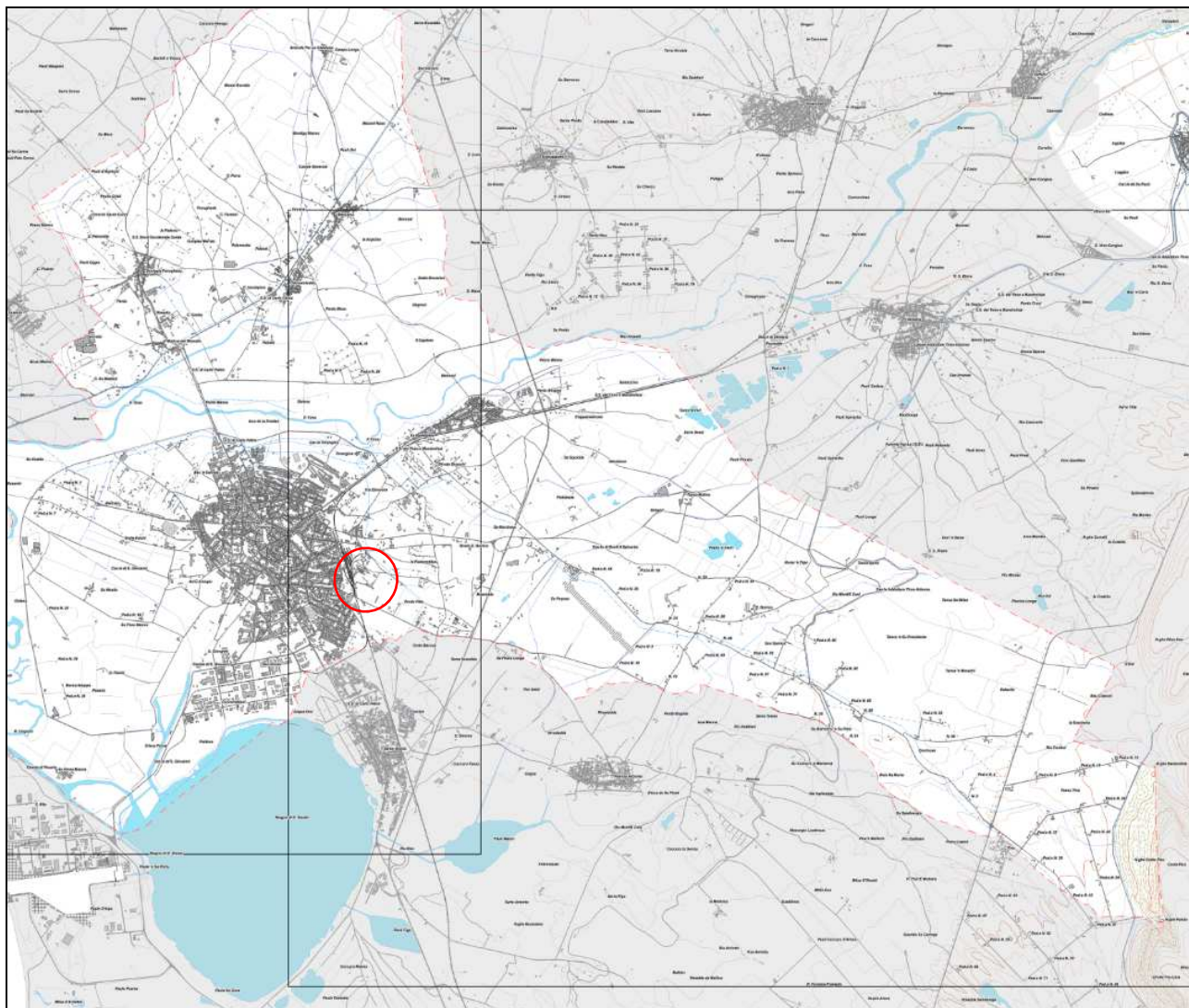


Figura 2 - Ubicazione dell'area di intervento (CTR)

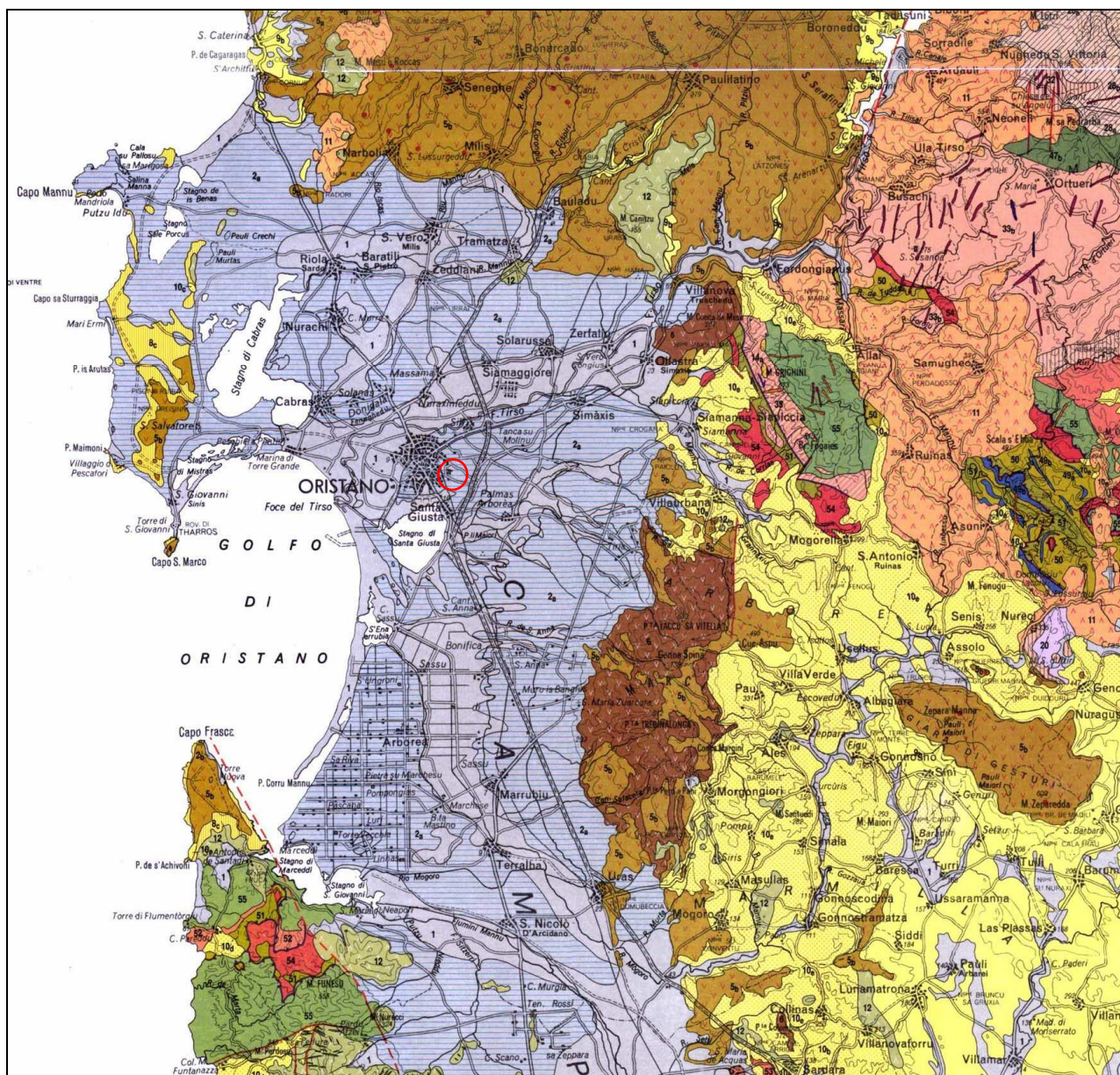


Figura 3 - Ubicazione dell'area di intervento (Carta Geologica della Sardegna, scala di 1:200.000)

La presente variante al Piano di Lottizzazione "Is Argiolas" riguarda numerose particelle comprese nei fogli catastali 16 e 23, con superficie complessiva di ha 14.90.41, attualmente individuate dai seguenti identificativi del Catasto dei Terreni del Comune di Oristano:

Foglio 16 mappale 366 (parte)	ha 0.39.13
Foglio 16 mapp. strada cat.	ha 0.05.77
Foglio 23 mapp. strada cat.	ha 0.06.11
Foglio 23 mappale 415	ha 0.53.90
Foglio 23 mappale 57	ha 0.13.60
Foglio 23 mappale 392	ha 8.32.27
Foglio 23 mappale 428	ha 1.29.17
Foglio 23 mappale 572	ha 2.19.56
Foglio 23 mappale 400	ha 0.41.85
Foglio 23 mappale 633	ha 0.49.97
Foglio 23 mappale 634	ha 0.44.10
Foglio 23 mappale 635	ha 0.11.39
Foglio 23 mappale 636	ha 0.21.14
Foglio 23 mappale 637	ha 0.19.75
Foglio 23 mappale 638	ha 0.02.70

Si deve evidenziare che dai terreni sopra elencati sono derivate le aree individuate al Foglio 23, coi mappali 635 sub.1, 636 sub. 1, 637 sub.1, 638 sub.1, 633 e 634 per una superficie complessiva catastale di 14905 mq, tutte attualmente censite al Catasto dei Fabbricati con categoria F/1, formanti oggetto delle cessioni al Comune per standard urbanistici S3 e S4 avvenute in sede di convenzionamento dell'originario Piano "Is Argiolas" e nelle quali verranno realizzati i parcheggi e le aree a verde, secondo il relativo progetto esecutivo, elaborato a corredo dell'originario Piano di lottizzazione, che rimane del tutto invariato e valido anche a complemento della presente proposta di variante.

Le sopraindicate particelle, nel loro insieme, individuano esattamente la stessa area costituente l'originario lotto oggetto di pianificazione attuativa del Piano di Lottizzazione convenzionata "Is Argiolas".



Figura 4 - estratto di mappa catastale - Fogli 16 e 23 di Oristano

Richiami sull'inquadramento urbanistico

L'area oggetto di pianificazione, per effetto del vigente PUC è posta in zona territoriale omogenea G, sottozona G1_1, che consente la realizzazione delle previsioni dello strumento urbanistico attraverso la definizione di un piano attuativo.

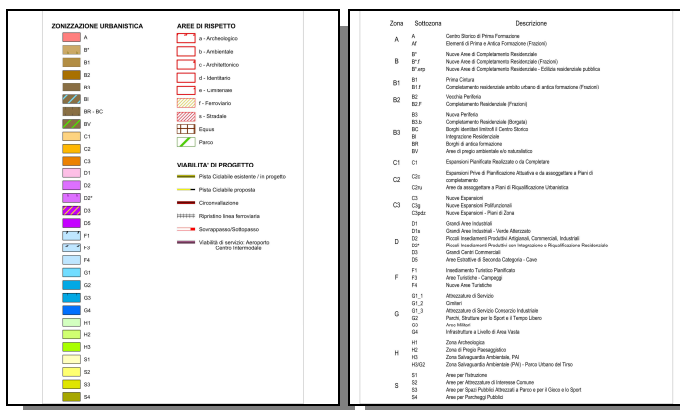
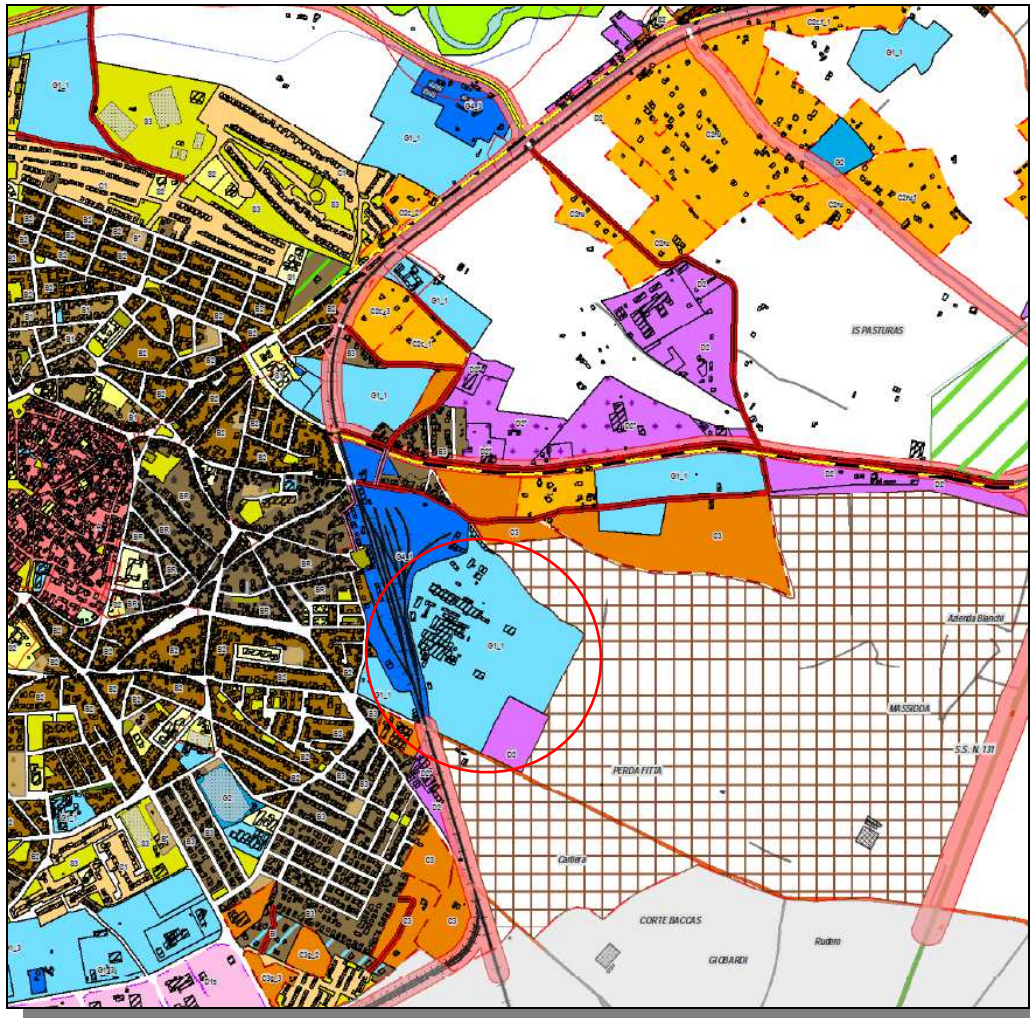


Figura 5 - PUC - Estratto della Tavola 30 –Inquadramento generale, scala di 1:10000

In particolare la normativa urbanistica di primo livello vigente per la zona in cui ricade il presente intervento prevede:
Art. 63 delle N.T.A. del P.U.C.: Sono classificate zone G le aree di servizi generali destinate ad attrezzature di servizio, parchi, strutture per lo sport e il tempo libero, aree militari e tutte quelle infrastrutture di area vasta.

Destinazioni d'uso consentite:

Uffici pubblici e privati di interesse collettivo;

Servizi per l'istruzione secondaria, superiore o universitaria;

Servizi socio-culturali, biblioteche, mediateche, musei, aule espositive, cinema ed attrezzature per il tempo libero in genere;

Servizi socio-sanitari e per l'assistenza, residenze sanitarie protette, pensionati e case di cura, centri per la salute ed il benessere psicofisico, ambulatori;

Attività ricettive alberghiere ed extralberghiere, centri congressi e servizi connessi;

Impianti per attività culturali, sportive e ricreative;

Attività commerciali al dettaglio e all'ingrosso, mercati rionali, zonali o generali e relativi servizi connessi al sistema commerciale;

Attrezzatura e servizi operanti nei settori produttivi, del terziario avanzato e specializzato a sostegno delle imprese, cooperative ed associazioni di produttori in genere;

Sedi istituzionali e direzionali pubbliche e private, sedi di rappresentanza, uffici statali e regionali decentrati;

Verde attrezzato e parchi comunali con relativi servizi connessi;

Usi assimilabili ai precedenti;

Altre destinazioni d'uso compatibili con la vocazione della sottozona di riferimento;

Servizi tecnici urbani.

L'art. 64, inoltre, prevede:

Uffici pubblici e privati di interesse collettivo;

Servizi per l'istruzione secondaria, superiore o universitaria;

Servizi socio-culturali, biblioteche, mediateche, musei, aule espositive, cinema ed attrezzature per il tempo libero in genere;

Servizi socio-sanitari e per l'assistenza, residenze sanitarie protette, pensionati e case di cura, centri per la salute ed il benessere psicofisico, ambulatori;

Attività ricettive alberghiere ed extralberghiere, centri congressi e servizi connessi;

Impianti per attività culturali, sportive e ricreative;

Attività commerciali al dettaglio e all'ingrosso, mercati rionali, zonali o generali e relativi servizi connessi al sistema commerciale;

Attrezzature, servizi e attività operanti nei settori produttivi, del terziario avanzato e specializzato a sostegno delle imprese, cooperative ed associazioni di produttori in genere;

Sedi istituzionali e direzionali pubbliche e private, sedi di rappresentanza, uffici statali e regionali decentrati;

Usi assimilabili ai precedenti;

Altre destinazioni d'uso compatibili con la vocazione della sottozona di riferimento.

Si attuano con strumenti di pianificazione attuativa ove si prevedano pluralità di funzioni o attraverso progettazione concertata nel caso di interventi unitari per singole funzioni.

L'edificazione è subordinata all'approvazione di un Piano Attuativo esteso ad un'area di almeno 1,00 ha, salvo comparti unitari di dimensione inferiore individuati dalla cartografia di piano.

In ambiti completamente urbanizzati, nei comparti di zona G già edificati ai fini pubblici è possibile ampliare, modificare, riqualificare ed integrare gli edifici esistenti senza l'obbligo di piano attuativo, nel rispetto dei parametri urbanistici-edilizi riportati per ciascuna sottozona.

Parametri urbanistici-edilizi

Indice di edificabilità territoriale massimo 4 mc/mq;

Cessioni per standard pari al 10% della superficie territoriale; le cessioni devono essere totalmente reperite nell'ambito di intervento e saranno destinate a verde attrezzato S3 e a parcheggi pubblici S4, secondo le indicazioni dell'Amministrazione.

Rapporto di copertura pari al 60% della superficie fondiaria;

Altezza massima pari a m 20,00;

Distanza tra le pareti di edifici antistanti non inferiore all'altezza dell'edificio più alto con un minimo di m 10,00;

Distanza dal confine con la viabilità pubblica m 5,00;

Distanza dai confini laterali m 5,00;

Nelle nuove costruzioni e nei mutamenti di destinazione d'uso con destinazioni commerciali e/o direzionali dovrà essere assicurata una dotazione di spazi e/o ad uso pubblico in misura non inferiore a 80 mq per ogni 100 mq di superficie lorda di pavimento dei quali almeno la metà destinata a parcheggio.

Richiami sull'inquadramento paesaggistico

Secondo il vigente PPR, l'area nella quale è collocato il progettato intervento è compresa nell'Ambito n. 9, Golfo di Oristano.

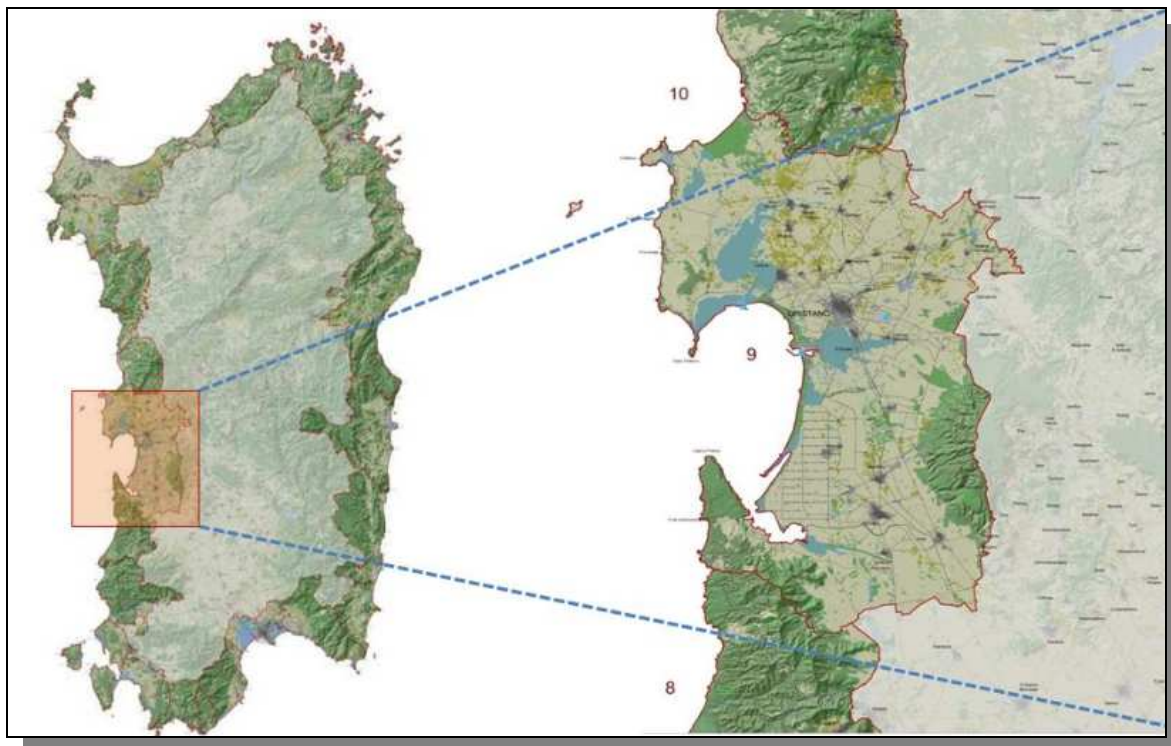


Figura 6 - PPR- Ambito n.9 Golfo di Oristano

Il PPR comprende l'area sopra identificata, nell'assetto insediativo, tra l'edificato urbano di cui all'art. 63 delle NTA e, in particolare, in parte nelle "espansioni fino agli anni cinquanta" e in parte nelle "espansioni recenti" e, nell'assetto ambientale, la comprende nella "fascia costiera" – tipizzata e individuata nella cartografia–, di cui agli artt. 17, 19, 20 delle NTA, che costituisce un bene paesaggistico tutelato ai sensi dell'art. 143 del DLgs 42/2004.

L'art. 19, al 3° comma, specifica che non sono comprese in "fascia costiera", tra l'altro, le zone omogenee D e G con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte.

Inoltre, l'art. 44 delle NTA rinvia alle Norme di Attuazione del PAI in quanto un'area possa, eventualmente, essere interessata da pericolosità idrogeologica.

Variante al Piano di lottizzazione "Is Argiolas" in zona G1_1 del PUC - Oristano
Relazione asseverata di accompagnamento

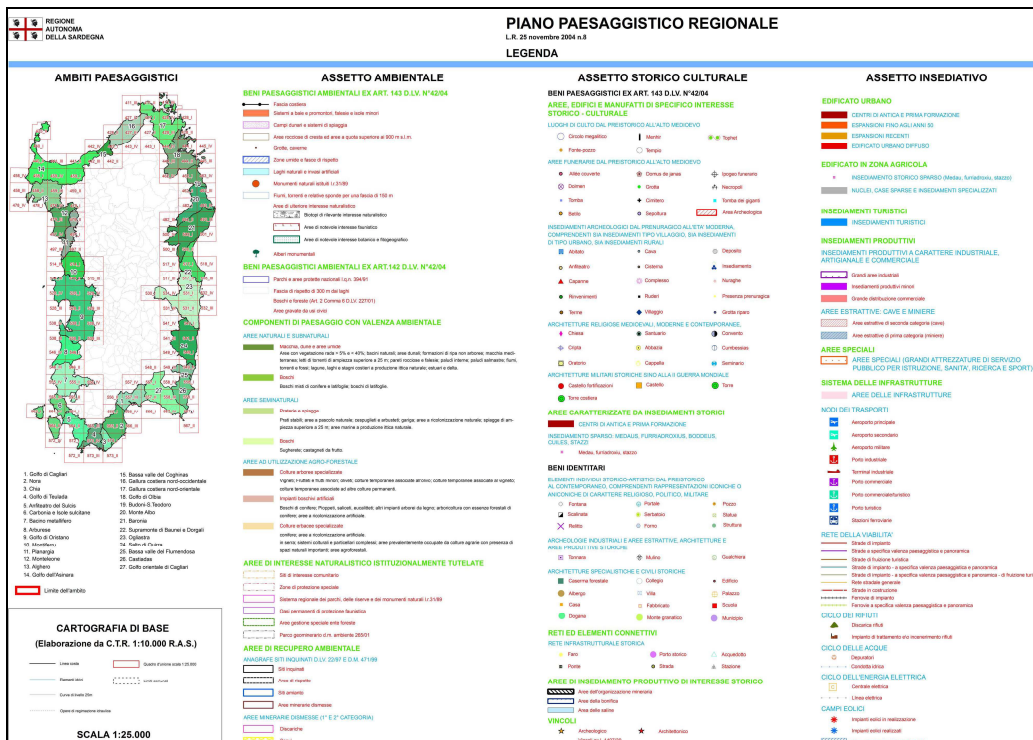
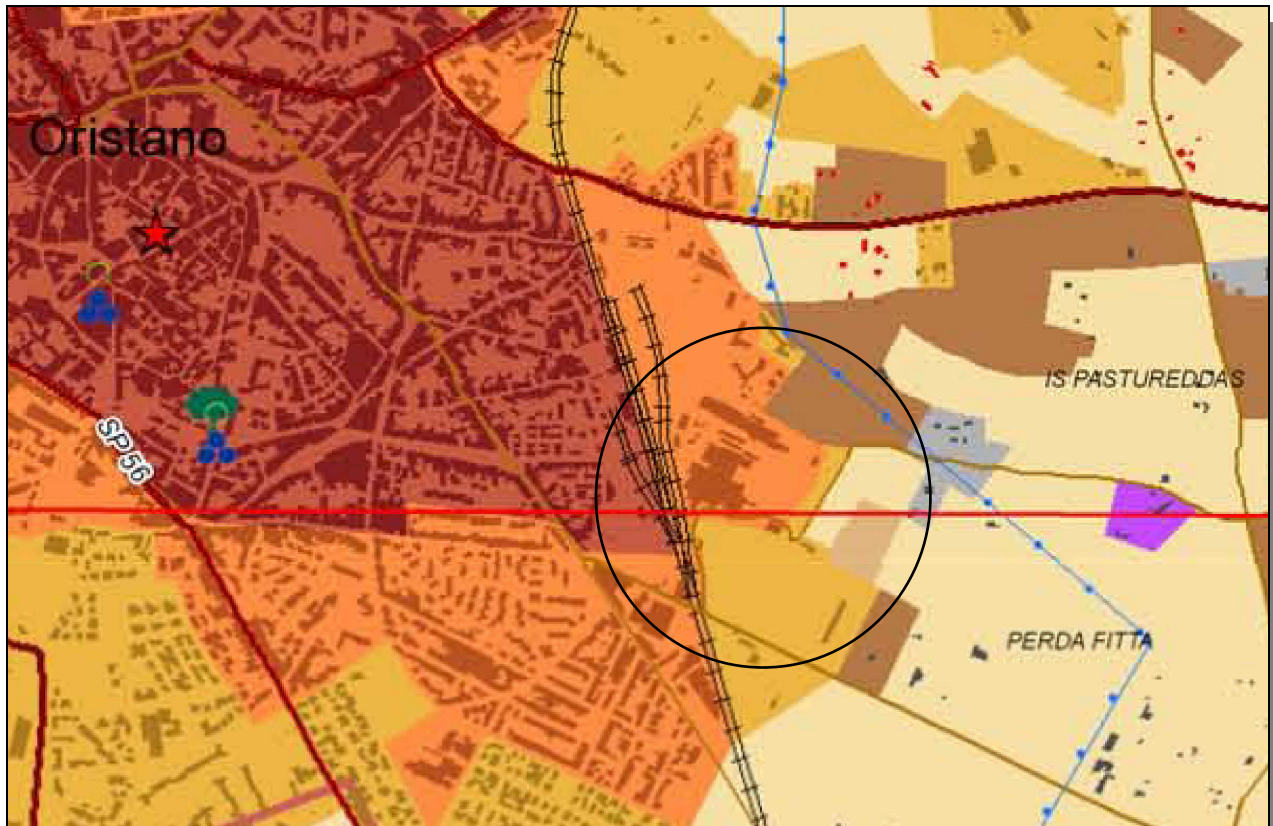


Figura 7 - PPR - Estratto Ambito 9, Tavola 5281, scala di 1:25000 e legenda

Caratteristiche pedologiche

Le peculiarità pedologiche del territorio oristanese risiedono prevalentemente nella presenza di suoli profondi ad evoluzione molto spinta e solo subordinatamente, in suoli più immaturi debolmente sviluppati o di origine recente, con una scarsa differenziazione degli orizzonti. Questi ultimi, appartenenti alle fasi tardive del Pleistocene ed all'Olocene, si trovano per lo più localizzati in corrispondenza delle aree dunarie, di alcuni dei sedimenti alluvionali recenti e delle aree peristagnali e perilagunari, laddove la continua deposizione e rimaneggiamento dei sedimenti non favoriscono l'assimilazione degli stessi ad un orizzonte pedogenetico. Nella zona oggetto dello studio, i suoli presentano caratteristiche pedologiche evolute, tanto che nelle zone con caratteristiche pedologiche simili e a vocazione agraria, si rileva un consueto utilizzo agricolo. In sintesi, nei pressi del sito di intervento, si rilevano le seguenti principali caratteristiche pedologiche:

-*Descrizione*: Suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso-argillosi in superficie, da franco sabbioso-argillosi ad argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

-*Attitudine*: Colture erbacee e, nelle aree più drenate, colture arboree anche irrigue.

-*Erodibilità*: moderata.

-*Profondità*: profondi, oltre il metro

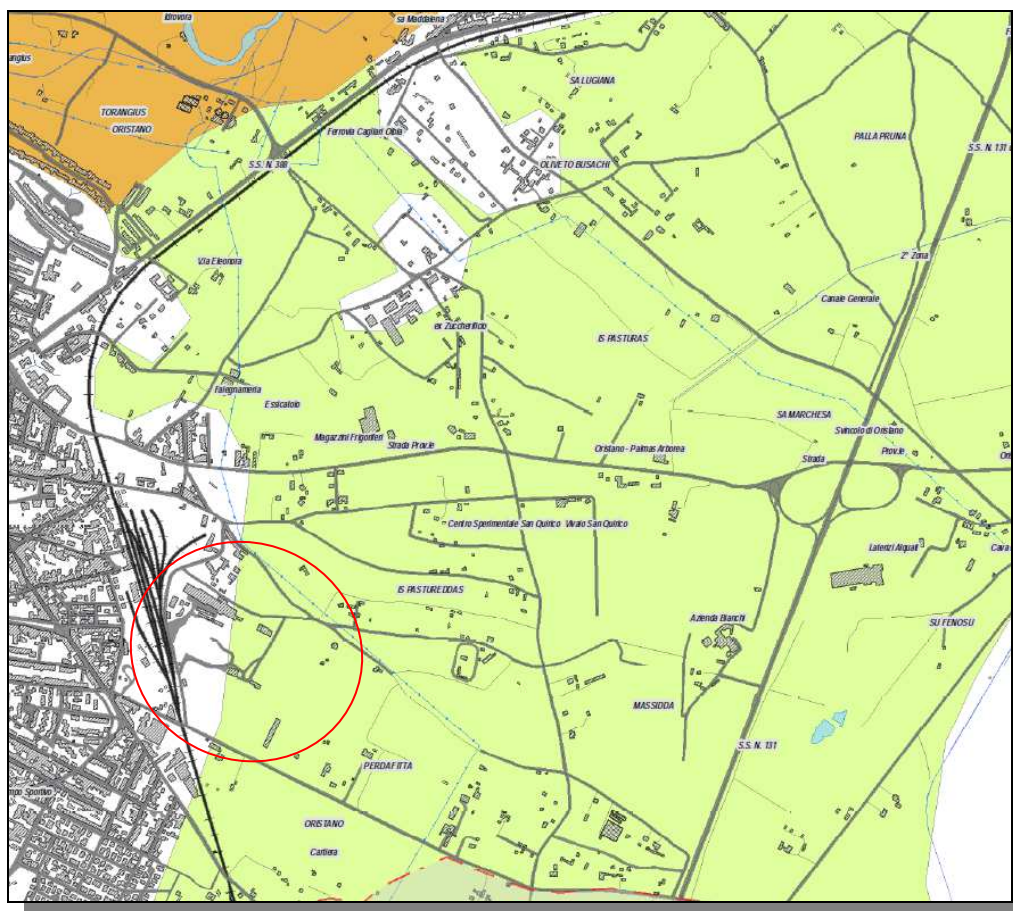


Figura 8 – Stralcio della Carta pedologica (PUC)

Uso del suolo

Nel territorio oristanese, le modalità dell'uso del suolo si riconducono essenzialmente a tre macrocategorie:

- usi basati su ecosistemi naturali e subnaturali riferiti alle superfici occupate da boschi, macchia mediterranea, vegetazione degli stagni costieri, vegetazione dunale e riparia e i rimboschimenti artificiali,
- usi basati su ecosistemi colturali,
- usi basati su ecosistemi artificiali.

La tipologia della zona in studio ricade nell'ultima macrocategoria ovvero quella basata sugli ecosistemi artificiali comprendenti (figure 9 e 10):

- Tessuto residenziale ed urbano che rappresenta i diversi nuclei urbanizzati della città di Oristano e delle sue diverse frazioni;
- Fabbricati rurali e altri fabbricati rappresentanti tutto l'edificato rurale presente nell'agro e nelle varie borgate agricole;
- Insediamenti industriali ed artigianali che individuano i vari agglomerati industriali, artigianali e commerciali presenti;
- Verde urbano, cimiteri, aree verdi e cimiteri compresi nell'edificato urbano della città e delle frazioni;
- Rete stradale e ferroviaria presente nel territorio del comune di Oristano;
- Porti e aeroporto con cui si indicano rispettivamente il Porto Industriale, il Porticciolo turistico della località marina di Torre Grande e l'aeroporto di Fenosu.
- Cave e cantieri che comprendono le cave di sabbia ed inerti, e i territori occupati dai cantieri stradali per la realizzazione dell'ampliamento della SS 131 "Carlo Felice";
- Ex Discarica R.U., nella zona di Sili, ormai bonificata attraverso una ricopertura di elementi vegetali erbacei ed arbustivi.

In particolare, con riferimento allo schema di legenda Corine Land-Cover, nei pressi dell'area di interesse si rilevano le seguenti particelle:

- Codice UDS 1211 -> Insediamenti industriali/artigianali/commerciali e spazi annessi
- Codice UDS 2121 -> Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
- Codice UDS 242 -> Sistemi colturali e particellari complessi
- Codice UDS 31121 -> Pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste
- Codice UDS 231 -> Prati stabili.

Figura 9 – Stralcio della Carta dell'uso del suolo (PUC)

Figura 10 – Stralcio della Carta dell'assetto insediativo (PUC)

Caratteristiche meteorologiche

Al fine di completare il quadro delle conoscenze fisico-ambientali della zona indagata, si ritiene opportuno dare evidenza delle caratteristiche meteorologiche relative all'area vasta, con particolare riferimento ai dati inerenti la pluviometria, la temperatura e l'anemologia.

Per l'inquadramento pluviometrico si è fatto riferimento ai dati riportati dal "Piano Stralcio del Bacino Regionale per l'Utilizzo delle risorse idriche – Sardegna", che nell'elaborato 1.1 "Annesso dati risorse superficiali", riporta una serie di osservazioni pluviometriche di varia tipologia, a partire dall'anno 1922 fino ad arrivare all'anno 2002. In particolare nella stesura della presente relazione, si è fatto riferimento alle più vicine stazioni di Arborea e Riola Sardo e ai dati relativi presenti nella tabelle 5 dell'elaborato sopracitato, che recano "Altezze di Pioggia delle stazioni del Servizio Idrografico, Integrate e Ricostruite - periodo 1922-2002 - anni idrologici". Dall'analisi dei dati di cui sopra è stato possibile costruire i seguenti grafici:

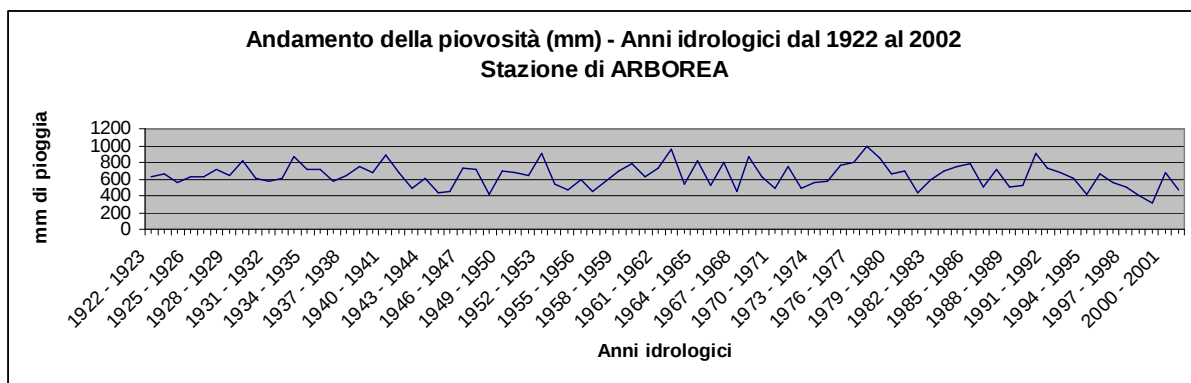


Figura 11 - Andamento della piovosità annuale (mm di pioggia) riferito alla stazione di Arborea, negli anni idrologici dal 1922 al 2002 (fonte dati di origine: Piano Stralcio del Bacino Regionale per l'Utilizzo delle risorse idriche).

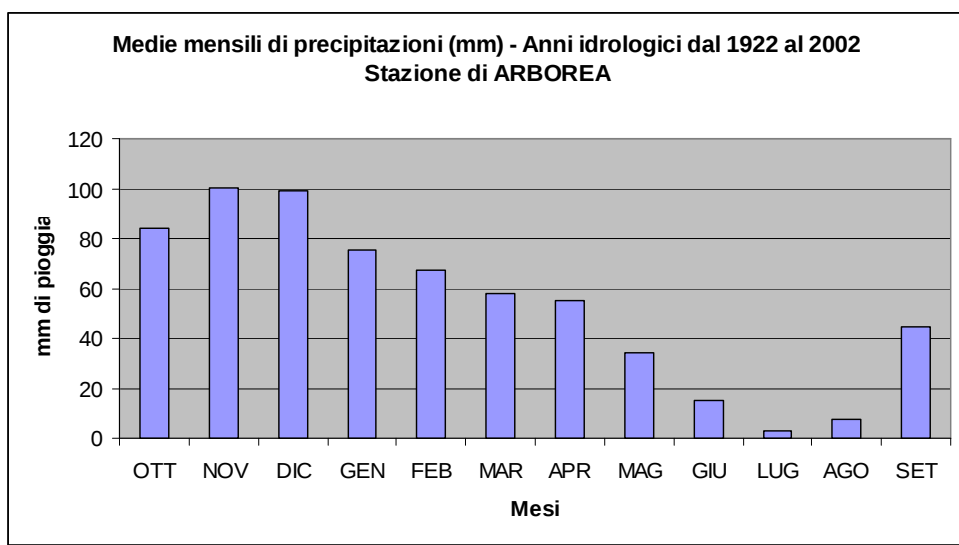


Figura 12 - Medie mensili di precipitazioni (mm di pioggia) riferiti alla stazione di Arborea, negli anni idrologici dal 1922 al 2002 (fonte dati di origine: Piano Stralcio del Bacino Regionale per l'Utilizzo delle risorse idriche).

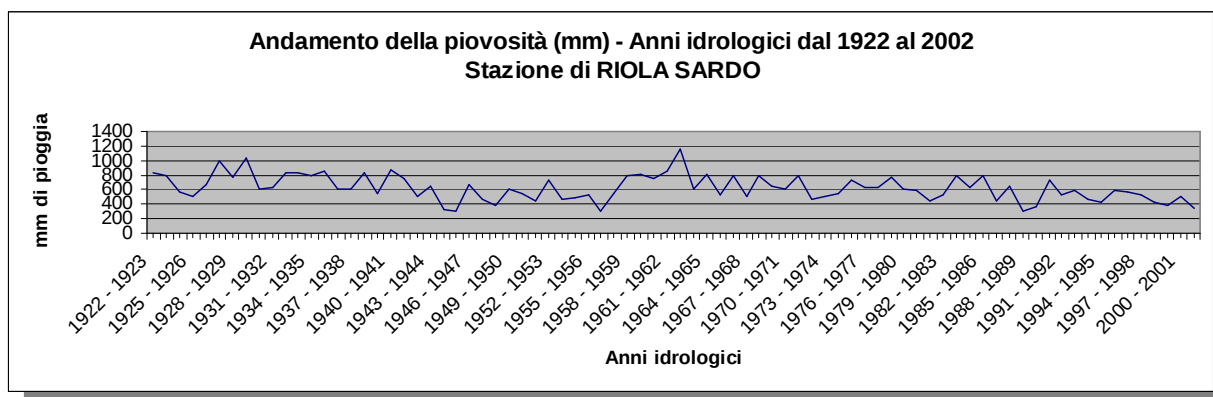


Figura 13 - Andamento della piovosità annuale (mm di pioggia) riferito alla stazione di Riola Sardo, negli anni idrologici dal 1922 al 2002 (fonte dati di origine: Piano Stralcio del Bacino Regionale per l'Utilizzo delle risorse idriche).

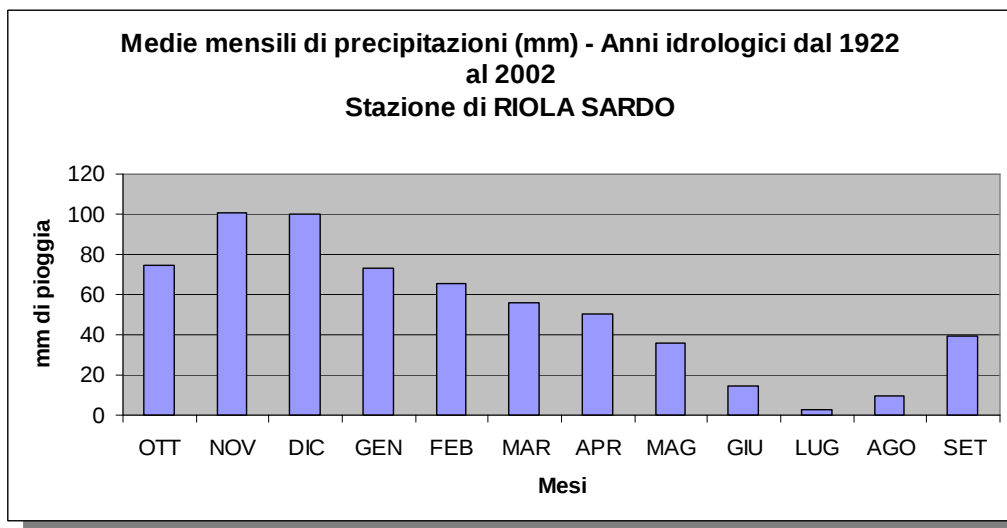


Figura 14 - Medie mensili di precipitazioni (mm di pioggia) riferiti alla stazione di Arborea, negli anni idrologici dal 1922 al 2002 (fonte dati di origine: Piano Stralcio del Bacino Regionale per l'Utilizzo delle risorse idriche).

Lo stesso Piano Stralcio riporta alcune considerazioni sugli andamenti pluviometrici, che peraltro sono sicuramente applicabili anche ai dati desunti dalle stazioni di interesse, Riola Sardo e Arborea, e che vale la pena riportare: “[...]appare evidente che fino al 1975 non sussistevano indizi di una non stazionarietà della media, le fluttuazioni, infatti, risultavano contenute. È risultato, pertanto, opportuno confrontare la media degli ultimi 16 anni (saltando un periodo di circa 10 anni di chiara transizione) con i primi 53, proprio perchè tale periodo fornisce un quadro di riferimento importante in relazione all'estensione temporale ed alla stabilità dei parametri statistici. A ciò si aggiunga che le serie delle grandezze idrologiche dal 1922 al 1975 hanno costituito la base su cui sono stati impostati gli schemi idrici del Piano Acque Sardegna (1985) e, quindi, tale confronto appare interessante anche per verificare e rapportare le prestazioni delle diverse configurazioni

infrastrutturali. Dalle elaborazioni effettuate dall'EAF si evince che le altezze di pioggia annue nell'isola hanno subito una contrazione tra i due periodi del 18% come valor medio sull'intera isola, e del 17% sul Tirso."

Relativamente ai periodi più recenti, in mancanza di dati puntuali per ciascuna stazione, come invece è stato riportato per gli anni dal 1922 al 2002, si ritiene comunque utile e significativo riportare quanto consultato negli elaborati dall'ex Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna (S.A.R., oggi ARPAS - Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico, di seguito semplicemente ARPAS).

In particolare sono state consultate le pubblicazioni:

- 1) Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna - Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2007/settembre 2008;
- 2) Analisi agrometeorologica e climatologica della stagione piovosa 2008 - 2009 in Sardegna - Le piogge eccezionali e gli impatti sul comparto agricolo;
- 3) Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna - Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2014 - settembre 2015.

Le citate pubblicazioni consentono, attraverso l'analisi dei periodi 2007÷2009 e 2014÷2015, di risalire, per quanto rileva in questa sede, all'andamento dei dati pluviometrici del complessivo periodo 1900÷2015.

Per quanto riguarda il periodo ottobre 2007 - settembre 2008, dalle elaborazioni di ARPAS, si evince che a livello regionale le precipitazioni sono state complessivamente deficitarie, sia nel numero dei giorni piovosi sia nel dato del cumulo di mm di pioggia caduti. In particolare nella parte centro-meridionale della Provincia di Oristano e quindi anche nella zona di interesse, le precipitazioni non hanno superato i 500 mm/12 mesi e i giorni piovosi sono stati circa 60.

Relativamente al periodo ottobre 2008- aprile 2009, si è rilevato che in quasi tutto il territorio regionale si sono avute quasi ovunque precipitazioni superiori alla media, se confrontate con i dati del trentennio 1961 – 1990: in buona parte del territorio regionale, e anche nel territorio di interesse, si sono infatti superati i 600 mm di cumulo.

Dai dati sopra riportati, lo stesso dipartimento ARPAS ha effettuato un'analisi comparativa con i dati di più di un secolo di osservazioni pluviometriche, vale a dire dal 1900 al 2009, dalla quale è facile comprendere come in Sardegna non si registravano piogge così abbondanti (da ottobre ad aprile) dal periodo 1971-72, come si vede nel grafico sottostante:

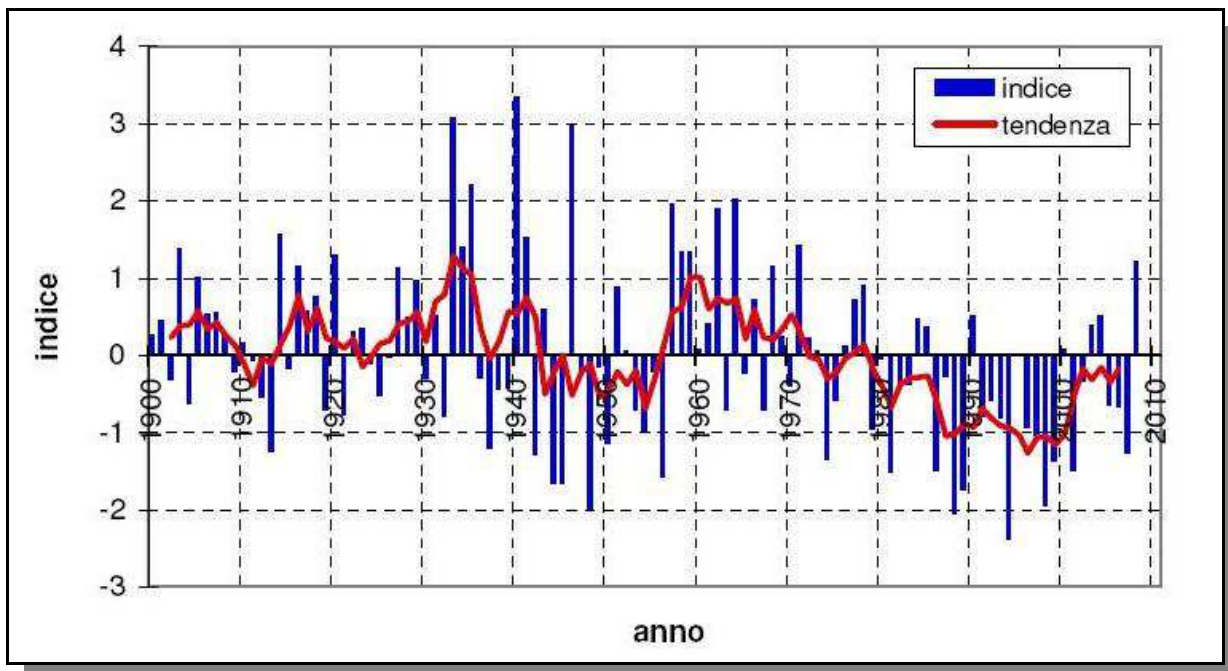


Figura 15 - Andamento del cumulato di precipitazioni di ottobre-aprile dal 1900 al 2009 (fonte ARPAS)

Per quanto concerne l'ultimo periodo, da ottobre 2014 a settembre 2015, il citato studio di ARPAS indica come la pioggia cumulata mostri un chiaro andamento crescente da Nord a Sud della Sardegna, piuttosto anomalo rispetto ai riscontri climatologici storici.

Questa distribuzione peculiare delle precipitazioni risulta entro $\pm 10\%$ dalla media su gran parte delle province di Sassari, Oristano, Nuoro e Ogliastra,

I cumulati dell'annata sono compresi tra i 500 mm e i 700 mm nella provincia di Oristano e nel Campidano;

Dal dato complessivo regionale si può notare che, rispetto all'andamento ultrasecolare, sia come cumulati (Figura 16) sia come numero di giorni piovosi (Figura 17), il 2014-2015 ha avuto piogge leggermente inferiori alla media. In ambedue i casi, però, non si è trattato di deficit pluviometrici eccezionali.

Nel caso del cumulato di precipitazione questo deficit viene subito dopo un'altra annata leggermente deficitaria (2013-2014).

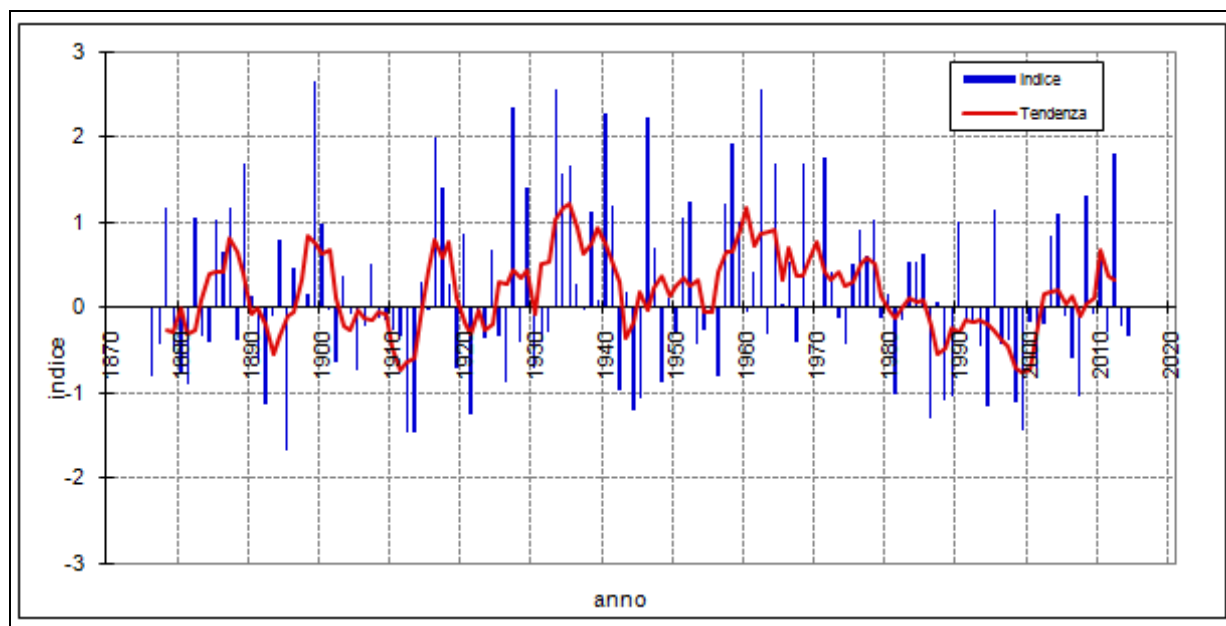


Figura 16 - Cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre, dal 1874 al 2015.

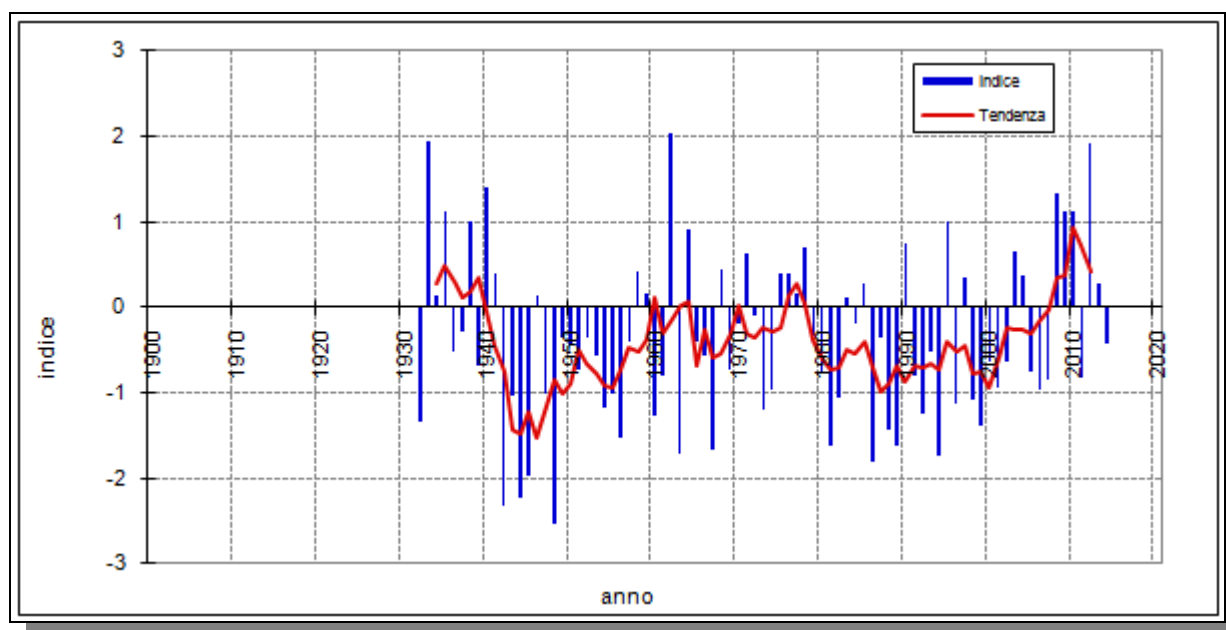


Figura 17 - Numero di giorni piovosi in Sardegna nel periodo ottobre-settembre, dal 1932 al 2015.

Riferendoci, nel caso ancora più specifico, all'area di interesse, la figura 18 mostra l'accumulo progressivo delle precipitazioni da ottobre 2014 a settembre 2015, sulla stazione di Oristano, confrontate con l'andamento tipico del 1971-2000.

Le stazioni del nord della Sardegna, Olmedo e Tempio Pausania, mostrano un accumulo di precipitazioni inferiore alla mediana, mentre le precipitazioni del centro-sud dell'Isola sono in linea colla mediana o risultano superiori. In particolare risultano particolarmente abbondanti gli accumuli

di precipitazioni del Sud-Est, cioè quelle misurate a Iglesias e Oristano le cui precipitazioni si sono mantenute sopra l'80° percentile della distribuzione della precipitazione per gran parte dell'anno.

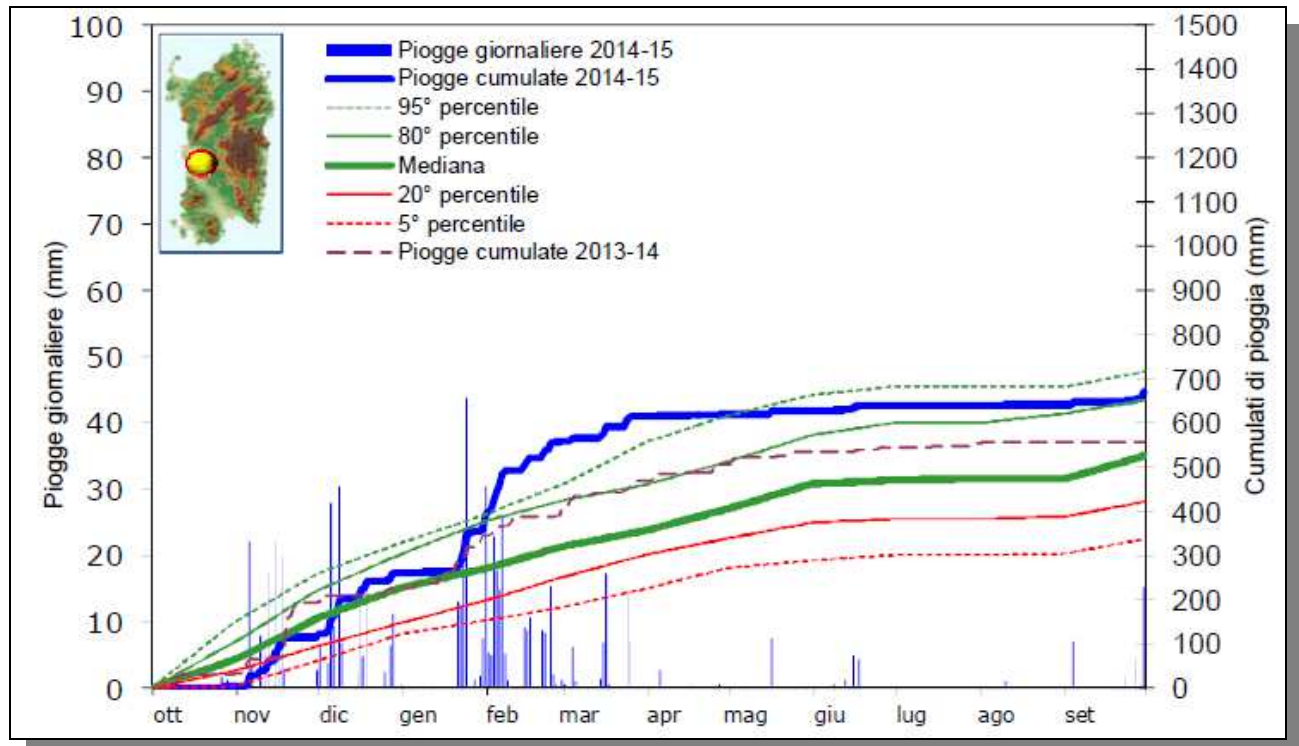


Figura 18 - Piogge giornaliere e cumulate - Stazione di Oristano.

In merito all'inquadramento termometrico si è fatto riferimento alle banche-dati presenti nel sito istituzionale dell'APAT, che attraverso il portale tematico SCIA raggiungibile all'indirizzo <http://www.scia.sinanet.apat.it/scia.asp#>, offre una serie di indicatori climatologici, derivati dalle serie temporali delle variabili misurate da diverse reti di osservazione meteorologica. La stazione di riferimento per l'osservazione termometrica è Capo Frasca e i dati rilevati afferiscono al periodo 1961-1990, come riportato nei grafici seguenti:

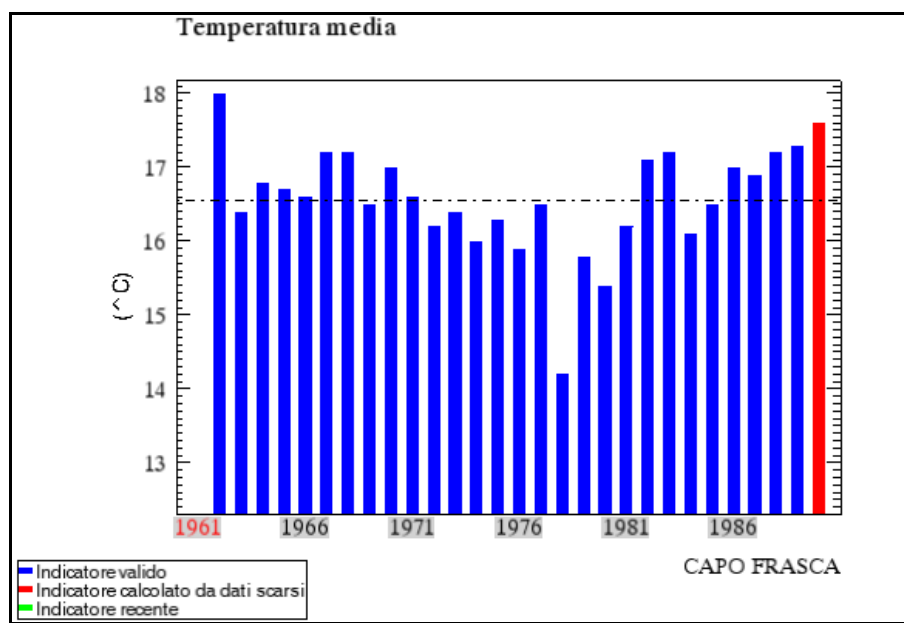


Figura 19 - Temperature medie annuali rilevate dal 1961 al 1990 nella Stazione di Capo Frasca (fonte sito APAT-SCIA)

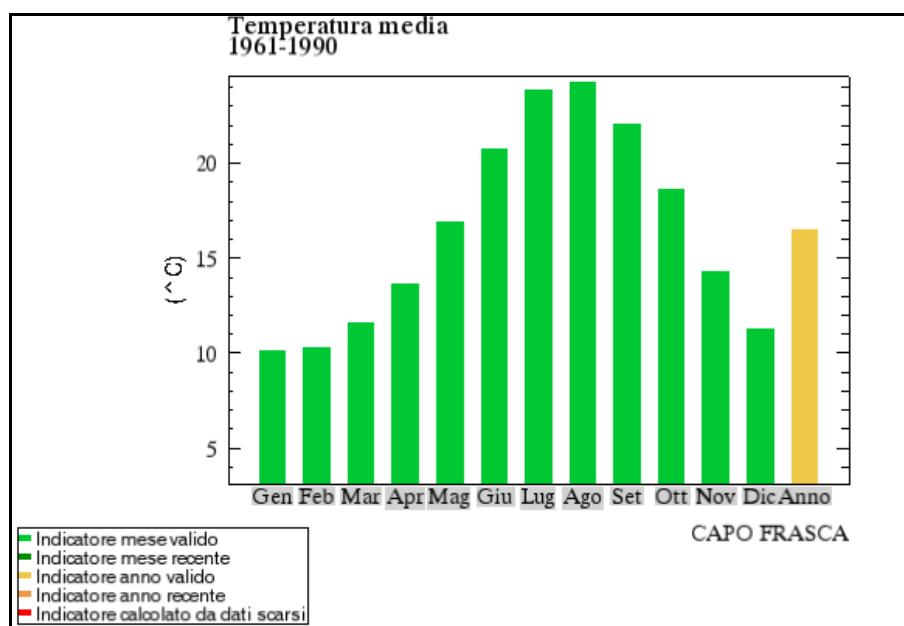


Figura 20 - Temperature medie mensili rilevate dal 1961 al 1990 nella Stazione di Capo Frasca (fonte sito APAT-SCIA)

Dall'osservazione dei grafici soprariporati, emerge che, per il periodo di osservazione nella Stazione di Capo Frasca, le temperature medie annuali raramente sono scese al di sotto dei 16,5°C, e che le temperature medie mensili si sono attestate intorno ai 25°C nel mese di Agosto e ai 10°C nel mese di Gennaio.

Sono anche di interesse le analisi tratte dal già citato studio di ARPAS relativo al periodo ottobre 2014 - settembre 2015.

Dal punto di vista delle temperature, il 2014-2015 è stato molto caldo, in particolare nelle temperature massime che hanno avuto delle anomalie tra +1°C e +1.5°C rispetto alla media storica 1995-2014.

La media delle temperature massime dell'annata 2013-2014 è stata intorno ai 22 ÷ 24 °C su più della metà del territorio regionale, cioè sulle coste, sulle pianure e in tutte le zone interne con quota medio basse. Si tratta di valori molto elevati rispetto alla media climatologica 1971-2000: le anomalie annuali infatti stanno tra +1 °C e +2 °C con un trend crescente da Sud-Est a Nord-Ovest.

Le medie delle temperature minime 2014-2015 sono state intorno ai 14 °C sulla costa sudoccidentale e tra i 12 °C e i 14 °C nel resto della aree costiere e sulle pianure.

Anche le medie delle minime risultano superiori alle medie 1971-2000. Le anomalie delle minime risultano, infatti, comprese 0 °C e +0.5 °C nell'entroterra e tra +0.5 °C e +1.0 °C in una fascia costiera piuttosto ampia, larga 10 ÷ 20 km.

Il confronto delle temperature massime con l'andamento ultrasecolare (Figura 21) mostra che il 2014-2015 in Sardegna è stata l'annata più calda di sempre, con un'anomalia di +1.5°C superiore alla media climatologica 1971-2000; la media 2014-2015 annuale risulta superiore anche a quella del 2002-2003 e a quella del 2013-2014.

L'analisi della variabilità più lenta mostra che dal 2010 in Sardegna si è innescato un nuovo trend crescente delle temperature piuttosto ripido.

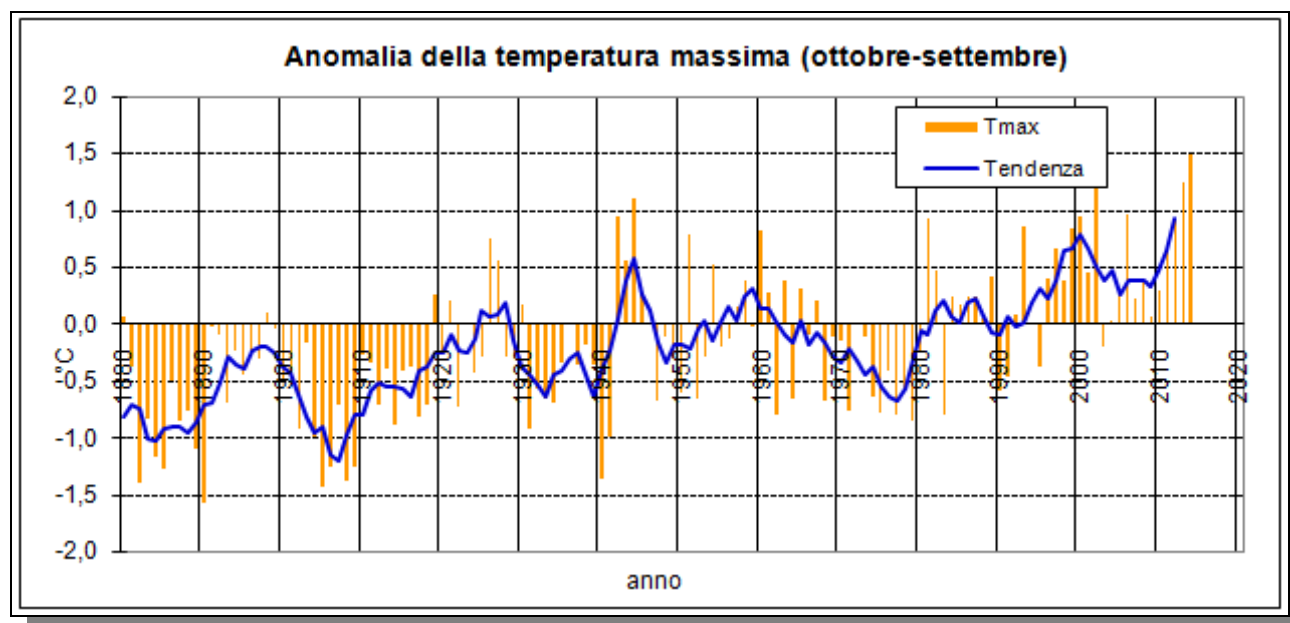


Figura 21 - Anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 al 2015.

Nell'ambiente climatico della Sardegna il vento ha una notevole influenza. Esso soffia infatti con altissima frequenza per il fatto che l'isola si trova lungo la traiettoria delle correnti aeree occidentali, che spirano dalle zone anticicloniche dell'Atlantico e dell'Europa di Sud-Ovest verso i centri di bassa pressione mediterranei. È di notevole interesse constatare che la distribuzione dei valori di frequenza nei diversi settori d'orizzonte non presenta apprezzabili variazioni nei singoli anni; ciò è tanto più degno di nota se si tengono presenti i notevoli scarti dalla media che invece si

registrano nell'andamento di altri elementi del clima, e in particolare nel regime delle precipitazioni.

La predominanza dei venti occidentali in tutte le stagioni, la velocità media del vento quasi eguale in tutti i mesi, l'affermarsi del sistema di brezza lungo le coste regolarmente alla fine della primavera sono i fatti salienti di questo uniforme regime anemometrico.

I dati di frequenza rilevati nella stazione A.M. di Oristano indicano come lo stato di calma rappresenti la situazione più frequente. A seguire l'importanza maggiore è da attribuire ai venti da NW (maestrale) e da W (ponente), mentre le altre direzioni sono nettamente meno frequenti.

Ai venti da maestrale sono associate anche le intensità maggiori, con punte che superano i 24 nodi (45 Km/h).

Per delineare questo aspetto della climatologia è significativo esaminare la distribuzione delle frequenze in funzione delle direzioni dei venti.

A tal fine si propone il significativo diagramma anemometrico (frequenza in funzione della direzione) realizzato su base statistica su osservazioni prese nella stazione meteorologica di Oristano fra l'aprile 2012 e l'ottobre 2017, giornalmente dalle 7 alle 19 orario locale.

Emerge la dominanza del maestrale (NW) e del ponente (W), mentre i venti da Nord-Est (grecale) e da Sud-Ovest (libeccio) rappresentano le altre direzioni dominanti, ma con frequenze decisamente minori.

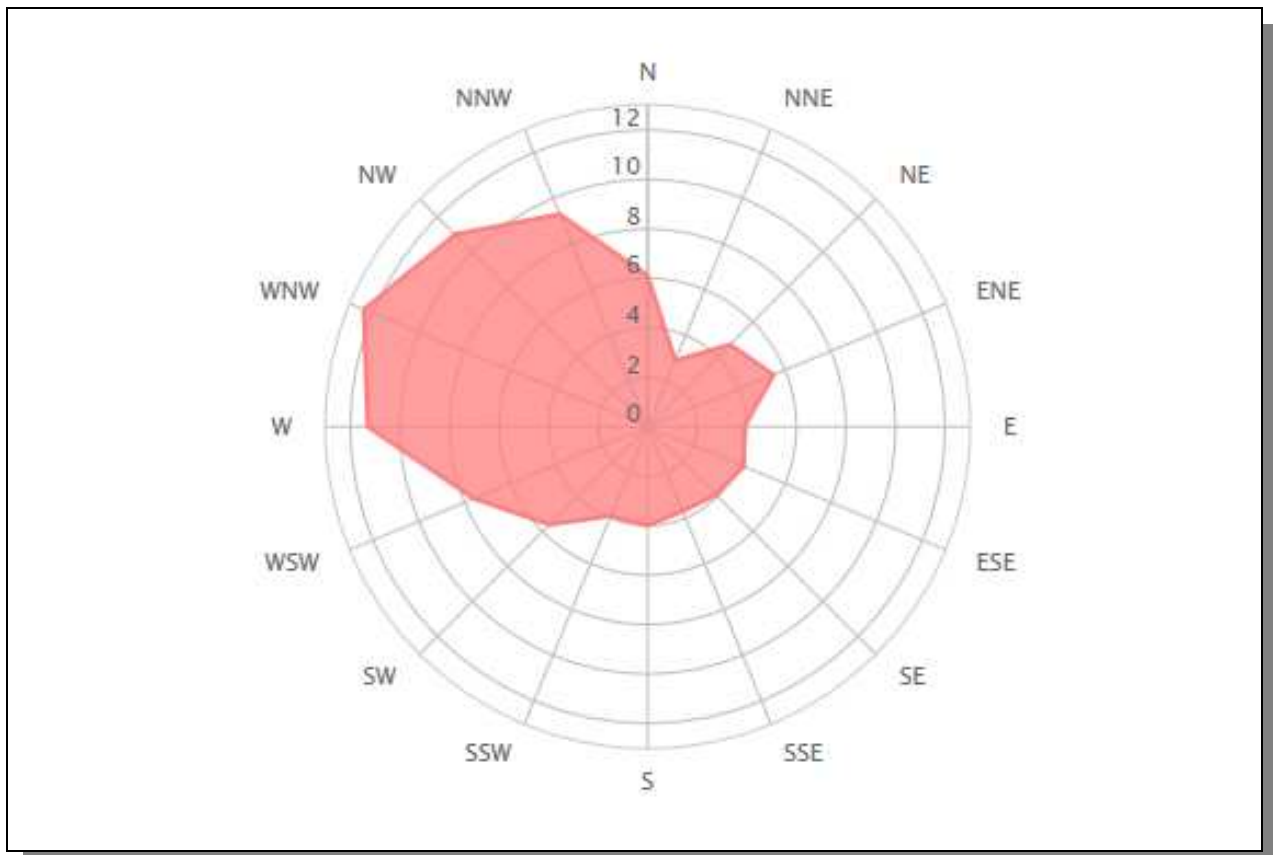


Figura 22– Distribuzione della direzione del vento in %

Caratterizzazione e modellazione geologica

Così come indicato anche nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 7 del 21.01.2019 recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al DM 17.01.2018, lo studio geologico è stato esteso ad un'area più vasta rispetto a quella interessata dal progetto, al fine di fornire un quadro d'insieme più chiaro e completo in merito alle condizioni geolitologiche, all'assetto geomorfologico e ai lineamenti idrogeologici. Nei paragrafi che seguono sono trattati gli argomenti necessari per effettuare una corretta caratterizzazione in tal senso.

Lineamenti geologici dell'area

La zona di interesse è caratterizzata da potenti depositi alluvionali eterogenei, di età pleistocenica. I materiali più diffusi sono costituiti in prevalenza da depositi di natura alluvionale ascrivibili ad ambienti fluviali, fluvio-lacustri e deltizi, che caratterizzano gran parte dell'Oristanese; si tratta per la maggior parte di sabbie a matrice argillosa con talora presenza di ciottoli di dimensione centimetrica ben elaborati e di diversa natura. Sono presenti anche orizzonti francamente sabbiosi. I materiali sedimentati sono sviluppati in varie unità deposizionali, impostate a quote differenti e terrazzate, a testimonianza di processi deposizionali ed erosivi indotti dalle variazioni eustatiche del livello marino e dai fattori paleoclimatici. Notevole rilevanza rivestono gli orizzonti più francamente argillosi, da tenere in debita considerazione ai fini della progettazione geotecnica, testimonianza di facies lacustri ascrivibili con ogni probabilità al Pleistocene. I rapporti stratigrafici dei depositi succitati sono caratterizzati da una fisiologica variabilità laterale dovuta alla genesi deposizionale in ambiente fluvio-lacustre. La divagazione dei meandri fluviali porta alla deposizione di alternanze variabili, in termini di spessore ed estensione, di materiali da grossolani a fini in funzione dell'energia di trasporto del mezzo. Per tale motivo risulta estremamente importante, in questi casi la realizzazione di un'indagine geognostica accurata che fornisca informazioni precise sull'assetto stratigrafico del sito.

Le caratteristiche granulometriche sopracitate conferiscono a tali sedimenti una permeabilità da media a medio-bassa, in funzione del contenuto di componenti limo-argillose, più o meno elevato. Il substrato roccioso che, dalle informazioni riportate in letteratura, si trova a svariate decine di metri, è essenzialmente costituito dalle vulcaniti andesitiche del ciclo oligo-miocenico e da sedimenti miocenici marini che possono invece presentarsi in facies marnosa oppure marnoso-arenacea.

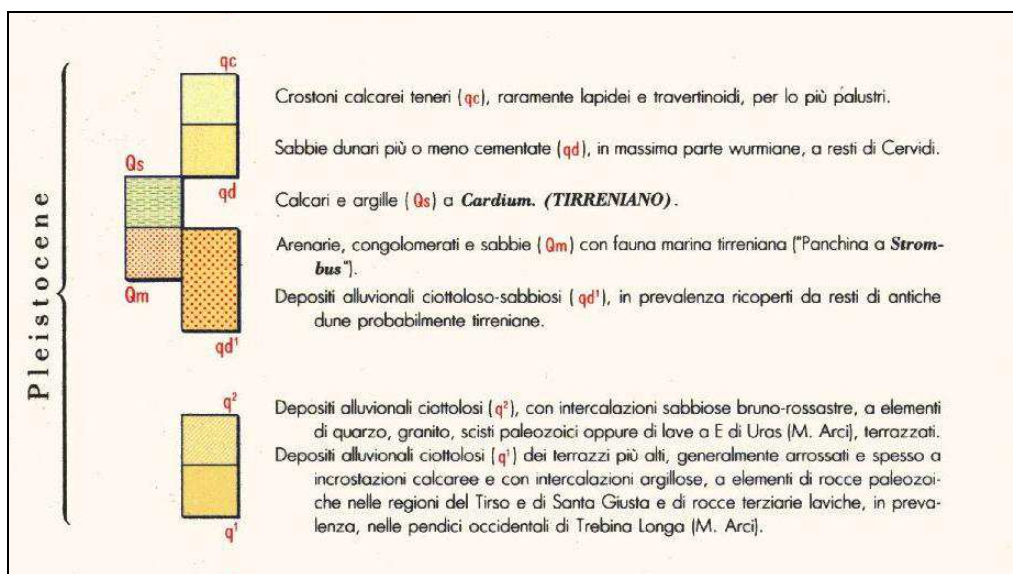


Figura 23 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala di 1:100.000 Foglio n°217

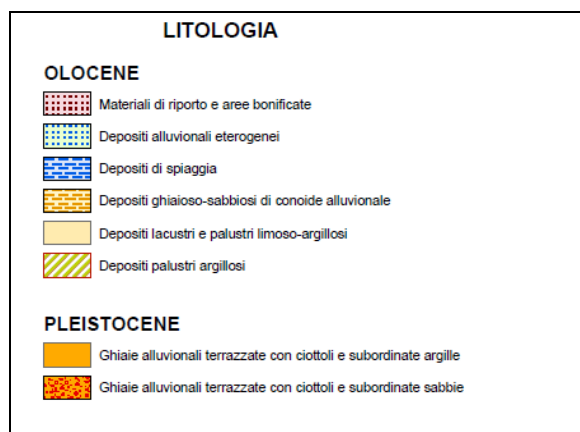
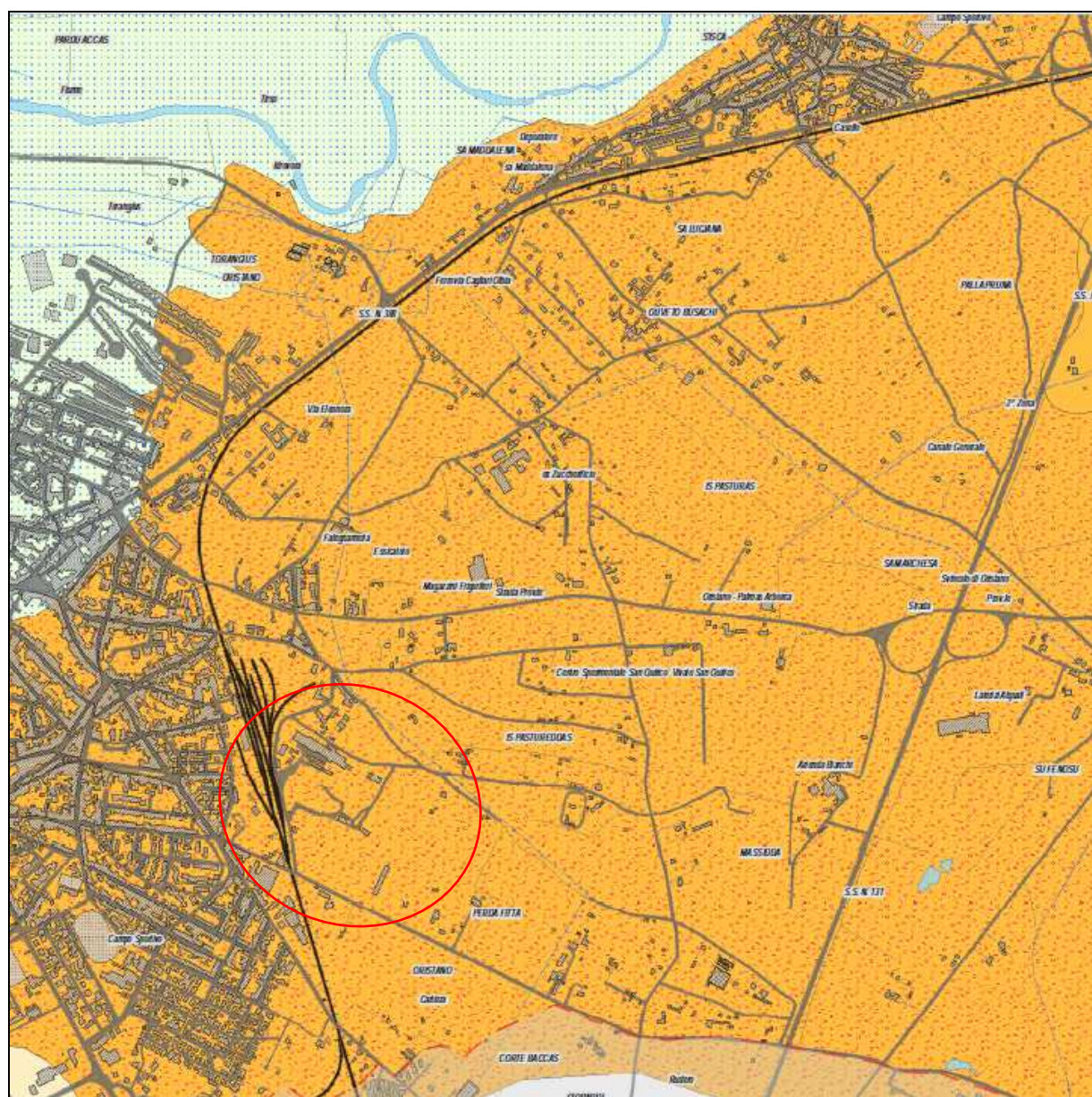


Figura 24 – Stralcio della Carta geolitologica del PUC

Caratteristiche idrogeologiche

L'assetto idrogeologico dell'area vasta, così come illustrato nell'abbondante letteratura esistente relativamente alla zona di Oristano è caratterizzato essenzialmente dalla presenza di due acquiferi di rilevante importanza, uno superficiale e uno profondo. L'acquifero superficiale, di tipo freatico, è impostato sui depositi alluvionali più recenti ed è, per lo più, alimentato dalle acque meteoriche oltre che dall'interazione con i corsi d'acqua che insistono sul territorio. Il letto di tale acquifero è costituito da un orizzonte impermeabile di natura argillosa e sabbioso-argillosa. L'acquifero profondo, di tipo semi-confinato, è impostato sui prodotti alluvionali pleistocenici ed è di tipo multistrato, a causa dei numerosi orizzonti a permeabilità più o meno bassa che lo costituiscono.

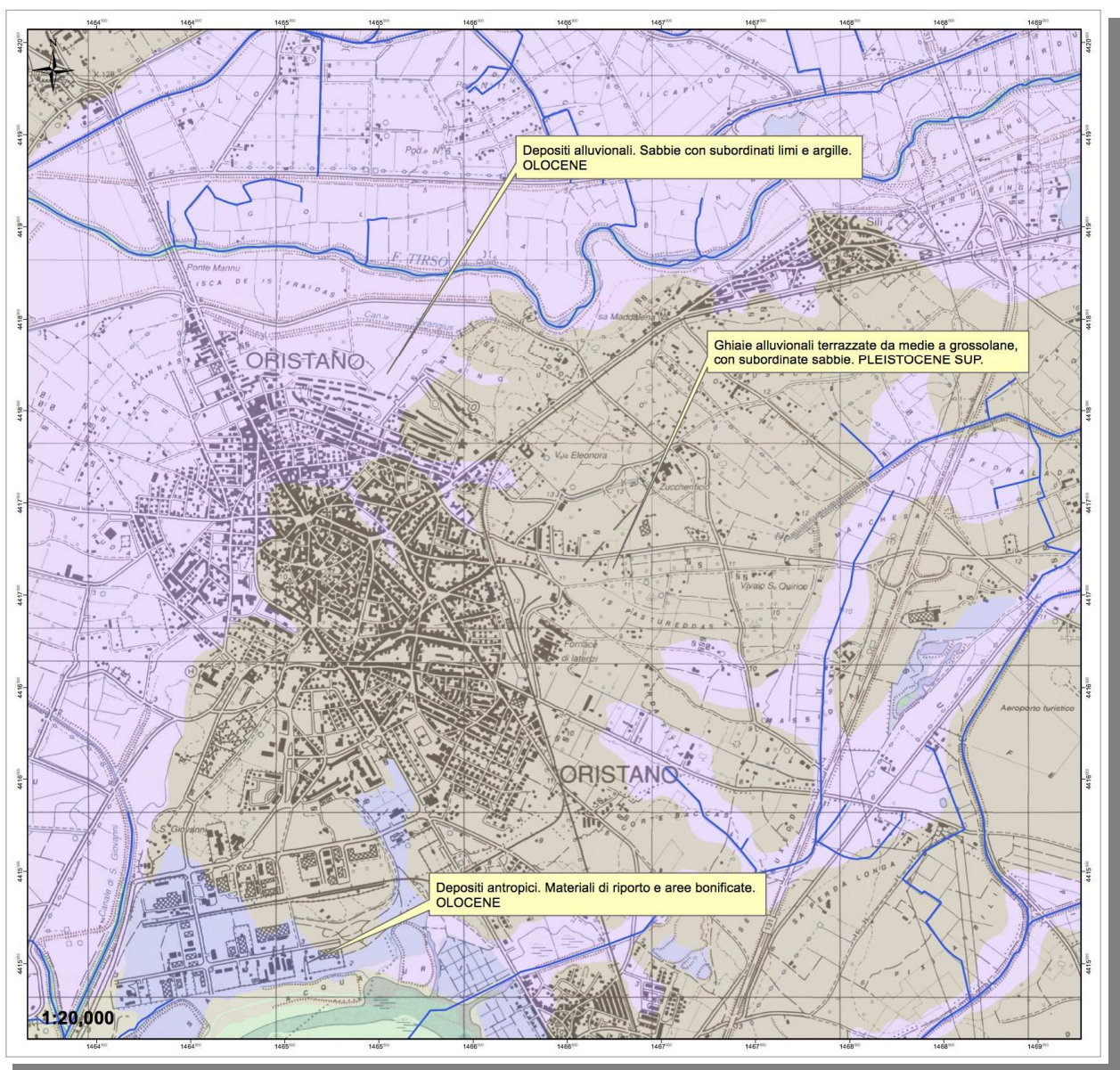


Figura 25 - Schema dell'assetto geologico e deflusso delle acque superficiali nell'area vasta

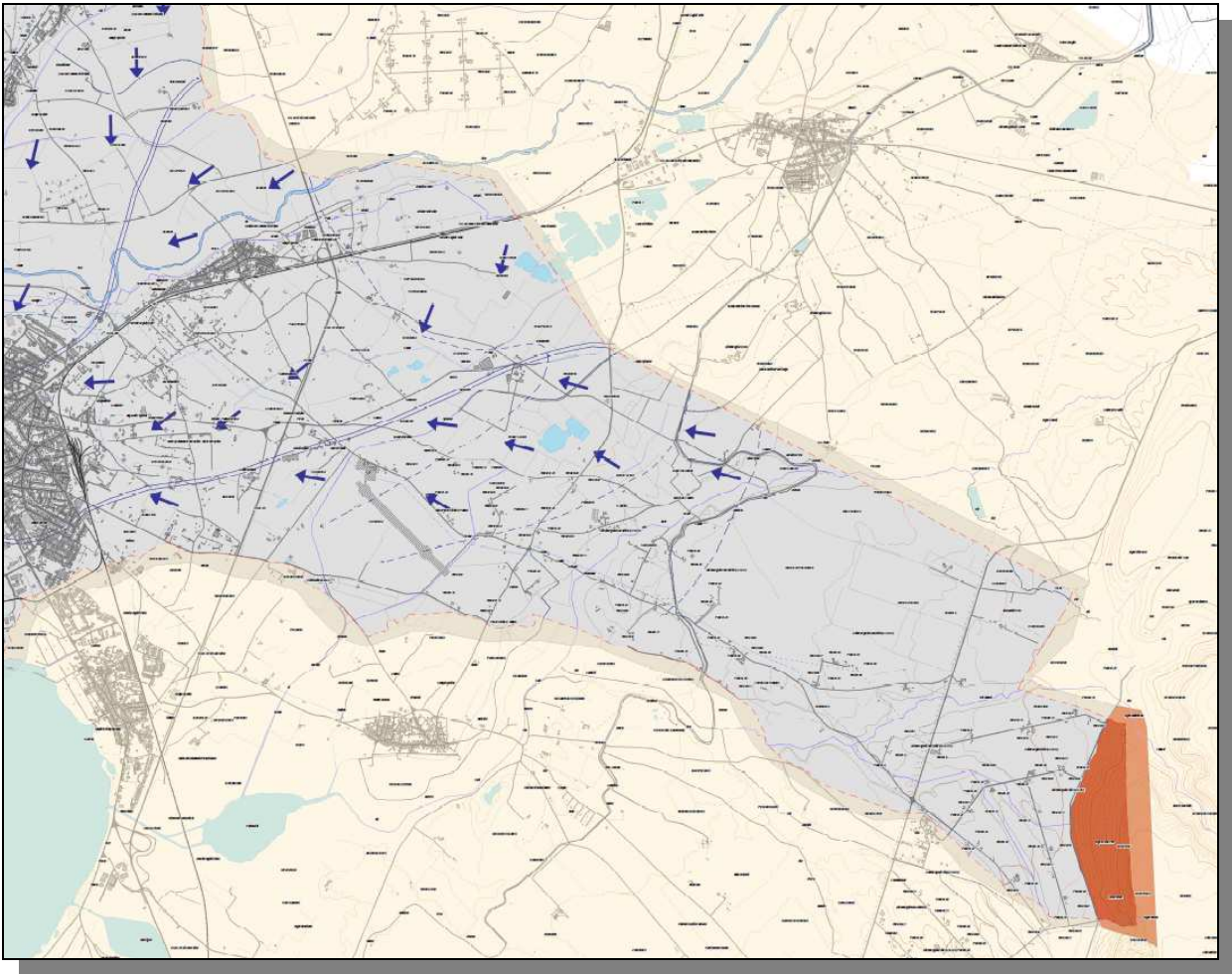


Figura 26 – Stralcio della carta idrologica del PUC

Sistema idrografico di riferimento e geomorfologia

La zona indagata è compresa nell'ampio settore del Campidano settentrionale ed è delimitata a Nord ed Est rispettivamente dai complessi vulcanici del Monti 'e ferru e del Monte Arci, mentre il limite occidentale è costituito dalla linea di costa che delinea il golfo di Oristano.

L'area è prevalentemente pianeggiante e non presenta dunque alcun problema di stabilità relativamente a fenomeni franosi, così come per quanto concerne i fenomeni alluvionali e di esondazione non risultano situazioni di pericolosità.

La conformazione pianeggiante è interrotta, nell'area vasta, da pochi rilievi appena accentuati che presentano quote assai modeste. A Est del sito, in lontananza, si possono osservare le propaggini del Monte Arci con quote massime, limitatamente al territorio considerato, pari a circa 210 m s.l.m..

Tra le forme tipiche del territorio, sono da citare quelle di natura fluviale quali i terrazzi fluviali con i relativi orli di scarpata, i cui dislivelli risultano comunque molto modesti.

Relativamente alle forme antropiche, è da rilevare nelle vicinanze del luogo, la presenza delle aree di cava di sabbia, l'area aeroportuale, le aree di antica discarica di rifiuti urbani.

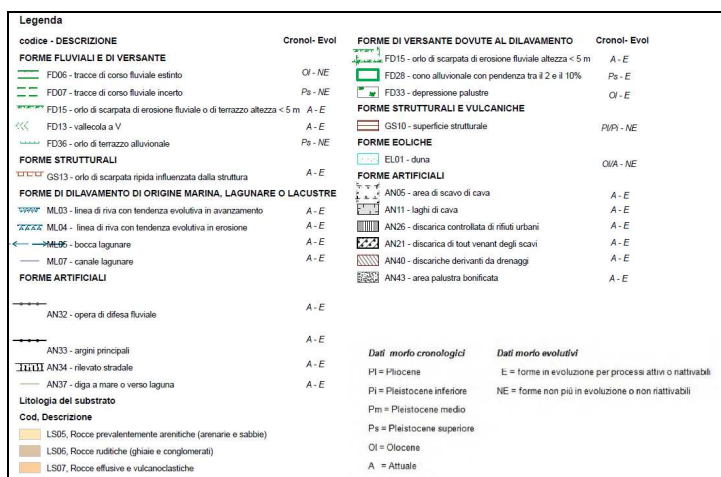
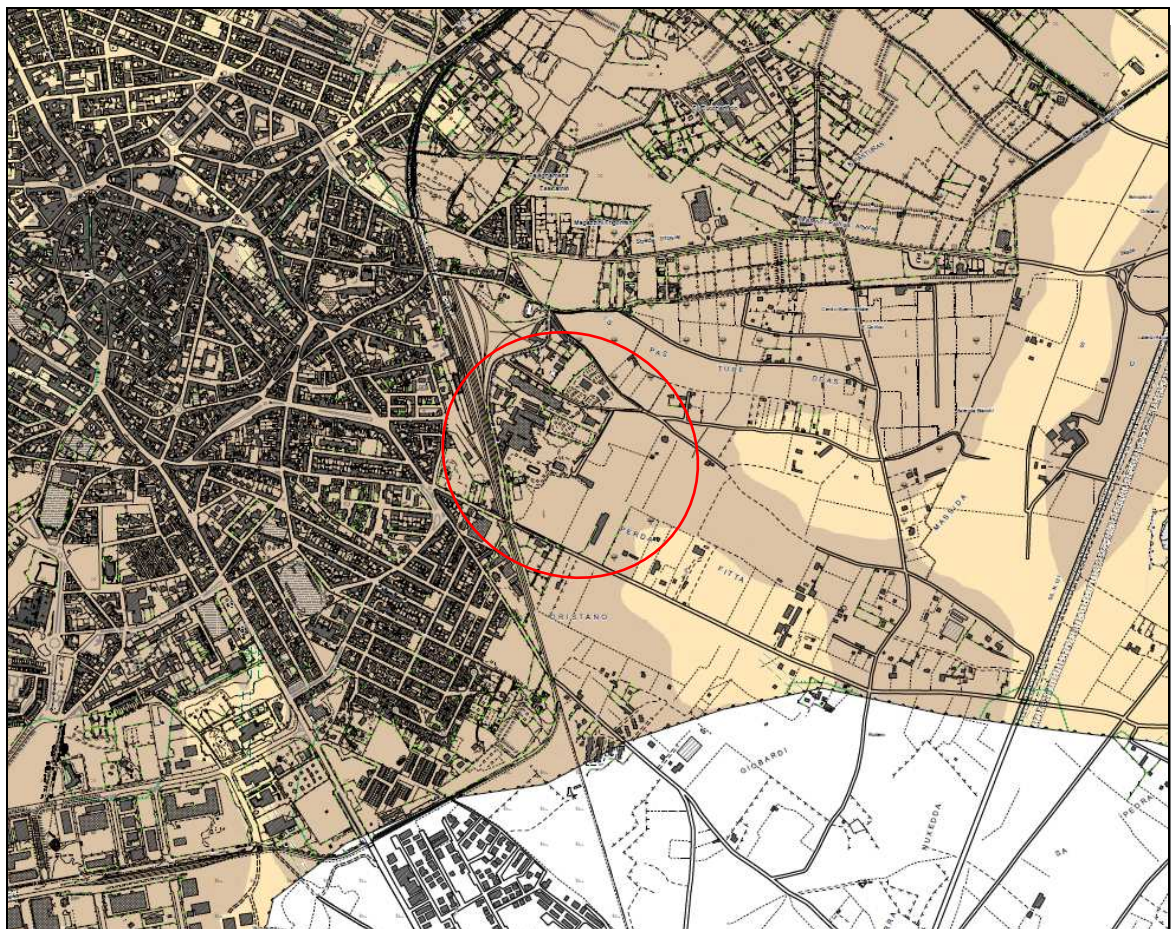


Figura 27 – Stralcio della Carta geomorfologica dello Studio di compatibilità geologica e geotecnica del territorio comunale (Tav.05b)

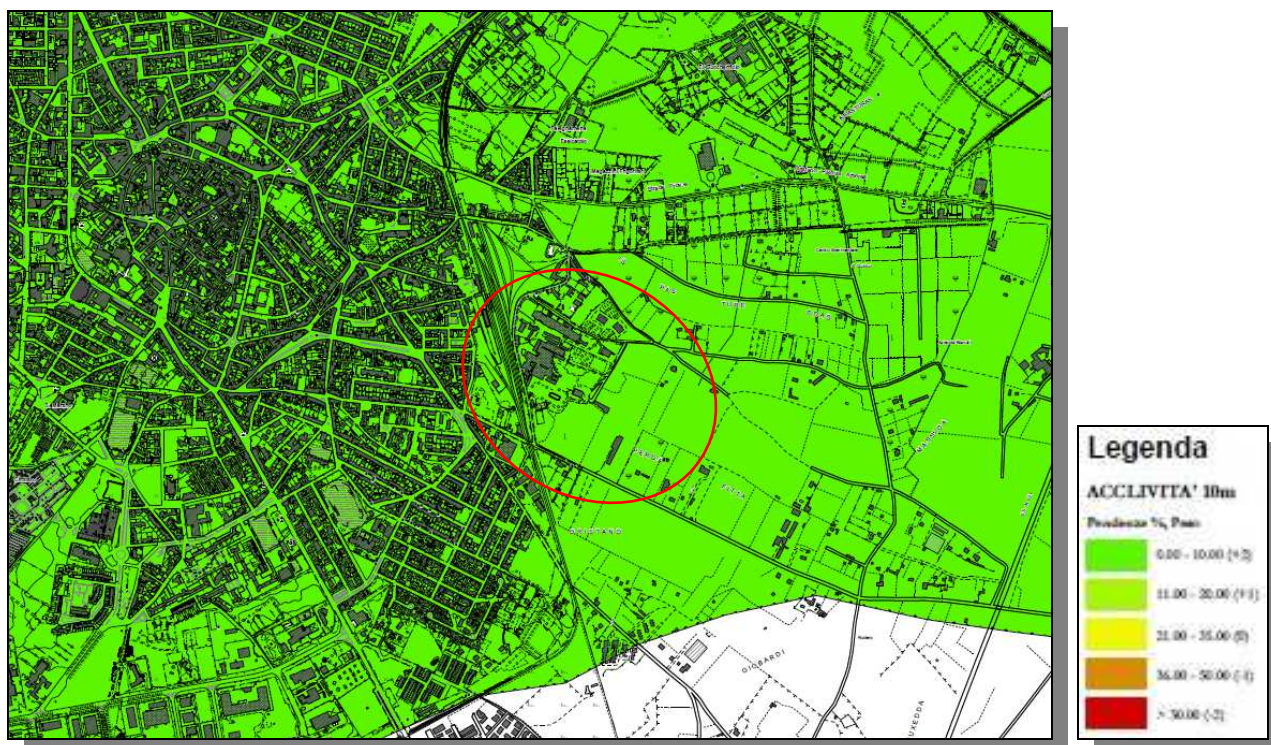


Figura 28 – Stralcio della Carta delle acclività dello Studio di compatibilità geologica e geotecnica del territorio comunale (Tav.01b)

L'idrografia superficiale dell'area vasta è caratterizzata principalmente dal sistema drenante del fiume Tirso, con i due rii S'Aoru e Nura Craba che fungono da colatori, in sponda destra. Il tratto finale del fiume Tirso scorre in direzione Est-Ovest, a una distanza pari a circa 3 km in linea d'aria a Nord del lotto di interesse, e dai numerosi canali di irrigazione che caratterizzano la zona dell'Oristanese.

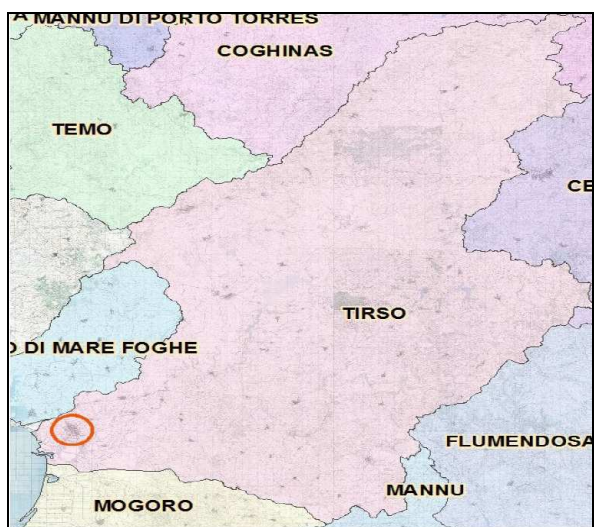


Figura 29 – Sistema dei bacini principali

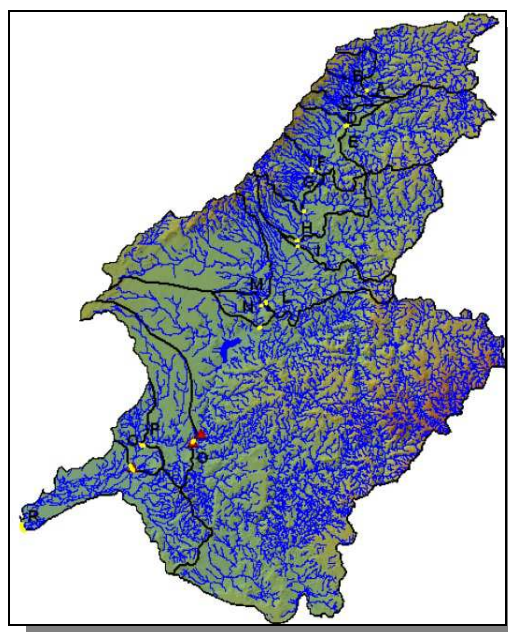


Figura 30 – Bacino idrografico del Tirso con i sottobacini in cui viene suddiviso

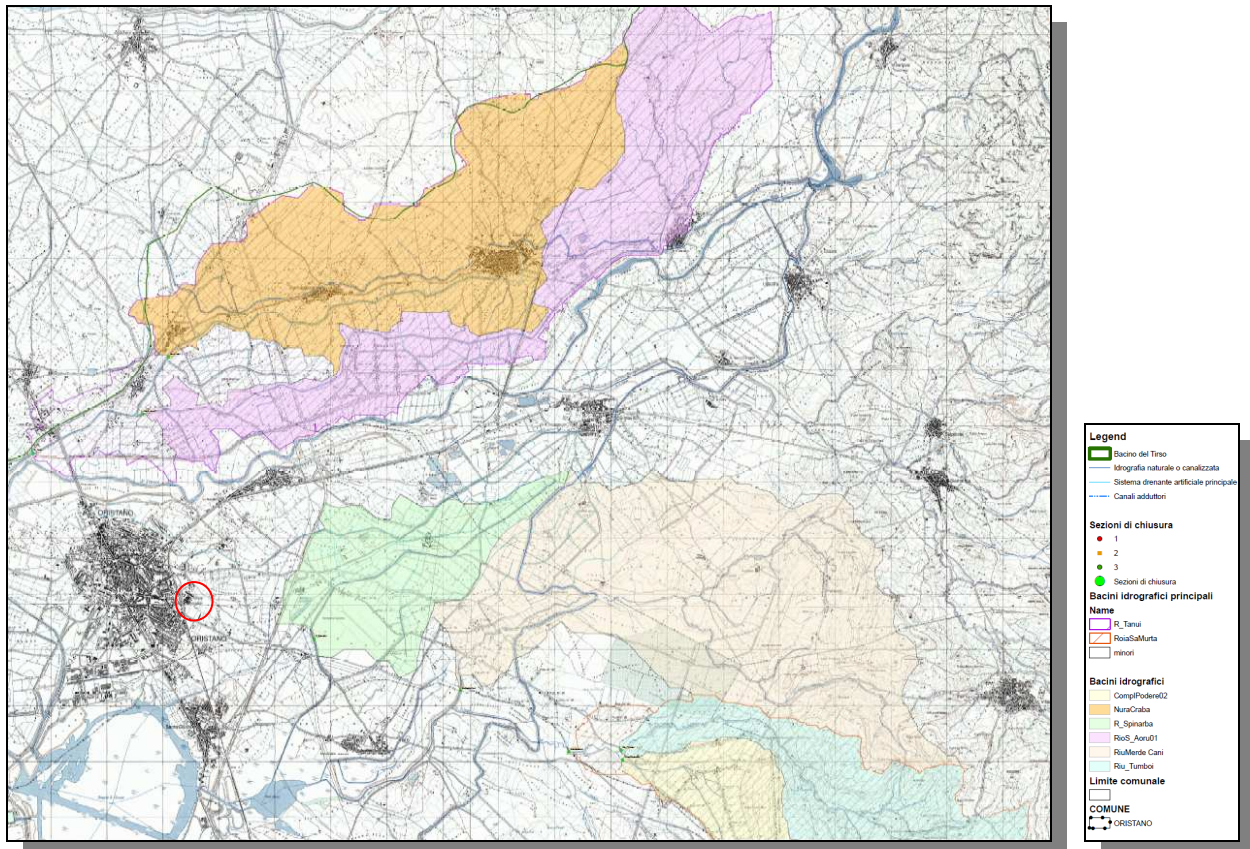


Figura 31 – Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano, Stralcio della Carta dei Bacini idrografici

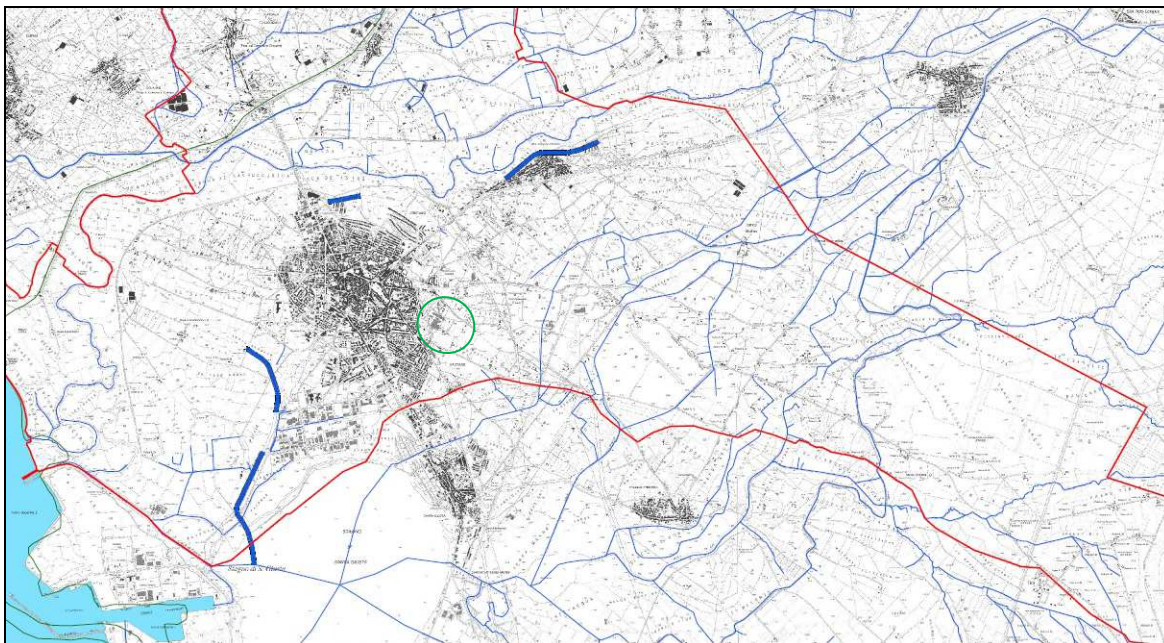


Figura 32 – Stralcio del reticolo idrografico dell'area estesa (Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano).

A Sud del Tirso il sistema dei deflussi è costituito da tre aree drenanti:

- il Rio Merd'e cañi che ha origine nel Comune di Solarussa e raccoglie, nel suo corso, alcuni altri rii con compluvi di ridotte dimensioni;
- il Rio Roi'e sa Murta che nella sua parte sommitale presenta un reticolo idrografico estremamente ramificato e proveniente dal versante nord orientale del Monte Arci.
- il Canale di bonifica di Spinarba che ha origine nel Comune di Simaxis ed ha il compito di drenare le acque dei vari comparti agricoli. Questo canale non individua un compluvio dettato dall'orografia presente, ma rappresenta una rete di bonifica.

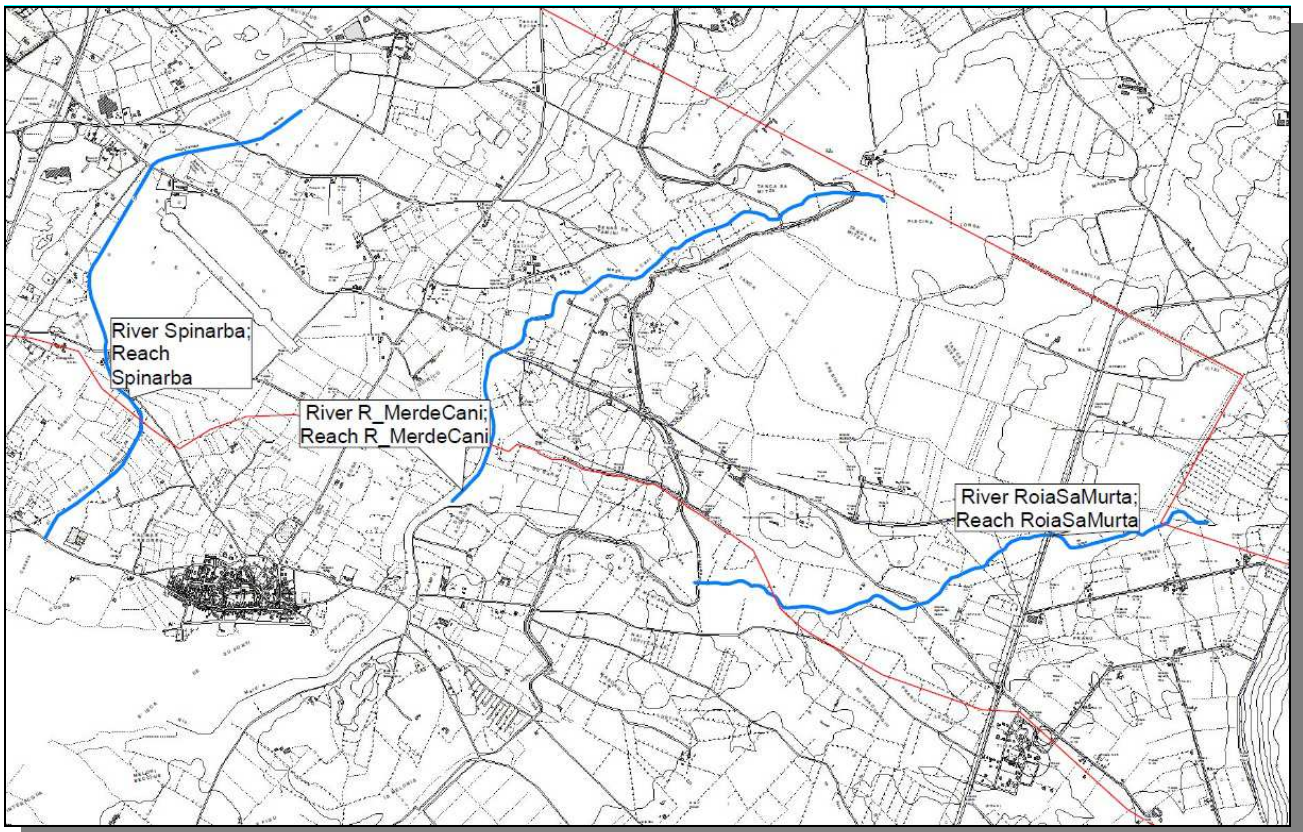


Figura 33 – Comparto drenante in sinistra del Tirso.

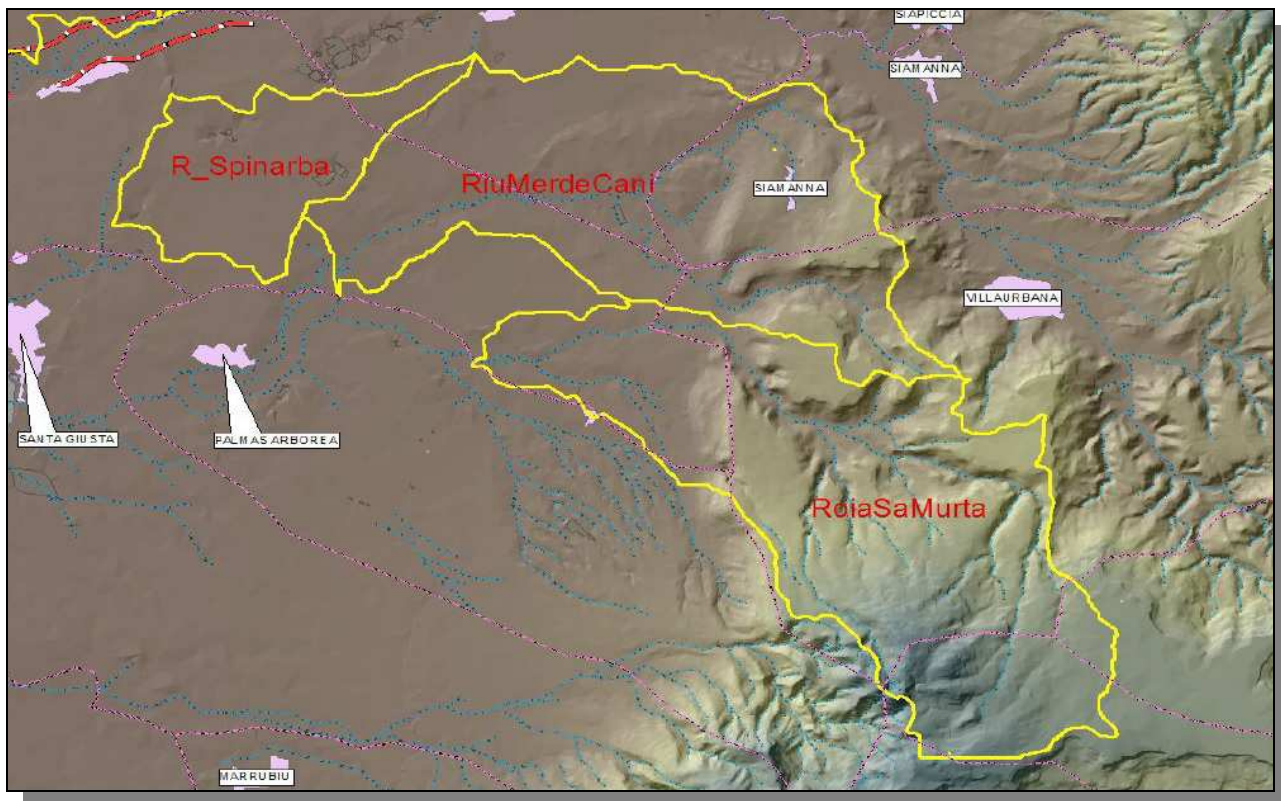


Figura 34 – Sistemi drenanti a Sud del Tirso su base DTM 10m.

Configurazione del sistema idrografico

Per le finalità che ci si propone, lo studio deve essere senz'altro focalizzato sul reticolo minore, come individuato dalla deliberazione n. 3 del 30.07.2015 dell'Autorità di Bacino-Comitato Istituzionale.

La presenza di interventi antropici e di difesa idraulica quali l'argine sinistro del Tirso, la SS 131 e la linea ferroviaria hanno sostanzialmente definito aree disgiunte dagli apporti dei bacini esterni.

Aree generalmente caratterizzate dall'esigua pendenza della rete drenante e delle superfici scolanti, con tiranti idrici modesti e velocità di deflusso sostanzialmente nulle non riconducibili ad alcun corso d'acqua.

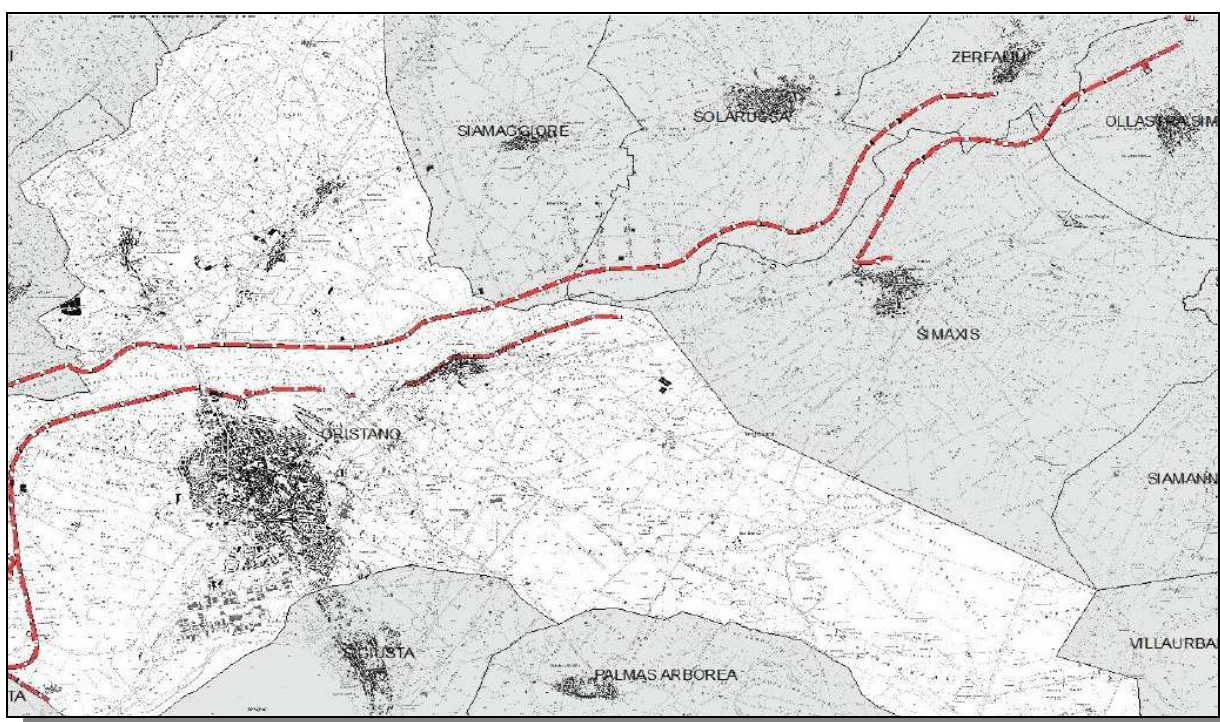


Figura 35 – Arginatura del Tirso e linea ferroviaria (Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano).

In particolare, sono di interesse le aree ad Est dell'abitato di Oristano con alcune singolarità che caratterizzano lo scorrimento superficiale delle acque di pioggia, in particolare l'alto topografico posto in zone mediana tra la SS 131 e l'abitato.

Parallelamente al percorso del Tirso, si evidenzia quest'alto morfologico lungo un allineamento che idealmente unisce Simaxis ad Oristano.

La sottostante figura 36, nella quale è ben evidente il percorso della SS 131, individua alla sua sinistra l'alto topografico relativo al contesto de Is Pasturas, che a sua volta tende ad estendersi verso ovest con variazioni di quota ma che determina sostanzialmente una divisione tra i deflussi verso nord e quelli verso sud. La linea gialla in figura rappresenta qualitativamente l'andamento della linea di displuvio tra il settore Nord e il settore Sud.

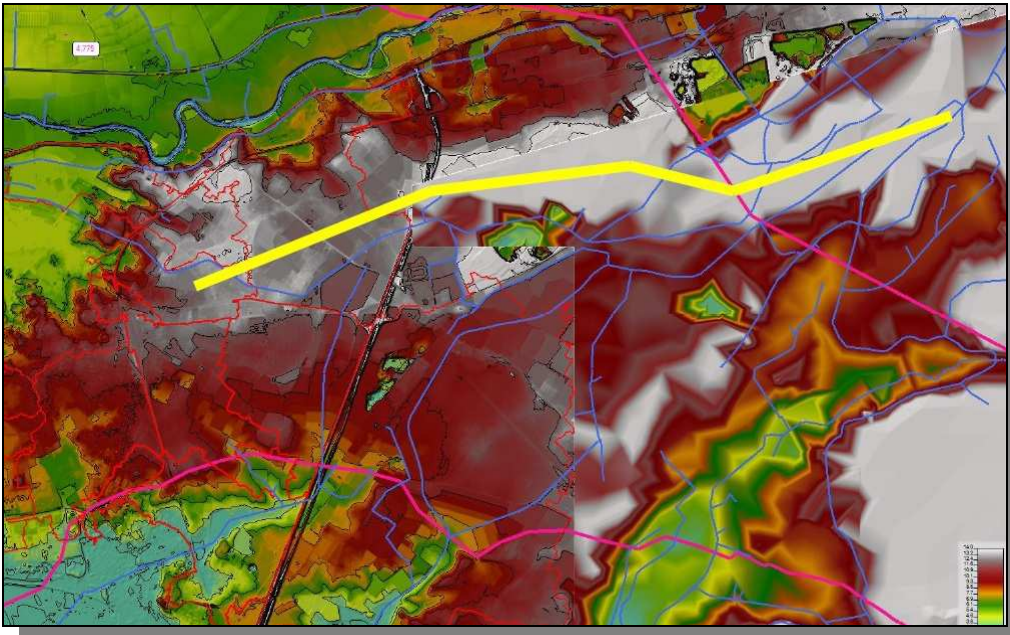


Figura 36 – Mosaico Dtm 10 m – 1 m su area ad est dell’abitato di Oristano (Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano).

La sottostante immagine su base Dtm 1m, evidenzia ancor più l’alto topografico in zona mediana tra la SS 131 e l’abitato.

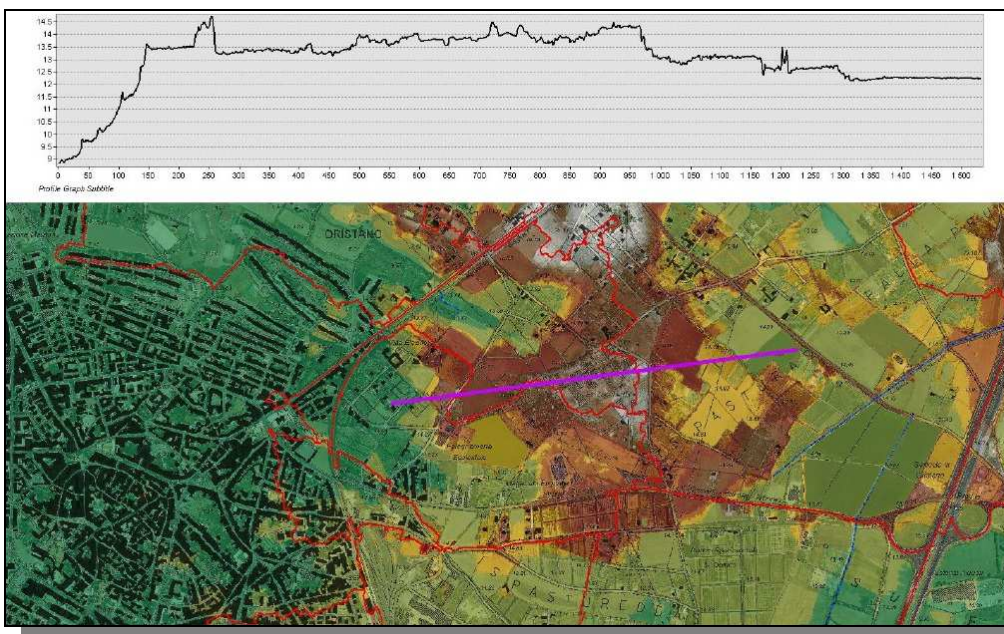


Figura 37 – Stralcio su area de Is Pasturas e sezione trasversale su Dtm 1 m – in rosso gli spartiacque (Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano).

La sezione trasversale mostrata in figura quantifica il dislivello tra la zona sommitale dell'alto topografico e il circondario.

Separato da questo displuvio, tenderebbe a scorrere a nord, verso l'abitato, solamente il deflusso proveniente dal settore ad occidente dell'area de Is Pasturas. Mentre i deflussi ricadenti ad Est de Is Pasturas tenderebbero in linea di principio a ripartirsi a nord in direzione del Tirso e a sud verso il bacino del Canale Spinarba.

In realtà, la presenza delle risaie, e poco a monte dell'attività di cava, tende a far sì che le piogge si accumulino all'interno di queste, costituendo sostanzialmente una cassa di espansione, minimizzando allo stato attuale le condizioni di deflusso (figura 38).

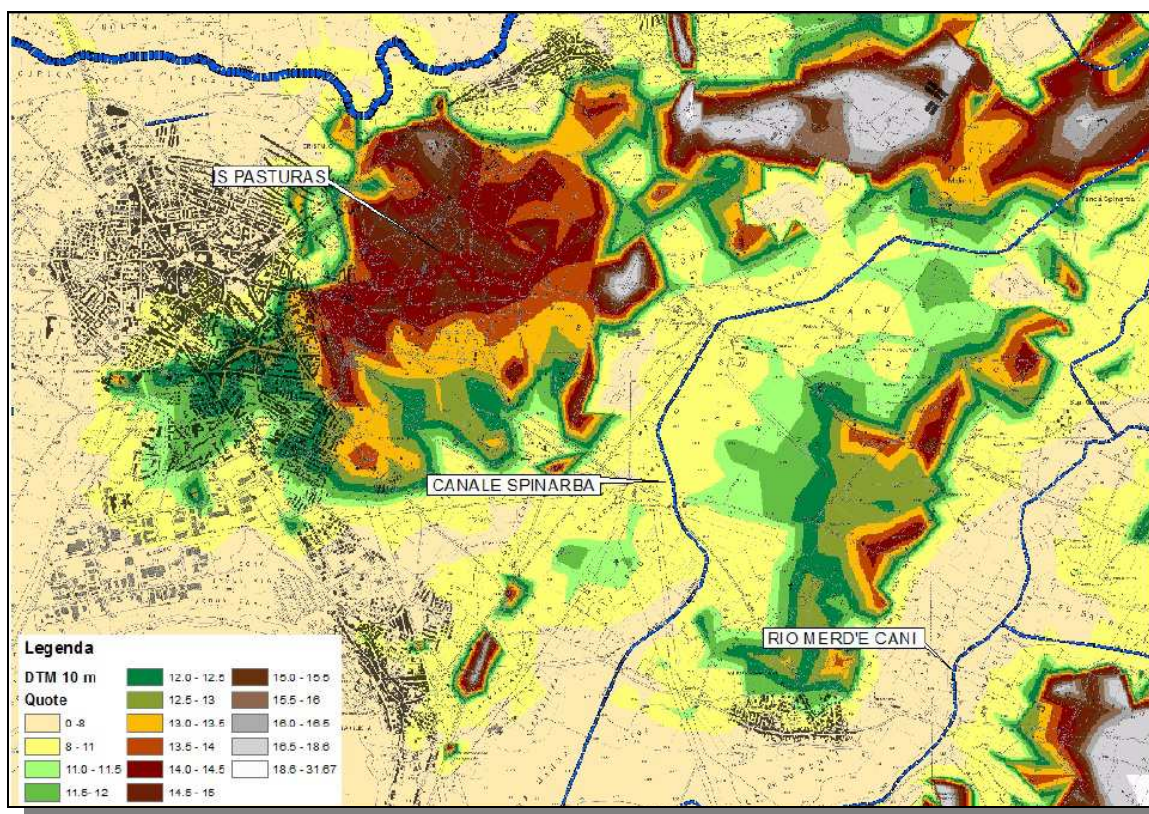


Figura 38 – Settore orientale del territorio comunale su base CTR e Dtm 10 m (Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano).

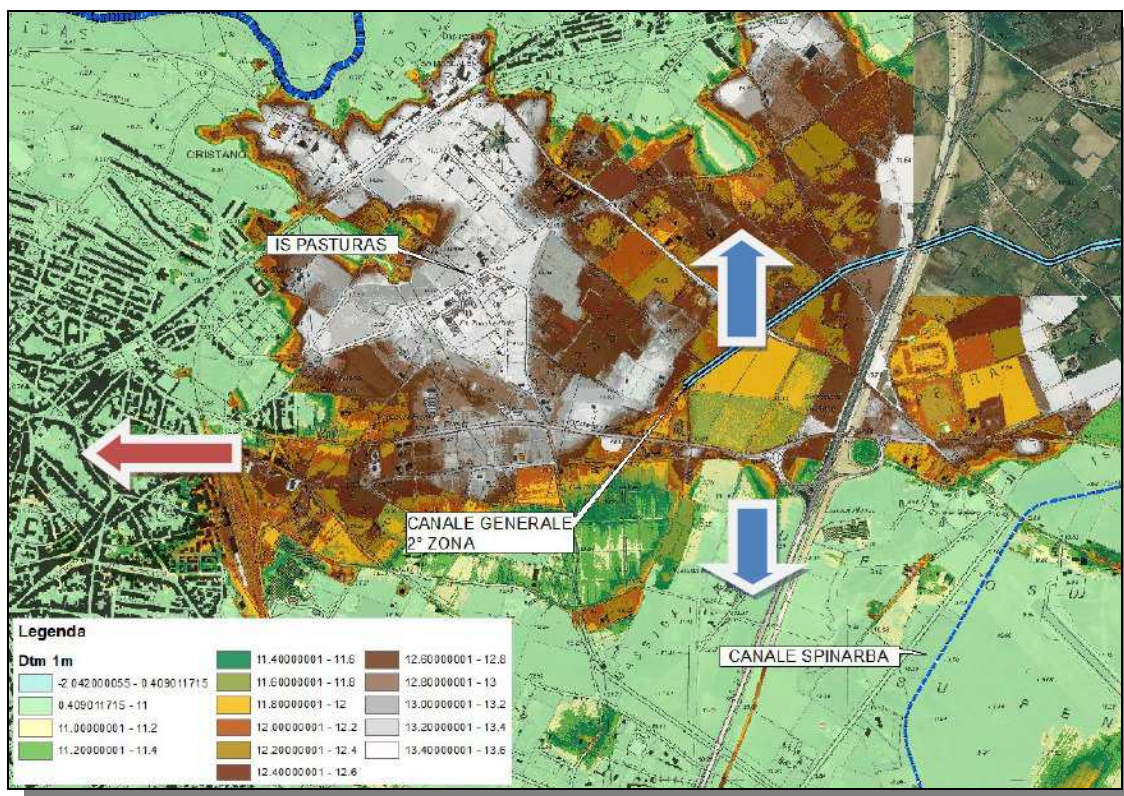


Figura 39 – Direzioni ideali di deflusso su base Dtm 1 m (Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano).

Tra le aree drenate verso sud dobbiamo, in ispecie, individuare la porzione ricompresa tra la SS 131 e l'abitato che fa capo al sistema drenante che attraversa la località di Cort'e Baccas, a nord di Santa Giusta, e successivamente si immette nello stagno poco a monte del paese.

Nel tratto di origine si individuano due elementi drenanti principali, le cui direzioni di flusso sono contrassegnate con le frecce in figura 39. Le aree drenanti sono riconducibili alle località Perda Fitta ad Ovest e Massidda ed Est, entrambe con una superficie di circa un chilometro quadrato: in entrambi i casi le aree sono principalmente a vocazione agricola, estremamente pianeggianti e con alcune e limitate aree edificate, sia con funzioni abitative di carattere rurale e sia artigianali. Sono presenti anche aree utilizzate come risaie, evidenti per la particolare conformazione altimetrica nella sottostante figura.

I due compluvi si riuniscono fuori da limite comunale di Oristano andando ad interessare un'area depressa prossima alla SS 131. Successivamente, il compluvio a valle piega in destra idraulica andando a recapitare le portate di deflusso verso lo stagno, a Nord di Santa Giusta.

Nella ristretta porzione di territorio (c.d. zona di "Perda Fitta") è situata l'area oggetto di esame nel presente lavoro (evidenziata in figura) in cui la circolazione delle acque superficiali avviene in generale a lama d'acqua, localmente concentrata in deboli rivoli.

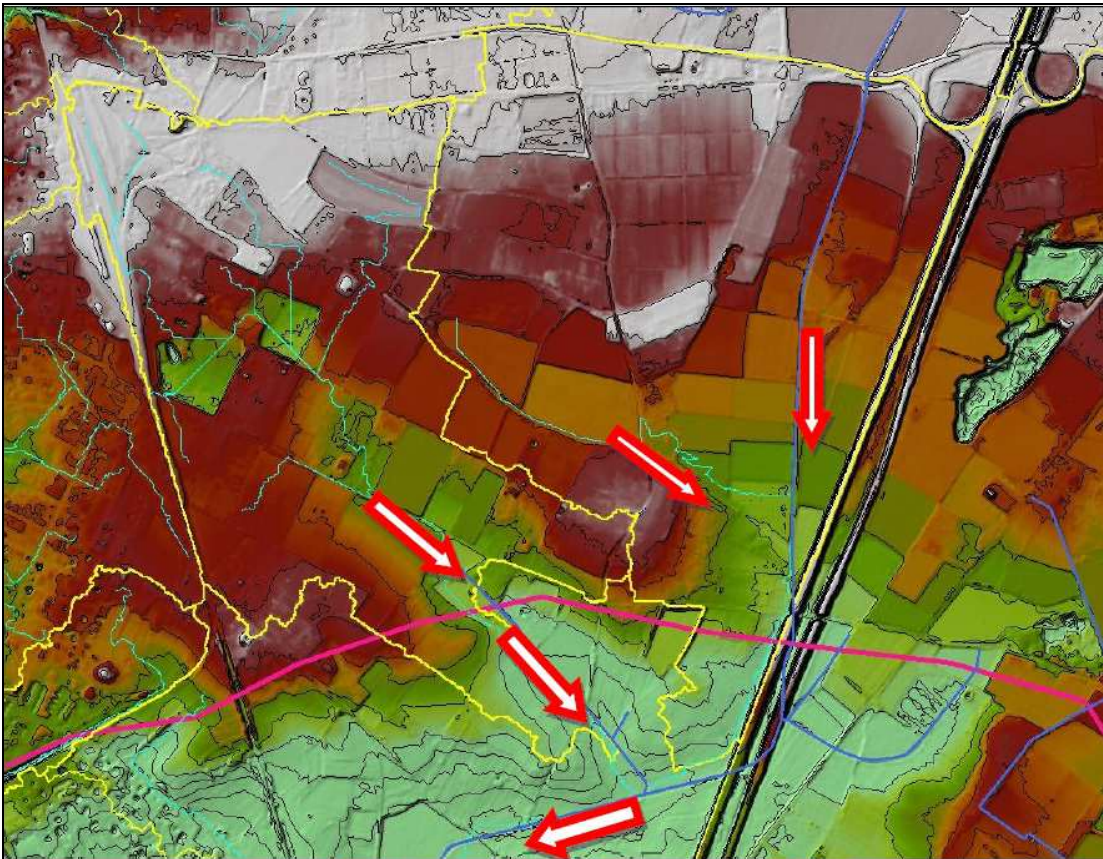


Figura 40 – Andamento delle linee di compluvio su Dtm 1 m (Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano).

Compatibilità idraulica

Al fine di valutare l'incidenza delle opere previste sul piano idraulico è necessario verificare quali sono le modalità di deflusso preferenziale delle acque superficiali nell'area idrologicamente significativa e nelle immediate vicinanze delle opere di progetto.

Dallo stralcio cartografico in figura 41 relativo, sinteticamente, all'assetto geologico e al reticolo di deflusso delle acque superficiali all'area vasta, si evince che l'area interessata dal progetto è ubicata su di un alto morfologico costituito da ghiaie e subordinate sabbie dei depositi pleistocenici terrazzati.

La permeabilità media di questi depositi ostacola, in superficie, il delinearsi di un sistema di drenaggio superficiale evoluto e, al contrario, favorisce attraverso il suolo l'assorbimento in profondità di buona parte dell'apporto meteorico. La restante parte defluisce a lama d'acqua organizzandosi in rivoli e rii solo a quote più basse.

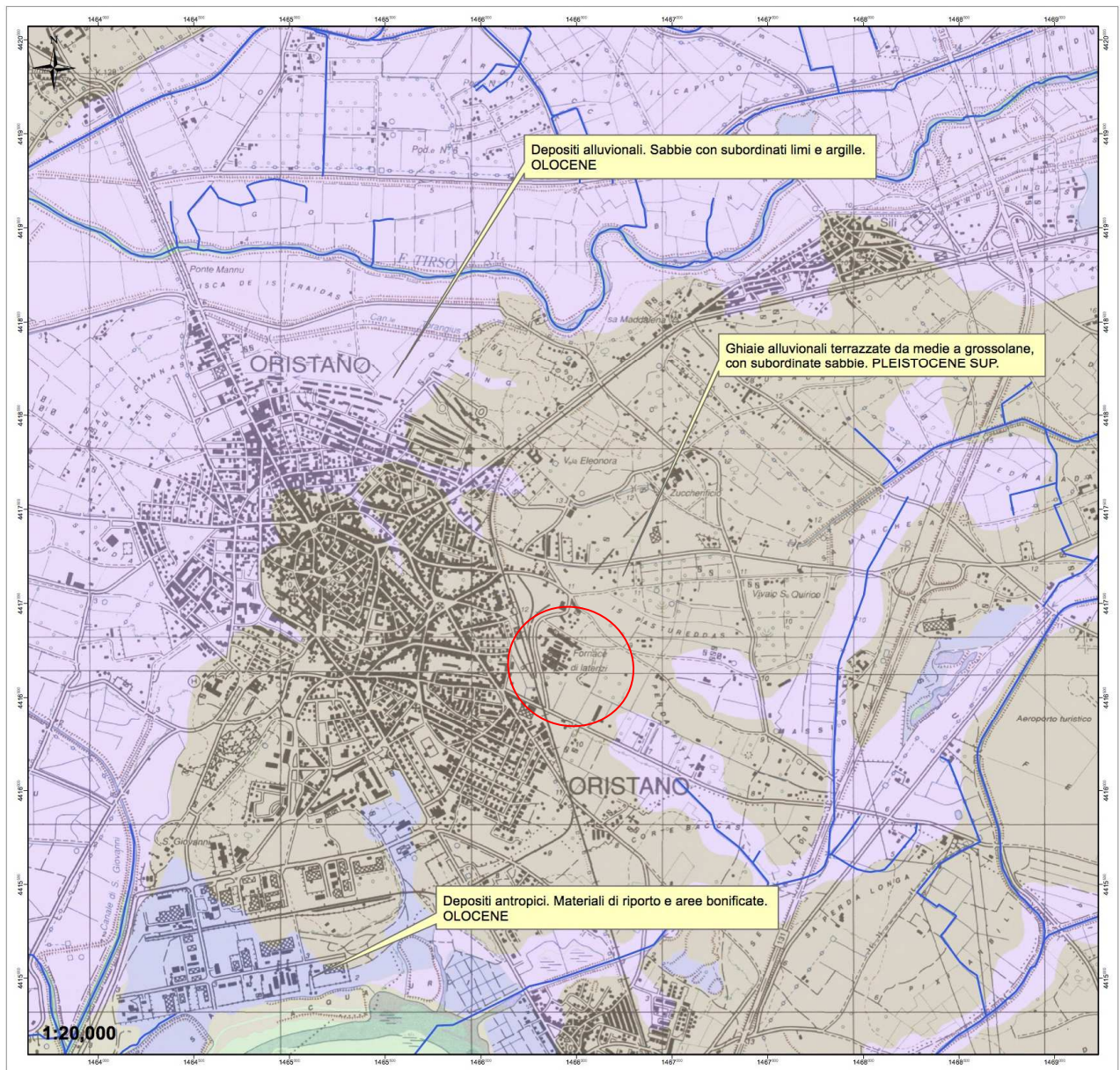


Figura 41 - Schema dell'assetto geologico e deflusso delle acque superficiali nell'area vasta

Di tale assetto si è trovata ulteriore conferma nei successivi studi generali che evidenziano come la porzione di territorio di interesse sia compresa nell'area, posta immediatamente ad oriente dell'abitato di Oristano (c.d. Perda fitta), drenante verso Sud con finale recapito delle portate di deflusso verso lo stagno di Santa Giusta.

Il PAI colloca l'area oggetto d'intervento in zona non gravata da perimetrazione di rischio idraulico (Hi4, Hi3, Hi2, Hi1).

Questo strumento non inserisce nella propria cartografia (sub-bacino 02, Tirso) le aree interessate dal presente intervento, non prevedendo per esse alcuna pericolosità idraulica.

Per il PGRA, l'intervento in progetto non ricade in aree di pericolosità da alluvione.

Si deve altresì considerare che, tra le aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione della Sardegna non perimetrate nella cartografia di piano, il reticolo minore gravante sui centri edificati possiede, comunque, significativa pericolosità idraulica.

Per il suddetto tipo di aree le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al PAI ai sensi dell'articolo 8, comma 5, delle NA.

Anche, lo Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica, riferito a tutto il territorio comunale di Oristano, non comprende la zona in cui ricade il presente intervento nelle aree soggette a pericolosità idraulica (Hi4, Hi3, Hi2, Hi1) (figura 48).

Non va sottaciuto, per inciso, che l'individuazione di queste aree, nello Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano, consegue non certo ad una rigorosa analisi idrologico-idraulica tradizionale di tipo afflussi-deflussi, ma consiste, per stessa ammissione degli esecutori dello studio, su una analisi di tipo geomorfologico con l'interpretazione di immagini satellitari, riconoscendo ai comparti risicoli un livello di pericolosità legato al persistere di un tirante idrico. Ciò dovrebbe comportare un ulteriore approfondimento con uno studio idrologico-idraulico, secondo la specifica norma del PAI.

Cionondimeno, in questa sede non è possibile –e non si vuole– discutere e prescindere dalle norme ricavate dagli atti pianificatori nella loro varie articolazioni e grado di approfondimento.

Dallo studio sotteso alla presente relazione, comunque, non si rilevano modifiche al quadro conoscitivo e alle previsioni del suddetto Studio comunale di assetto idrogeologico.

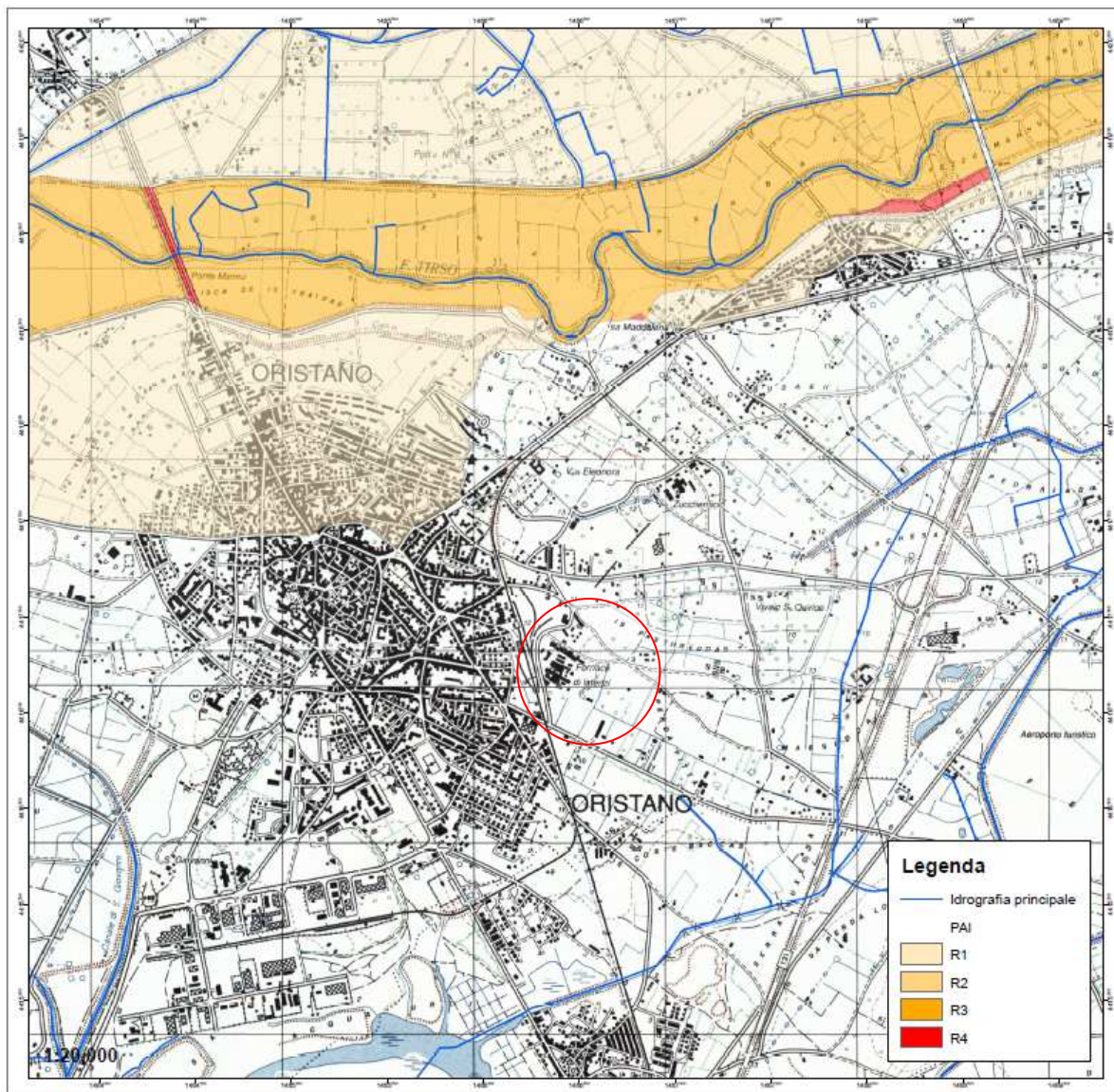


Figura 42 - Classi di rischio idraulico nell'area vasta (fonte PAI)

Variante al Piano di lottizzazione "Is Argiolas" in zona G1_1 del PUC - Oristano
Relazione asseverata di accompagnamento

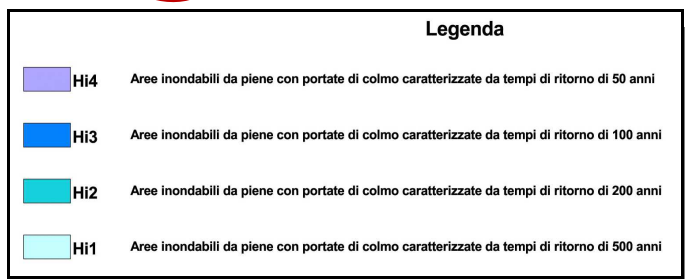
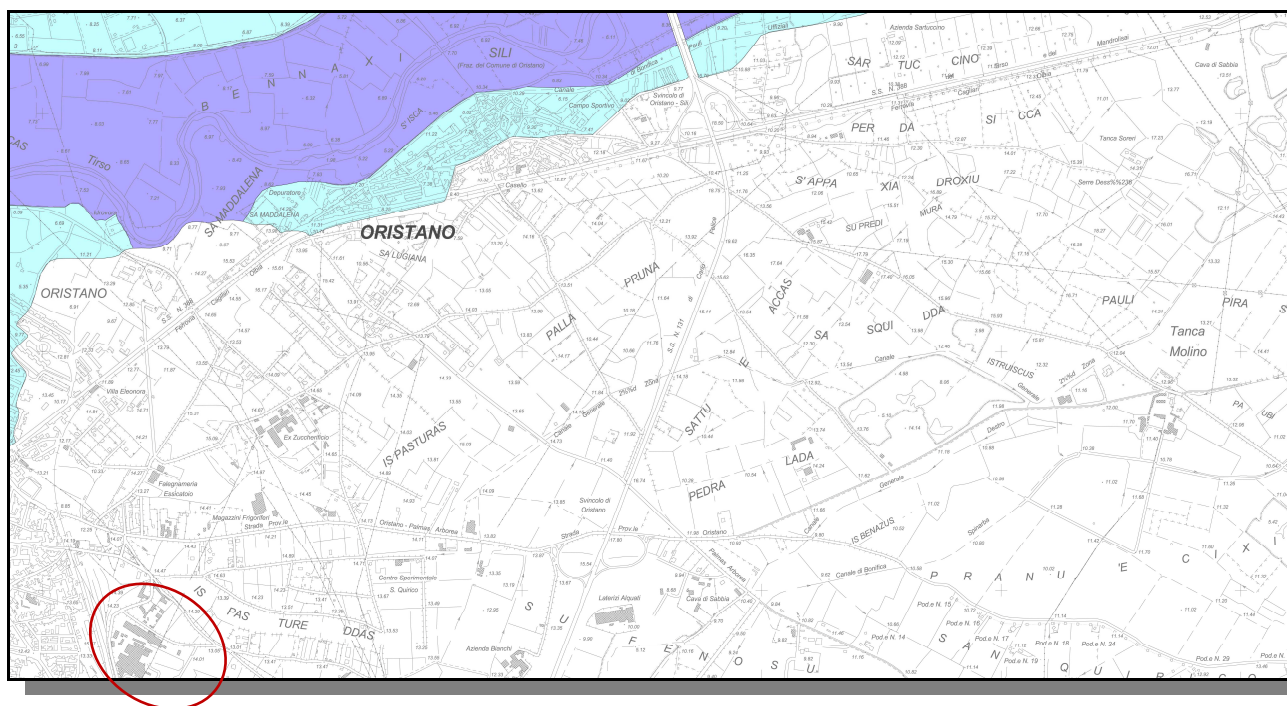


Figura 43 - PAI – Stralcio della Carta delle aree inondabili –Tavola n. 7 e legenda

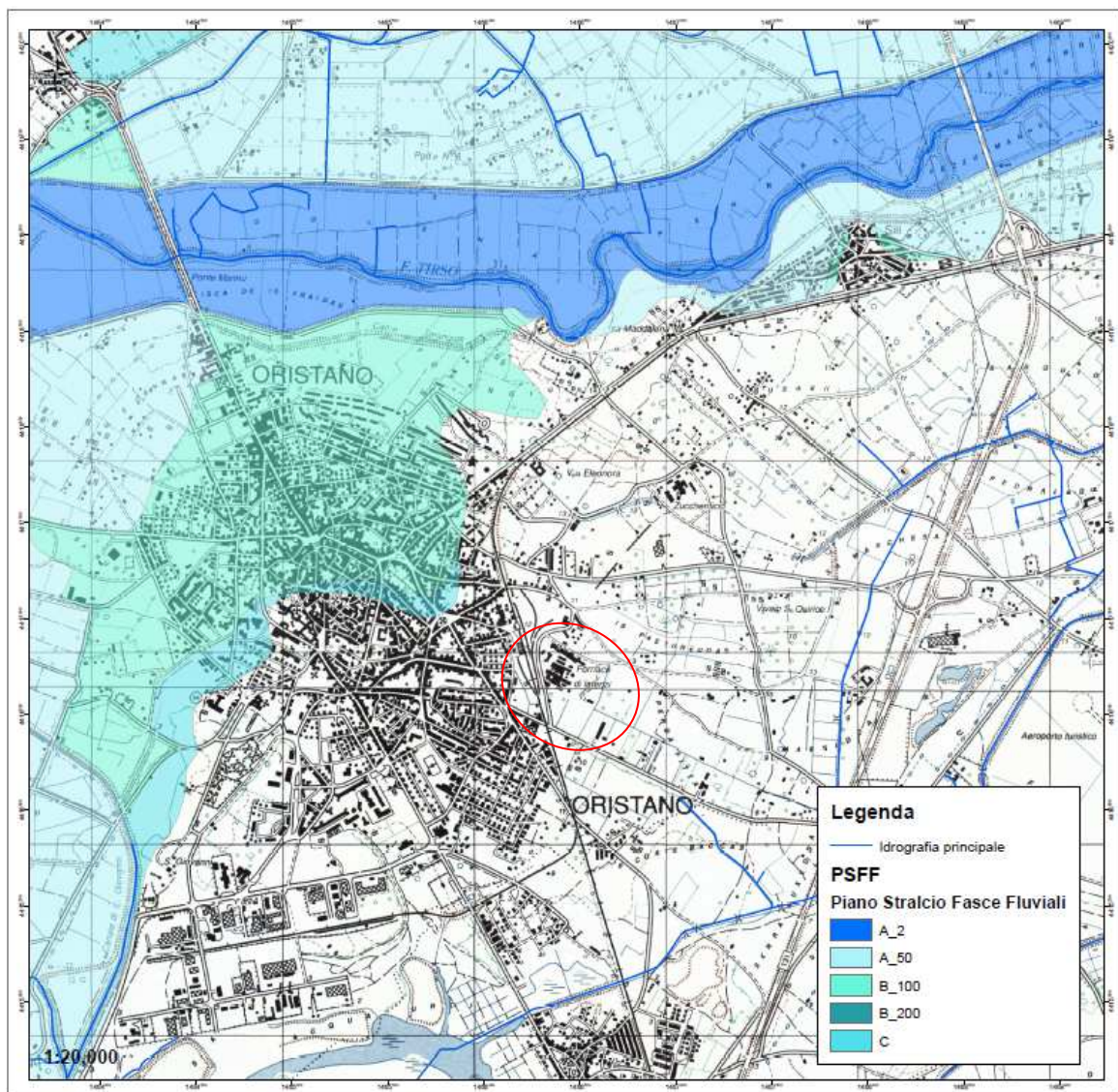


Figura 44 - Fasce di inondabilità e corrispondenti tempi di ritorno (fonte PSFF)

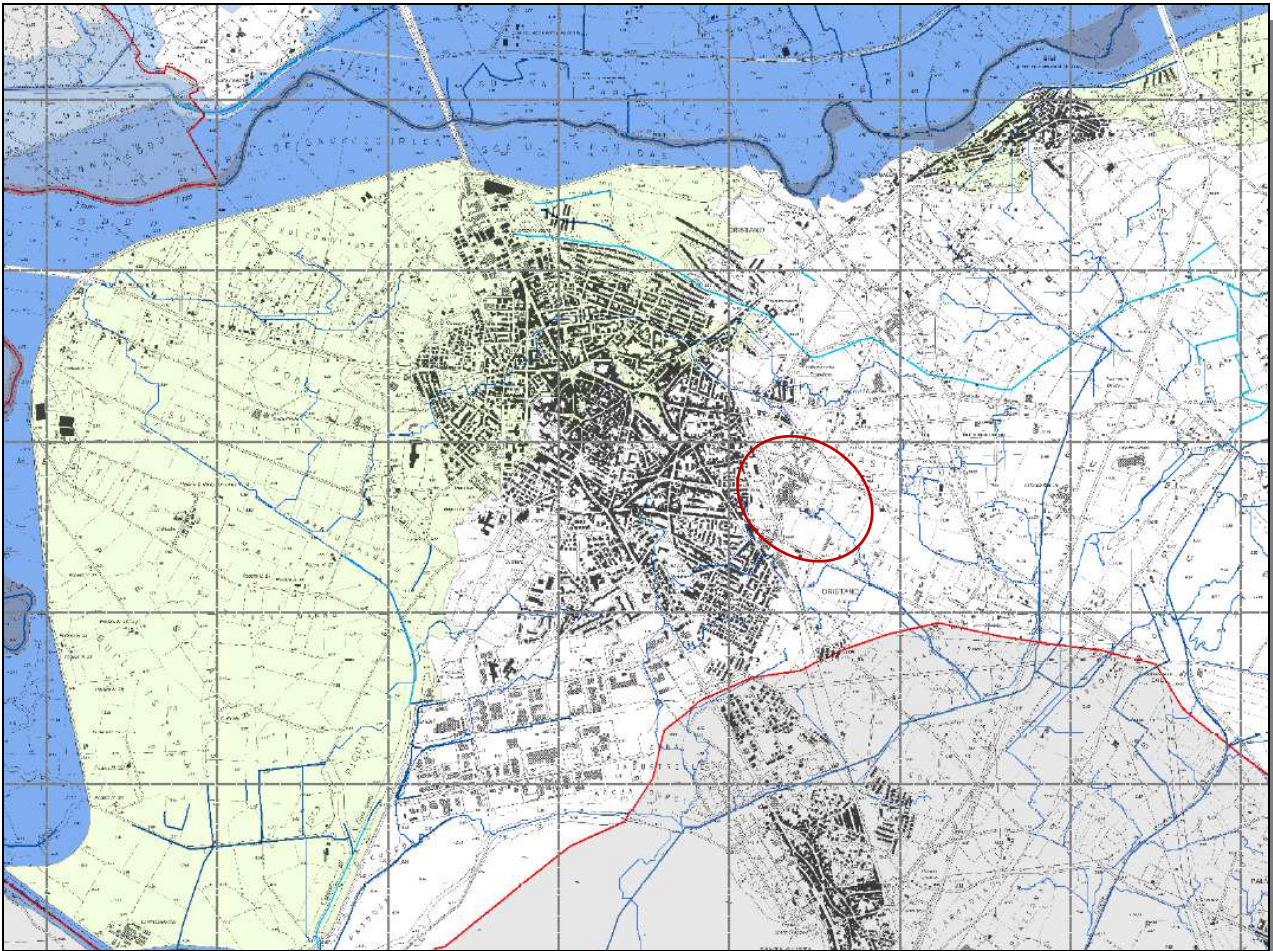


Figura 45 – PSFF da Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica del Comune di Oristano, Tav. 3

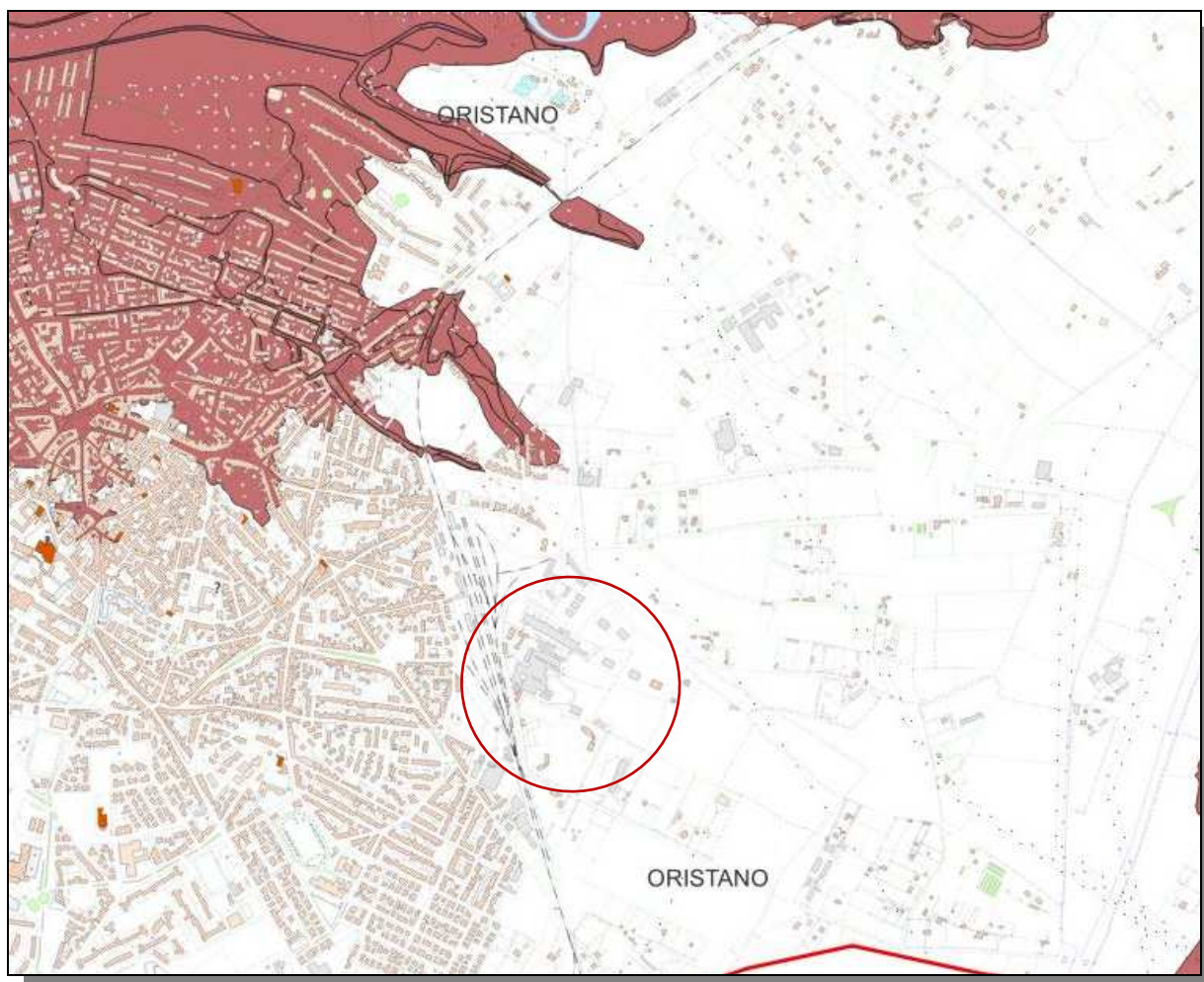


Figura 47 - Mappa della pericolosità di alluvione PGRA, aggiornamento 2° ciclo di pianificazione, Geoportale Sardegna

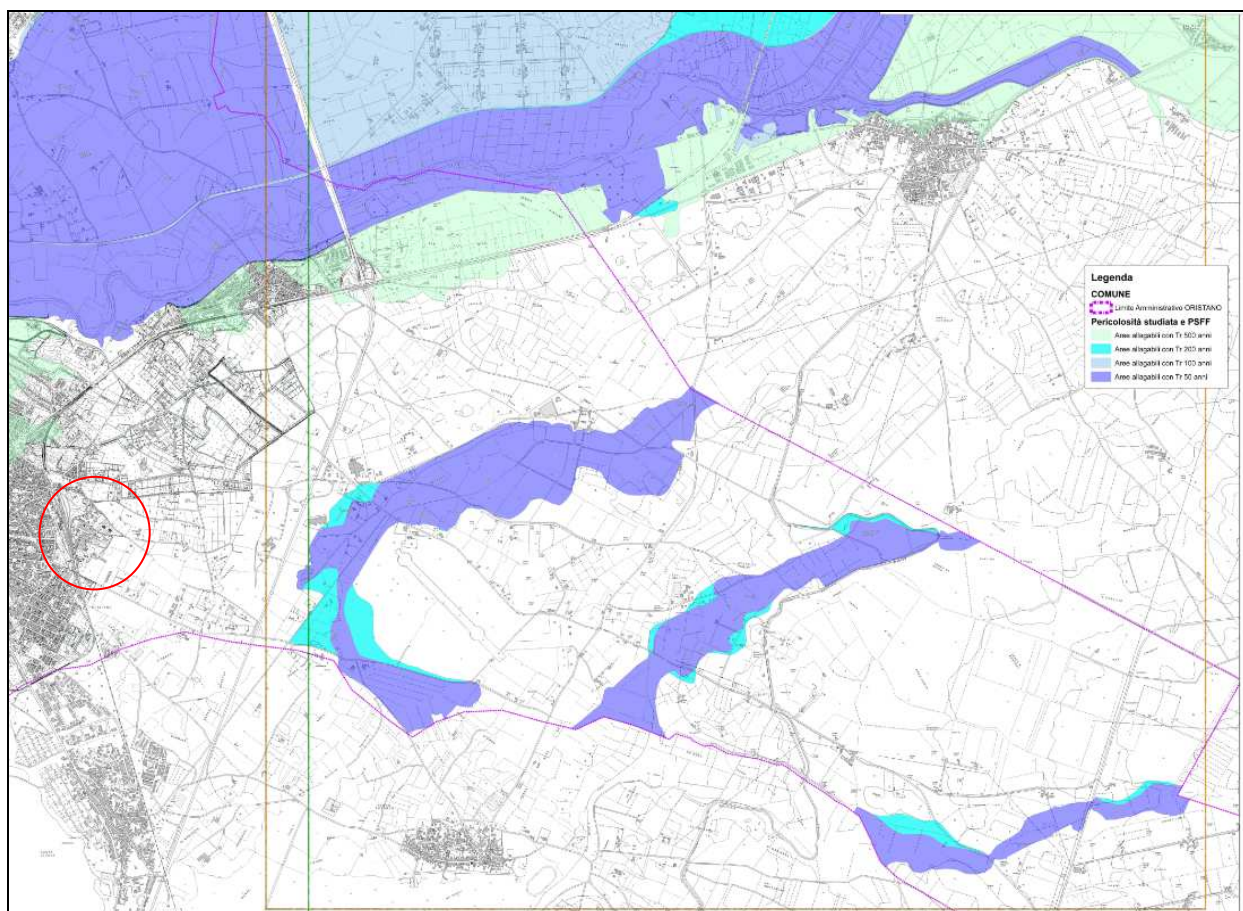


Figura 48 - Fasce di inondabilità e corrispondenti tempi di ritorno (fonte Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica, del Comune di Oristano)

Compatibilità geomorfologica

Per quanto concerne la pericolosità da frana, il PAI non individua aree interessate da fenomeni attuali o potenziali, mentre nello Studio di compatibilità geologico e geotecnico del Comune di Oristano l'area oggetto di intervento ricade in zona studiata, ma non interessata da fenomeni franosi attuali o potenziali. L'area non è gravata da perimetrazione di rischio geomorfologico (Hg4, Hg3, Hg2, Hg1).

La situazione, al riguardo, è illustrata nelle seguenti figure.

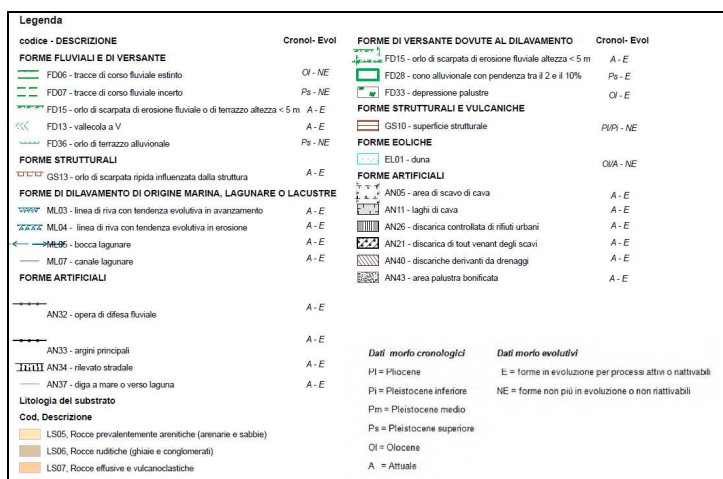
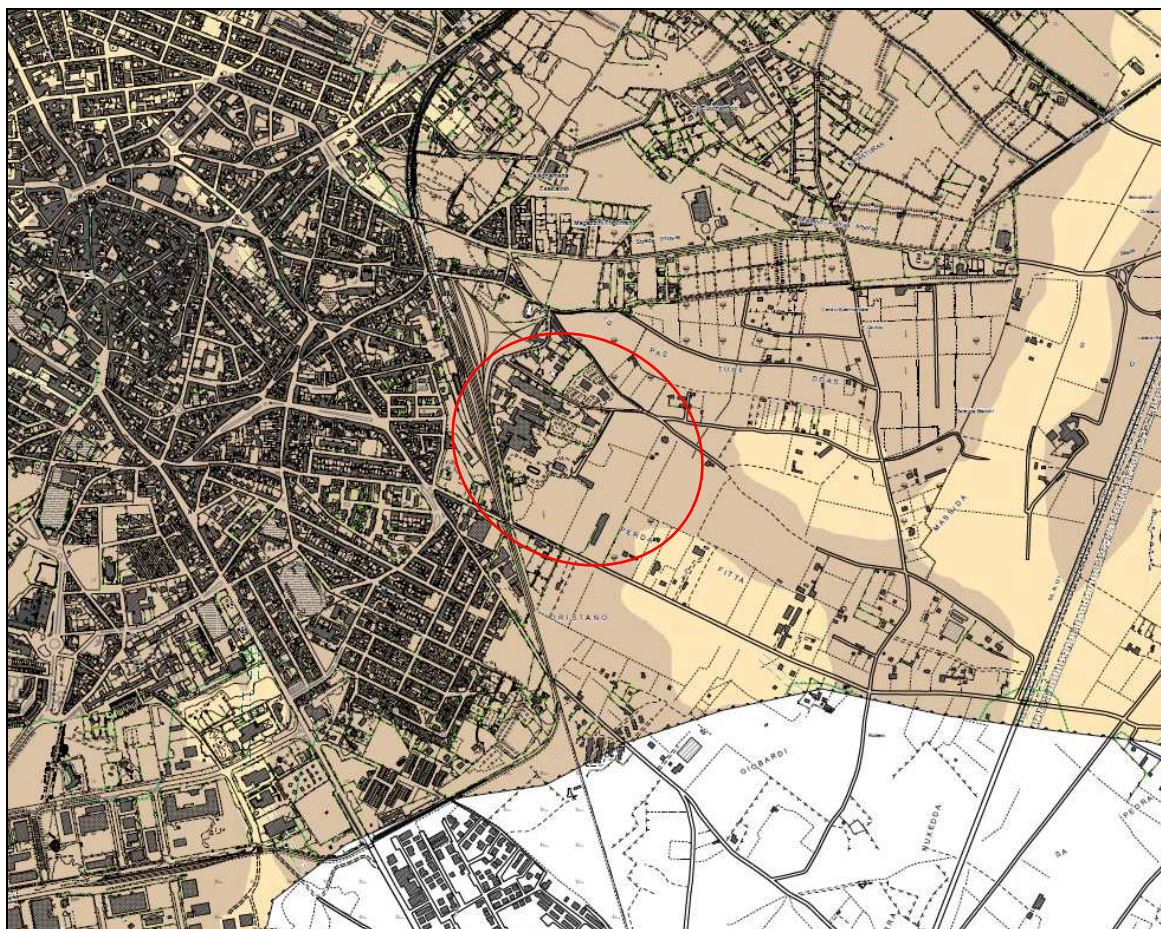
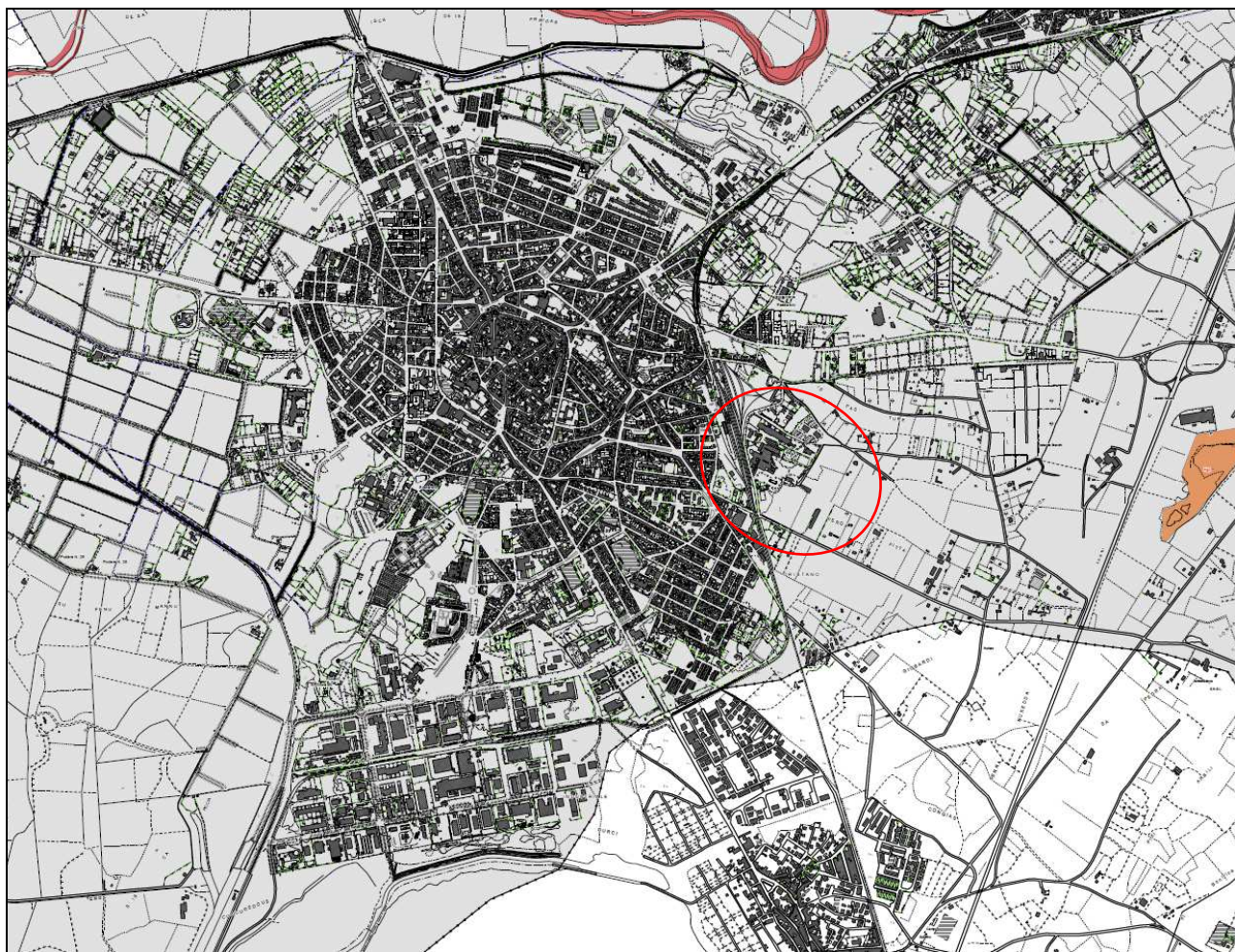


Figura 49 – Stralcio della Carta geomorfologica dello Studio di compatibilità geologica e geotecnica del territorio comunale (Tav.05b)



Legenda

Pericolosità da frana (studio)

Pericolo

	Area studiata ma non interessata da fenomeni franosi attuali o potenziali
	Hg01 Fenomeni franosi, presenti o potenziali, marginali
	Hg02 Zone con frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici, zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.
	Hg03 Zone con frane quiescenti con tempi di riattivazione pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale di frane quiescenti; zone con indizi geomorfologici di instabilità dei versanti potenziale; frane di neoformazione presumibilmente in tempi pluriennali o pluridecennali.
	Hg04 Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.

Figura 50 - carta della pericolosità da frana (fonte Studio di compatibilità geologica e geotecnica del Comune di Oristano, art.8, comma 2, NA del PAI)

Indagini geognostiche

In seguito a quanto emerso dal rilevamento effettuato sul sito, dall'analisi dei dati già esistenti in letteratura, nonché da informazioni derivate da lavori precedentemente effettuati in zone vicine, si è reso necessario effettuare alcune indagini geognostiche al fine di determinare con maggiore accuratezza e puntualità le caratteristiche litostratigrafiche già sopra delineate al corrispondente paragrafo dei lineamenti geologici dell'area.

In particolare il piano delle indagini ha previsto la realizzazione di:

- n. 6 pozzetti geognostici effettuati con escavatore a braccio, approfonditi fino a un massimo di 3 m circa;
- n. 6 prove penetrometriche effettuate con penetrometro dinamico medio (peso della massa battente pari a 30 kg)

L'ubicazione dei punti di indagine, osservabile nella seguente figura 51, è stata articolata in modo tale che i risultati ottenuti possano fornire un quadro conoscitivo sufficientemente completo e riferibile all'intera area, anche eccedente quella strettamente oggetto di lottizzazione. Nella seguente tabella 1 vengono riportate le caratteristiche di ciascuna prova effettuata:

Identificativo Prova	Tipologia	Coordinate piane (Gauss - Boaga)	Quota (m.s.l.m.)	Profondità (m)
Pz1	Pozzetto	E 1.466.733,473; N 4.416.668,028	13,50	2,10
Pz2	Pozzetto	E 1.466.546,610; N 4.416.640,438	13,00	3,00
Pz3	Pozzetto	E 1.466.524,036; N 4.416.606,577	12,50	3,20
Pz4	Pozzetto	E 1.466.408,658; N 4.416.478,658	12,00	3,00
Pz5	Pozzetto	E 1.466.434,994; N 4.416.459,846	13,00	2,70
Pz6	Pozzetto	E 1.466.581.331; N 4.416.823.081	13,00	3,50
P1	Penetrometria	E 1.466.683,309; N 4.416.681,824	13,50	0,60
P2	Penetrometria	E 1.466.522,782; N 4.416.674,299	13,00	6,90
P3	Penetrometria	E 1.466.458,823; N 4.416.513,773	13,00	4,00
P4	Penetrometria	E 1.466.472,618; N 4.416.553,904	13,00	5,90
P5	Penetrometria	E 1.466.409,912; N 4.416.594,036	12,25*	3,90*
P6	Penetrometria	E 1.466.574.001; N 4.416.824.941	13,00	4,40

* Il punto è ubicato sul fondo di uno scavo esistente profondo circa 2,25 m, pertanto 12,25 m è dato dalla differenza tra la quota originaria pari a circa 14,50 m e il dislivello di 2,25 m; la profondità raggiunta di 3,90 m si intende dal fondo scavo

Tabella 1 - Tabella riassuntiva delle prove effettuate e loro caratteristiche

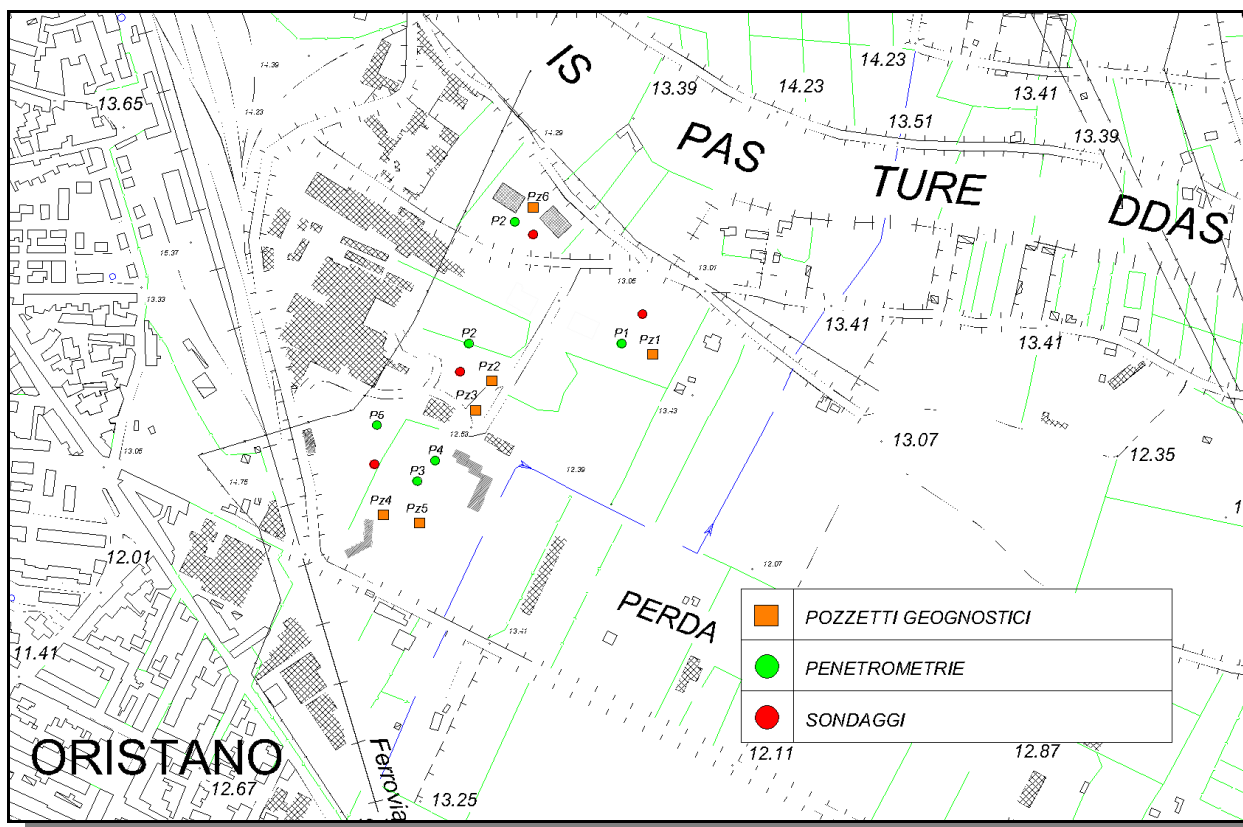


Figura 51 - Ubicazione delle indagini geognostiche eseguite

Geostratigrafia di dettaglio

La realizzazione dei pozzetti geognostici e l'esecuzione delle prove penetrometriche che forniscono un valido ausilio alla ricostruzione stratigrafica del sottosuolo indagato, hanno confermato in linea generale quanto sopra già illustrato a proposito dei lineamenti geologici, ovvero la presenza di depositi di genesi alluvionale riferibili ad ambienti fluviali, fluvio-lacustri e deltizi, quali sabbie a matrice limo-argillosa, limi sabbiosi e orizzonti francamente argillosi.

In particolare, dall'interpretazione stratigrafica effettuata nei vari punti di indagine è emersa una sequenza litogenica non sempre omogenea, ma anzi caratterizzata da dettagli puntuali differenti, con particolare riferimento ai livelli più marcatamente argillosi che sono stati rilevati essenzialmente nei pozzetti Pz1 e Pz2, a profondità medie pari a circa 1,50 m. Nei pressi del Pozzetto Pz1 è stata eseguita la prova penetrometrica P1 che è stata però interrotta alla profondità di 0,70 m dopo aver infisso un numero di colpi pari a 100, a testimonianza di un orizzonte molto coeso che non ha consentito il prosieguo della stessa. La prova P2, invece, posta nelle vicinanze del Pozzetto Pz2 e spinta fino alla profondità di 7 m, ha evidenziato, a partire dalla profondità di 2 m, un'alternanza abbastanza ciclica di terreni a coesione differente, dove gli orizzonti particolarmente competenti sono stati incontrati alle profondità di circa 3, 4 e 6 m.

Assai omogenei sono risultate le colonne stratigrafiche rilevate lungo le verticali dei pozzetti Pz4 e Pz5 che, dopo un primo livello di circa 0,50 m di terreno vegetale, hanno mostrato entrambe lo stesso materiale sabbioso a granulometria grossolana in matrice limosa, asciutto, di colore bruno. L'affinità tra i due punti di indagine è confermata anche dalle due penetrometrie identificate con i codici P3 e P4, effettuate nella stessa zona, che come si potrà osservare anche nei certificati allegati alla relazione geologica e geotecnica, fino alla profondità di circa 3 m hanno prodotto orientativamente gli stessi risultati, in termini di numero di colpi infissi e di resistenza alla punta.

In merito alla stratigrafia del pozzetto Pz3, posto in una posizione piuttosto centrale rispetto alla superficie lotto, la stessa mostra una certa analogia con quelle dei pozzetti Pz4 e Pz5, ma in questo punto è presente un livello a resti di laterizî, a una profondità media di circa 1 m, mentre da 1,50 m fino al termine dello scavo si rileva la presenza del solito materiale sabbioso ma in questo caso con una percentuale di matrice limosa abbastanza rilevante.

In proposito alla prova P5, impostata sul fondo di uno scavo già esistente di profondità pari a circa 2,25 m, ha messo in luce un terreno dal comportamento meccanico pressoché omogeneo fino alla profondità di 3,50 m circa, con una resistenza alla punta pari a circa 50 daN/cm² che aumenta fino oltre daN/cm² da circa 4 m, ma in ogni caso questo ultimo dato appare poco rilevante in quanto esterno al volume significativo interessato dalle fondazioni dell'opera.

Infine, la stratigrafia del pozzetto Pz6, posto nella porzione settentrionale dell'area sottoposta a indagine geognostica, mostra un primo livello deposizionale di genesi antropica e sottostante terreno vegetale con scadenti caratteristiche geotecniche, successivi livelli più marcatamente argillosi e, da 2,90 m fino al termine dello scavo, consente la rilevazione della presenza del solito materiale sabbioso a granulometria grossolana in matrice limosa, asciutto, di colore bruno dal comportamento meccanico pressoché omogeneo.

La stessa penetrometria P6, eseguita successivamente rispetto alla prima campagna geognostica, ha delineato una conferma della sequenza stratigrafica, con valori comparabili dei parametri geotecnici più significativi.

Per maggiore chiarezza si riportano di seguito due schemi stratigrafici orientativi impostati sulle sezioni A-A¹ e B-B¹

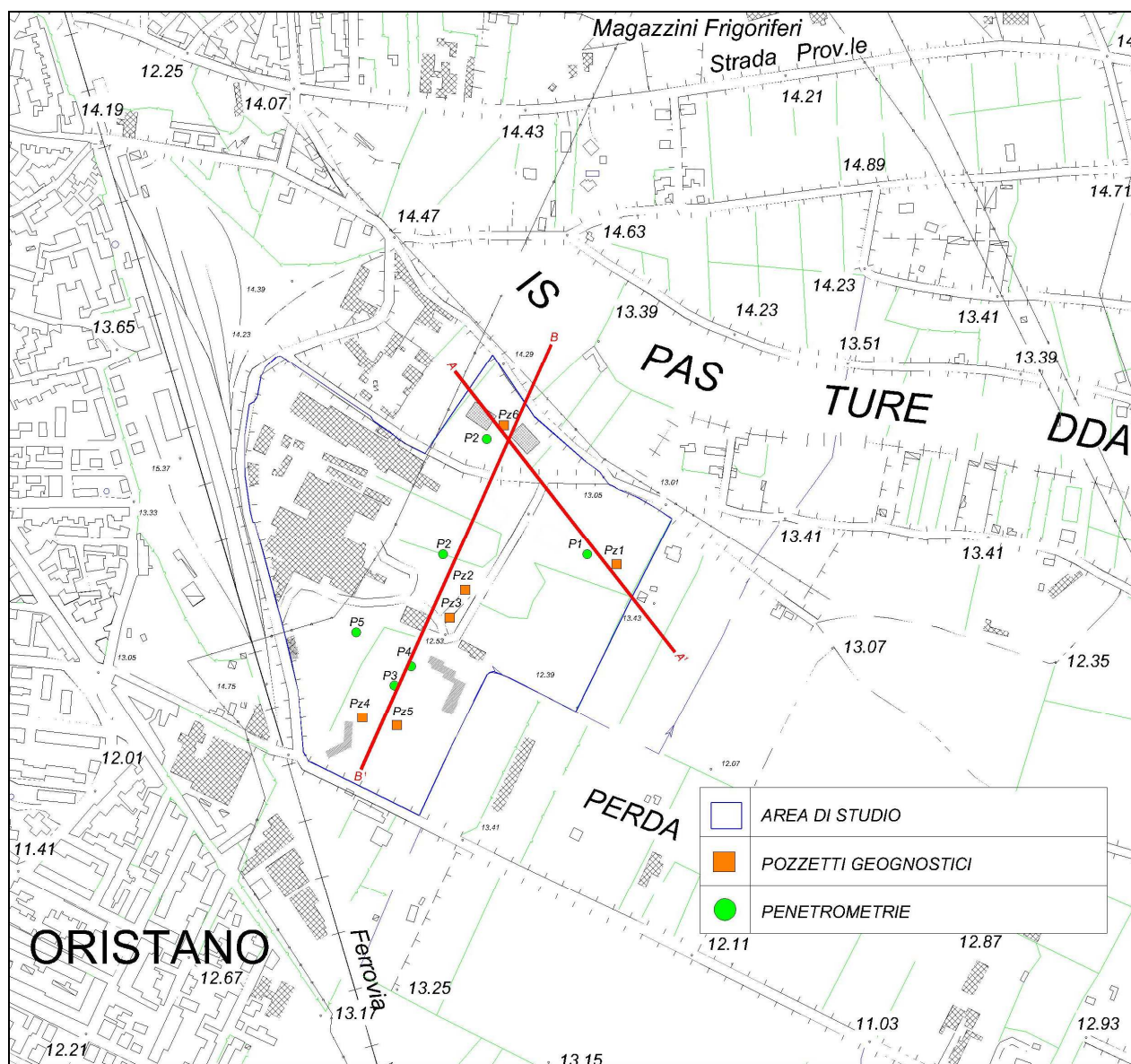


Figura 52 – Individuazione dell'area oggetto di indagine geognostica e delle sezioni

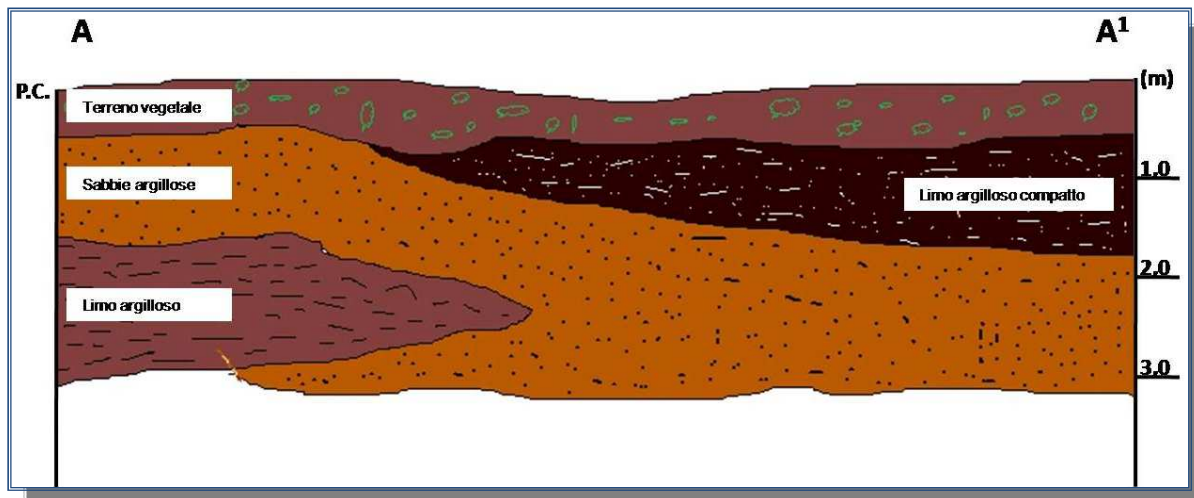


Figura 53 - Ricostruzione stratigrafica Sezione A-A¹

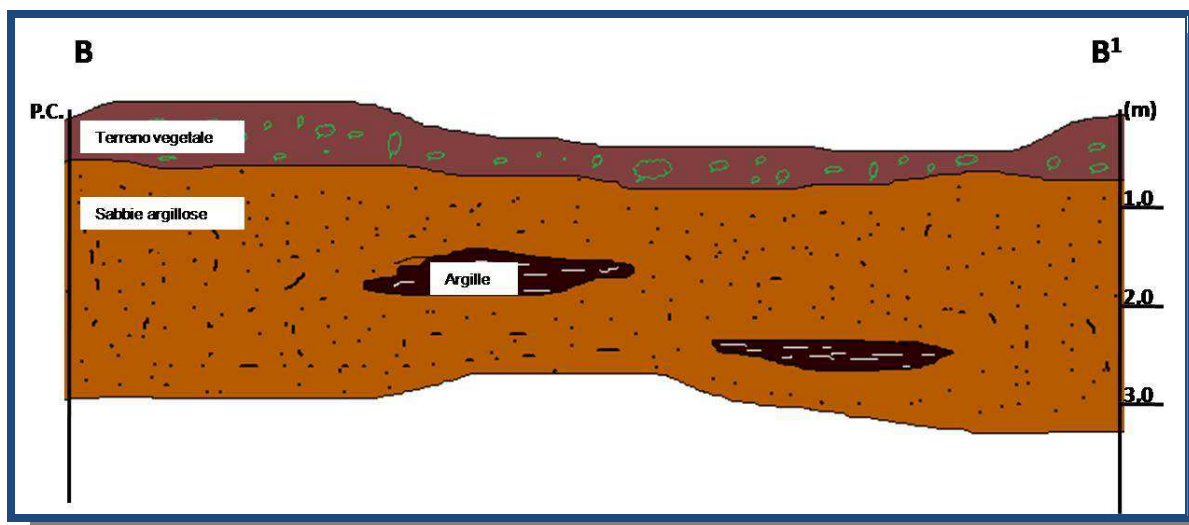


Figura 54 - Ricostruzione stratigrafica Sezione B-B¹

Inquadramento sismico

Per quanto concerne la sismicità, ai sensi della normativa di settore citata in precedenza, il territorio comunale di Oristano ricade in Zona 4 e non sussiste pertanto l'obbligo di progettazione antisismica. Tuttavia, di seguito vengono indicati i parametri sismici da utilizzare nelle verifiche secondo quanto previsto dalle NTC 2018.

La tipologia di costruzioni previste in progetto (NTC 2018 - par. 2.4.1) ha valore minimo di vita nominale di 50 anni (livelli di prestazioni ordinari) e appartiene alla classe d'uso II.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Per i valori di a_g , F_0 e T_c^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

In base alla localizzazione dell'area in esame i parametri sismici da utilizzare nelle verifiche sono i seguenti:

dove:

Stati limite di esercizio
 Stato Limite di Operatività (SLO)
 Stato Limite di Danno (SLD)

Stati limite ultimi
 Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):
 Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):

	TR (anni)	a_g (m/sec ²)	F_0	T_c^*
SLO	30	0,183	2,610	0,273
SLD	50	0,231	2,670	0,296
SLV	475	0,490	2,880	0,340
SLC	975	0,591	2,980	0,372

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

La categoria di sottosuolo, sulla base dei dati preliminari attualmente a disposizione è la C in prevalenza e D localmente nei livelli più soffici:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La categoria topografica è la T1 a cui corrisponde un valore del fattore di amplificazione pari a 1.0.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Caratterizzazione e modellazione geotecnica

Sulla base dei dati geologici provenienti da ricerche bibliografiche e da rilievi in sito e dalle informazioni ottenute dall'indagine geognostica si è potuto ricostruire il modello geologico-tecnico del sito oggetto di intervento.

Struttura e caratteri fisici del sottosuolo

L'area in progetto è interessata essenzialmente dalla presenza di una coltre di suolo di spessore variabile da 0,20 m a 0,50 m in appoggio a depositi di origine alluvionale terrazzati costituiti da orizzonti sabbioso-limoso-argillosi in varie proporzioni. Ai fini geotecnici si possono quindi distinguere 4 litotipi aventi caratteristiche fisico-meccaniche differenti e diversamente distribuiti nell'areale sottoposto a indagine.

- Litotipo A – Terreno vegetale – suolo sciolto sabbioso-limoso.
- Litotipo B – Sabbie limoso-argillose
- Litotipo C – Limo-argilloso compatto
- Litotipo D –Limo-argilloso da mediamente a poco compatto

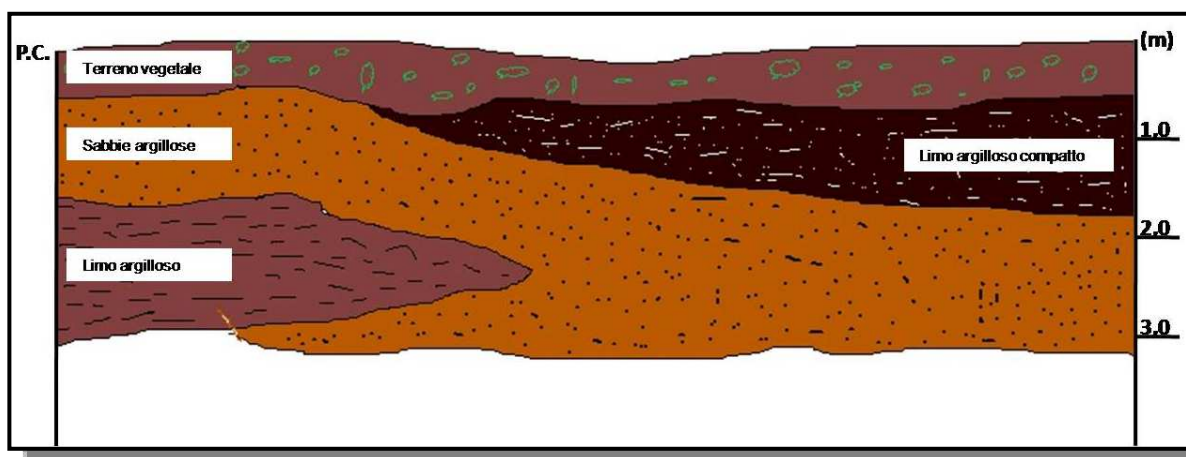


Figura 55 - Ricostruzione stratigrafica

Il rapporto geometrico tra le formazioni è in generale sub orizzontale o debolmente inclinato. Variabilità laterali si riscontrano nelle percentuali di sabbia limo-argilla nella matrice dei litotipi B, C e D.

Caratteri litotecnici e modello fisico di comportamento del sottosuolo

- Litotipo A:** coltre di suolo costituita da sabbie limose e frazione organica, sciolto. Non possiede buone capacità portanti.
- Litotipo B:** Sabbie limoso-argillose di natura alluvionale in proporzioni variabili, generalmente stratificate, mediamente compatte. L'eventuale presenza di locali livelli maggiormente limoso-argillosi può localmente diminuirne la capacità portante in seguito all'aumento della plasticità e la diminuzione della permeabilità.
- Litotipo C:** Limo-argilloso compatto. Possiede buone capacità portanti.
- Litotipo D:** Limo-argilloso da mediamente a poco compatto. Media capacità portante.

Definizione dei parametri geotecnici

Il comportamento dei terreni in questione è prevalentemente di tipo granulare. La resistenza che il terreno oppone ai carichi di progetto è quindi legata essenzialmente al valore dell'angolo d'attrito del terreno di impianto.

Durante le indagini non è stata rinvenuta falda superficiale, benché in taluni casi i materiali avessero un certo grado di umidità. Poiché quest'ultima risulta trascurabile si ritiene opportuno per tutti i litotipi utilizzare il peso specifico secco γ_d .

Sulla base dei dati litologici e con riferimento alle prove penetrometriche SPT eseguite per ausilio al dimensionamento delle fondazioni dell'edificio in progetto, si ritiene di adottare i seguenti parametri geotecnici per la caratterizzazione dei 5 diversi siti, illustrati nell'immagine seguente, in cui è prevista la costruzione degli edifici in progetto:

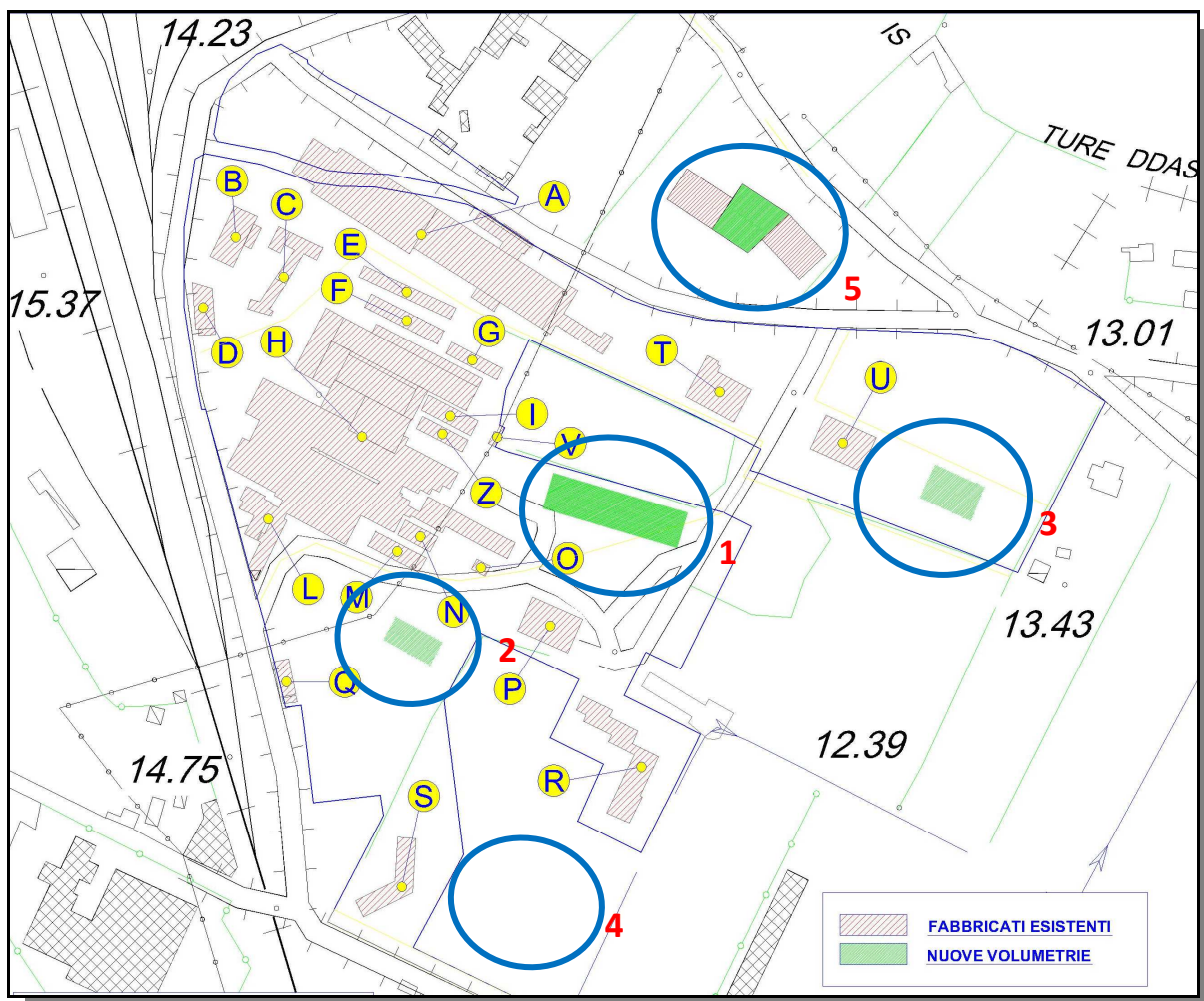


Figura 56 - Suddivisione del lotto nei 5 siti principali di studio

SITO 1:

da 0,00m a 0,20m: Coltre superficiale con scadenti caratteristiche geotecniche.

da 0,20m a 1,40m: Sabbie limoso-argillose

- Peso di volume = $1,38 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 3$
- Angolo d'attrito efficace = $27,2^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 214 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $69,38 \text{ kg/cm}^2$

da 1,40m a 1,90m: Sabbie argillose poco compatte

- Peso di volume = $1,51 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 11$
- Angolo d'attrito efficace = $30,3^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 276 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $153,06 \text{ kg/cm}^2$

da 1,90m a 4,50m: Limo argilloso mediamente compatto

- Peso di volume = $1,73 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 35$
- Angolo d'attrito efficace = $37,3^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 461 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $404,10 \text{ kg/cm}^2$

da 4,50m a 5,30m: Limo argilloso poco compatto

- Peso di volume = $1,53 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 13$
- Angolo d'attrito efficace = $30,9^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 292 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $173,98 \text{ kg/cm}^2$

da 5,30m a 6,90m: Limo argilloso mediamente compatto

- Peso di volume = $1,71 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 32$
- Angolo d'attrito efficace = $36,5^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 438 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $372,72 \text{ kg/cm}^2$

SITO 2:

da 0,00m a 2,50m: Scavo esistente su sabbie limoso argillose e limo argilloso.

da 2,50m a 5,60m: Limo argilloso poco compatto

- Peso di volume = $1,46 \text{ t/m}^3$
- $N_{spt} = 8$
- Angolo d'attrito efficace = 29°
- Modulo di deformazione drenato = 253 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $121,68 \text{ kg/cm}^2$

da 5,60m a 6,30m: Limo argilloso poco compatto

- Peso di volume = $1,46 \text{ t/m}^3$
- $N_{spt} = 18$
- Angolo d'attrito efficace = 32°
- Modulo di deformazione drenato = 330 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $226,28 \text{ kg/cm}^2$

SITO 3:

da 0,00m a 0,20m: Coltre superficiale con scadenti caratteristiche geotecniche.

da 0,20m a 3,00m: Limo argilloso da mediamente a molto compatto

- Peso di volume = $1,73 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 35$
- Angolo d'attrito efficace = $37,3^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 461 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $404,10 \text{ kg/cm}^2$

SITO 4:

da 0,00m a 0,50m: Coltre superficiale con scadenti caratteristiche geotecniche.

da 0,50m a 4,00m: Sabbie limoso-argillose mediamente compatte

- Peso di volume = $1,93 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 10$
- Angolo d'attrito efficace = 30°
- Modulo di deformazione drenato = 268 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $142,60 \text{ kg/cm}^2$

da 4,00m a 5,90m: Sabbie limoso-argillose

- Peso di volume = $2,04 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 28$
- Angolo d'attrito efficace = $35,4^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 407 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $330,88 \text{ kg/cm}^2$

SITO 5:

da 0,00m a 1,10m: Coltre superficiale con scadenti caratteristiche geotecniche.

da 1,10m a 2,90m: Sabbie limoso-argillose poco compatte

- Peso di volume = $2,01 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda
- $N_{spt} = 7$
- Angolo d'attrito efficace = $29,2^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 253 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $111,22 \text{ kg/cm}^2$

da 2,90m a 3,90m: limo argilloso mediamente compatto

- Peso di volume = $1,91 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda

- $N_{spt} = 14$
- Angolo d'attrito efficace = $31,2^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 299 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $62,46 \text{ kg/cm}^2$

da 3,90m a 4,40m: Sabbie limoso-argillose da mediamente a molto compatte

Peso di volume = $2,13 \text{ t/m}^3$ per i terreni sopra falda

- $N_{spt} = 46$
- Angolo d'attrito efficace = $40,0^\circ$
- Modulo di deformazione drenato = 546 kg/cm^2
- Modulo edometrico = $519,16 \text{ kg/cm}^2$

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito del terreno, si è fatto riferimento ai risultati della prove SPT utilizzando la relazione di (Peck Hanson e Thornburn 1953-74). Il metodo è valido per terreni granulari e correla (ϕ) con N_{spt} medio dello strato .

$$\phi = 27,2 + 0,28 N_{spt}$$

Per il modulo di deformazione drenato E' , si è fatto riferimento ai risultati della prove SPT utilizzando la relazione di D'Apollonia (1970). Il metodo è valido per le sabbie e/o ghiaie normal-consolidate che correla E' con N_{spt} medio dello strato:

$$E [\text{kg/cm}^2] = 7,71 N_{spt} + 191$$

Per il Modulo edometrico E (Modulo di Young) si è fatto riferimento ai risultati della prove SPT utilizzando la relazione di Menzies e Malcev. Il metodo è valido per le sabbie e/o ghiaie in genere, e si basa sulla seguente relazione:

$$E_d [\text{kg/cm}^2] = 10,46 N_{spt} + 38$$

Il Peso di volume (γ) è stato ricavato dai dati della prova SPT utilizzando la relazione di Terzaghi e Peck. Il metodo è valido per terreni granulari e correla il Peso di Volume con N_{spt} medio dello strato in funzione della sua granulometria.

Analisi dell'interazione terreno - fondazione

Di seguito si riporta la valutazione della portanza del terreno dei 5 siti individuati ipotizzando una fondazione diretta quadrata con base da 1,00 m – 1,50 m – 2,00 m, e la valutazione dei cedimenti connessi, con carico di progetto pari a 1 kg/cm^2 .

Nel caso di fondazioni superficiali, adottando lo schema di interazione di Terzaghi, il valore della capacità portante unitaria q_d , per una fondazione continua, è fornito dalla seguente relazione, i cui coefficienti sono riferiti allo schema grafico sotto riportato

$$q_d = C N_c + D \gamma_1 N_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma$$



Capacità portante e cedimenti

SITO 1:

Dimensione fondazione (BxL)	Profondità di influenza bulbo delle pressioni (B x 2,5)	Profondità cuneo di taglio (m) da p.posa fondazione	Q_{ult} (T/m ²)	Q_{amm} (kg/cm ²)	Cedimenti S (cm) Piastra flessibile	Cedimenti S (cm) Piastra rigida
1,00m X 1,00m	2,50m	0,87	59,07	1,97	0,68	0,511
1,50m X 1,50m	3,75m	1,30	65,03	2,17	0,91	0,68
2,00m X 2,00m	5,00m	1,73	70,99	2,37	1,10	0,825

SITO 2:

Piano di posa della fondazione a -2,50m quota scavo presente.

Dimensione fondazione (BxL)	Profondità di influenza bulbo delle pressioni (B x 2,5)	Profondità cune di taglio (m) da p.posa fondazione	Q_{ult} (T/m ²)	Q_{amm} (kg/cm ²)	Cedimenti S (cm) Piastra flessibile	Cedimenti S (cm) Piastra rigida
1,00m X 1,00m	2,50m	0,85	52,08	1,73	0,83	0,625
1,50m X 1,50m	3,75m	1,27	57,14	1,90	1,32	0,991
2,00m X 2,00m	5,00m	1,70	62,20	2,07	1,75	1,31

SITO 3:

Dimensione fondazione (BxL)	Profondità di influenza bulbo delle pressioni (B x 2,5)	Profondità cune di taglio (m) da p.posa fondazione	Q_{ult} (T/m ²)	Q_{amm} (kg/cm ²)	Cedimenti S (cm) Piastra flessibile	Cedimenti S (cm) Piastra rigida
1,00m X 1,00m	2,50m	1,00	182,52	6,084	0,23	0,17
1,50m X 1,50m	3,75m	1,27	203,97	6,80	0,31	0,232
2,00m X 2,00m	5,00m	1,70	254,53	8,48	0,37	0,277

SITO 4:

Dimensione fondazione (BxL)	Profondità di influenza bulbo delle pressioni (B x 2,5)	Profondità cune di taglio (m) da p.posa fondazione	Q_{ult} (T/m ²)	Q_{amm} (kg/cm ²)	Cedimenti S (cm) Piastra flessibile	Cedimenti S (cm) Piastra rigida
1,00m X 1,00m	2,50m	0,87	80,24	2,80	0,82	0,612
1,50m X 1,50m	3,75m	1,30	87,85	2,93	1,25	0,938
2,00m X 2,00m	5,00m	1,73	95,47	3,18	1,61	1,21

SITO 5:

Dimensione fondazione (BxL)	Profondità di influenza bulbo delle pressioni (B x 2,5)	Profondità cuneo di taglio (m) da p.posa fondazione	Q_{ult} (T/m²)	Q_{amm} (kg/cm²)	Cedimenti S (cm) Piastra flessibile	Cedimenti S (cm) Piastra rigida
1,00m X 1,00m	2,50m	0,86	72,10	2,40	0,70	0,523
1,50m X 1,50m	3,75m	1,30	78,49	2,62	1,06	0,802
2,00m X 2,00m	5,00m	1,73	84,84	2,83	1,15	0,858

Esito dello studio

L'area di intervento è ubicata su di un alto morfologico costituito da ghiaie e subordinate sabbie dei depositi pleistocenici terrazzati.

La zona in cui è compresa è geograficamente lontana e non interessata dalle aree di rispetto del Fiume Tirso a Nord; si presenta perfettamente pianeggiante, con quote attorno ai 12-13 metri slm. Le pendenze sono quindi del tutto trascurabili e non vi è quindi nessun pericolo di frana o dissesto.

La morfologia pianeggiante e l'alta permeabilità dei suoli non rendono evidente la presenza di alcun reticolo idrografico superficiale.

La zona appare stabile, non inondabile, con substrato ghiaioso-sabbioso-argilloso ormai consolidato.

L'indagine geognostica realizzata attraverso la realizzazione di pozzetti stratigrafici e prove penetrometriche dinamiche in vari punti dell'area oggetto di studio ha permesso di ricostruire il modello geologico del sito e valutare le caratteristiche geotecniche dei litotipi identificati al fine di ricostruire il modello geotecnico.

I terreni di sedime sono costituiti da depositi di natura alluvionale rappresentati da livelli sabbioso-limoso-argillosi, limi argillosi con talora orizzonti francamente argillosi da molto compatti a poco compatti.

La permeabilità media ostacola, in superficie, il delinearsi di un sistema di drenaggio superficiale evoluto e, al contrario, favorisce attraverso il suolo l'assorbimento in profondità di buona parte dell'apporto meteorico.

Il grado di compattezza, la natura incoerente e l'assenza di circolazione d'acqua rendono a questi terreni una capacità portante da mediamente buona ad estremamente buona.

Le costruzioni previste incideranno in misura assolutamente non rilevante sulla circolazione superficiale, mentre la permeabilità dei suoli assicureranno una rapida infiltrazione delle acque superficiali.

In tale contesto, allo scopo di minimizzare gli effetti correlati ad un potenziale e residuale ruscellamento diffuso nelle aree adiacenti ai fabbricati e alle strade interne, si è previsto l'uso in genere di materiali permeabili e un adeguato sistema di captazione e smaltimento delle acque meteoriche.

In considerazione di tutto quanto sopra esposto, è possibile asserire che la realizzazione dell'opera in progetto:

- non è di ostacolo al naturale deflusso delle acque superficiali e pertanto non è in grado di aumentare il livello pericolosità e di rischio idraulico esistente;
- non è in grado di determinare alterazioni al regime idraulico della zona in esame;
- non inficia significativamente i processi di infiltrazione delle acque nel sottosuolo;
- non preclude la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio.

Conclusioni

La variante al Piano di Lottizzazione convenzionata denominato "Is Argiolas" mantiene la previsione di lottizzazione di un'area, di estensione pari a circa 149041 m², ricadente in zona territoriale omogenea G, sottozona G1_1, del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Oristano.

A tali fini si è provveduto all'individuazione delle peculiarità geologico-ambientali e idrauliche della zona interessata dall'intervento progettato e all'analisi delle eventuali trasformazioni del territorio correlate alla realizzazione del progetto, sotto i profili delle condizioni di assetto idraulico e di dissesto attuale e potenziale dell'area.

L'area interessata dal progetto è ubicata su di un alto morfologico costituito da ghiaie e subordinate sabbie dei depositi pleistocenici terrazzati.

La permeabilità media di questi depositi, l'alta permeabilità dei suoli in superficie, la morfologia pianeggiante non rendono evidente la presenza di alcun reticolo idrografico superficiale e, anzi, ostacolano il delinearsi di un sistema di drenaggio superficiale evoluto, favorendo attraverso il suolo l'assorbimento in profondità di buona parte dell'apporto meteorico.

La zona appare lontana e non interessata dalle aree di rispetto del Fiume Tirso a Nord.

Dall'analisi effettuata sul territorio e dalle informazioni ricavate dagli atti pianificatori vigenti non si sono evidenziate:

-situazioni di dissesto geomorfologico attuali e potenziali e l'area di intervento non è gravata da perimetrazione di rischio in tal senso,

-situazioni di dissesto idraulico attuali e potenziali e l'area di intervento non è gravata da perimetrazione di rischio idraulico, relativamente al Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (PAI), al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), al Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) ed allo Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica riferito a tutto il territorio comunale di Oristano.

La realizzazione dei fabbricati, previsti in progetto, determina un'impronta sul territorio in termini di una pur minima riduzione della superficie dell'eventuale bacino sotteso rispetto alla situazione studiata in sede di Piano originario.

Da quanto evidenziato dagli studi eseguiti, tale impronta non si traduce in un aumento della pericolosità idraulica in quanto, non trattandosi di aree con deflusso concentrato-canalizzato, non si verificano potenziali condizioni di rischio idraulico.

Le costruzioni previste incideranno in misura assolutamente non rilevante sulla circolazione superficiale, mentre la permeabilità dei suoli assicurerà l'infiltrazione delle acque di scorrimento superficiale.

Sulla scorta di quanto studiato e di cui si è relazionato si può concludere e affermare che gli interventi in progetto siano compatibili con l'assetto idraulico e geomorfologico del territorio e non comportano modificazioni al quadro conoscitivo e alle previsioni pianificatorie vigenti in tema di assetto idrogeologico.

Asseverazione

Il sottoscritto Dott. Ing. Ernesto Pia, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Oristano al n. 103 e il sottoscritto Dott. Geol. Giovanni Mele, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Sardegna con il n. 43, ai fini di quanto previsto dall'art. 8, commi 2 bis e 2 ter, delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (PAI) vigente, prendono atto di divenire persone esercenti un servizio di pubblica necessità ai sensi degli articoli 359 e 481 del Codice Penale e dichiarano di essere consapevoli del fatto che le dichiarazioni false, la falsità negli atti e l'uso di atti falsi comportano l'applicazione delle sanzioni penali previste dagli artt. 75 e 76 del DPR n. 445/2000 e di quelle di cui all'art. 19, comma 6, della legge n. 241/1990.

Ciò premesso, dichiarano di asseverare come, in effetti, asseverano la suestesa relazione di accompagnamento alla variante del Piano attuativo del Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Oristano denominato "Is Argiolas".

Data a Oristano li 5 di Ottobre del 2025

Dott. Ernesto Pia
Ingegnere civile e ambientale

Dott. Giovanni Mele
Geologo