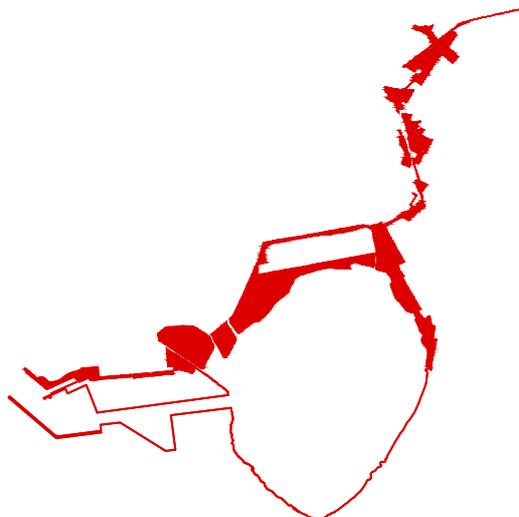




COMUNE di ORISTANO
COMUNI de ARISTANIS



*Presidenza
del Consiglio dei Ministri*



**S i s t e m a z i o n e e
rigenerazione del bordo
urbano orientale e
meridionale della città lungo
il passante ferroviario
(area RFI-FS e CIPOR)
| O R I S T A N O E S T |**

**PROGETTO GENERALE PER LA
RIQUALIFICAZIONE URBANA E LA
SICUREZZA DELLE PERIFERIE**

*Programma straordinario di
intervento per la riqualificazione
urbana e la sicurezza delle periferie
delle città metropolitane e dei comuni
capoluogo di provincia*

PROGETTO DEFINITIVO

**ALL
4**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

GIUGNO 2017

/

Commitente

Comune Oristano

Progettista - Coordinatore generale

*Ing. Giuseppe Pinna
(Dirigente settore Sviluppo del Territorio)*

RUP

Ing. Anna Luigia Foddi

Agronomia

Agr. Enrico Marceddu

Mobilità e Trasporti

MLAB s.r.l.

Topografia e tematiche catastali

Geom. Roberto Perseu

Consulenza Scientifica

*Dipartimento Architettura Design Urbanistica di Alghero
Università di Sassari*

Prof.ssa Silvia Serreli

Collaboratori

*Arch. Giovanni Maria Biddau
Arch. Laura Lutzoni
Arch. Michele Valentino*

UFFICIO DI PROGETTAZIONE

Progettista - Coordinatore

Arch. Gianfranco Sanna

Progettisti - Coadiutori

*Arch. Giovanni Curreli
Arch. Pietro Frau*

Giovani Professionisti

*Arch. Maria Agostina Sannai
Arch. Pasquale Murru
Arch. Giulio Porcu
Arch. Salvatore Enrico Piras
Arch. Barbara Boi
Arch. Claudia Meli
Arch. Francesco Lorenzi
Ing. Elena Loddi
Arch. Federico Sercis
Arch. Francesco Marras
Arch. Ilaria Suozzi
Ing. Gian Luca Zuddas
Arch. Michela Canu
Arch. Filippo Sanna
Arch. Elena Boi
Arch. Luca Casula
Arch. Claudia Argiolas
Arch. Giulia Collu
Arch. Stefania Mulargia*

Neo-Laureati

*Dott. Walter Cuccuru
Dott. Luca Antonio Serusi
Dott. Emanuele Frongia
Dott. Roberta Scarpa
Dott. Cavallini Cesare*

COMUNE DI ORISTANO
PROVINCIA DI ORISTANO

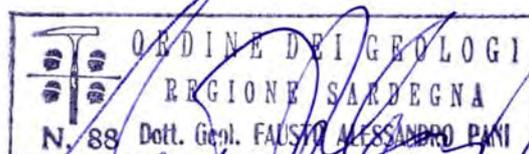
**Sistemazione e rigenerazione del bordo
urbano orientale e meridionale della città lungo
il passante ferroviario
(area RFI - FS e CIPOR)**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICO E GEOTECNICA

Responsabili dello studio:

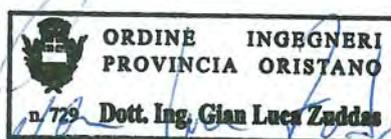
Geol. Fausto A. Pani



Geol. Roberta M. Sanna



Ing. Gian Luca Zuddas



Giugno 2017

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
3.1	IL PROGETTO “ORISTANO EST”	4
3.2	ELEMENTI IN PROGETTO.....	5
3.2.1	OPERE PRELIMINARI.....	5
3.2.2	OPERE VIARIE - PERCORSO CICLO PEDONALE	5
3.2.3	OPERE IMPIANTISTICHE	5
4	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO	7
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE	8
5.1	STRATIGRAFIA DEL CAMPIDANO DI ORISTANO.....	11
6	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	12
7	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	16
8	VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA E ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI.....	19
8.1	Inquadramento territoriale e normativo.....	19
8.2	Finalità della disciplina dell’assetto idrogeologico.....	19
8.3	INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO	20
8.4	TEMATISMI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI E CARTOGRAFIA FINALE DI ADEGUAMENTO.....	21
8.5	VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA 21	
8.6	ATTRIBUZIONE DEI PESI.....	22
9	INQUADRAMENTO PAI.....	23
9.1	INQUADRAMENTO NELL’ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI.....	23
10	LA PERICOLOSITA' DI FRANA INDIVIDUATA NEL PAI E NELLO STUDIO ART 8 C 2 25	
11	LA PERICOLOSITÀ DELLE AREE DI PROGETTO	29

1 PREMESSA

Il presente studio geologico e geotecnico è parte integrante del progetto definitivo eseguito dal Comune di Oristano per la realizzazione di un parco cittadino facente parte del più grande intervento di riqualificazione urbanistica di "Oristano Est".

Il progetto, nel suo complesso, ha l'intento di riqualificare l'area periferica del centro abitato, valorizzando territori dell'oristanese ad oggi poco utilizzati e marginali.

Nell'ambito del progetto per la realizzazione del percorso, è stato predisposto uno studio di compatibilità geologico - geotecniche, così come disposto dal Titolo III, Cap. I - articolo 25 delle Norme di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (in seguito semplicemente "PAI") della Regione Sardegna.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito ricade nella Sardegna centro-occidentale, nel settore centrale del Campidano di Oristano.

Il bacino idrografico sotteso dal sistema costiero è suddiviso tra il bacino del Tirso e quello dei minori adiacenti.

Il settore di studio ricade all'interno del Bacino idrografico del Tirso, attraverso il sistema drenante di Pesaria, quindi del Canale di San Giovanni e lo Stagno di Santa Giusta.

La morfologia naturale e l'idrografia del settore sono stati profondamente modificati nel tempo da una serie di opere di bonifica e di sistemazione idraulica e fondiaria e sono attualmente gestiti attraverso sollevamenti artificiali che scaricano nel Canale di San Giovanni e quindi nello Stagno di Santa Giusta.

L'area è posta ad una quota compresa tra gli 2 ed i 16 m s.l.m.m..

Il settore è sostanzialmente pianeggiante con dislivelli ridotti e pendenze prossime a 0.2% ed è posto sui depositi Quaternari della piana alluvionale del Tirso.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto nasce all'interno del "Bando per la presentazione di progetti per la predisposizione del Programma straordinario di intervento per la riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie delle città metropolitane e dei comuni capoluogo di provincia". Il bando, pubblicato in GU n.127 del 1.6.2016, è rivolto a tutte le città metropolitane ed ai capoluoghi di provincia e stabilisce modalità e procedure per la presentazione di progetti di riqualificazione urbana e per la sicurezza delle periferie intendendo con quest'ultimo termine aree urbane caratterizzate da situazioni di marginalità economica e sociale, degrado edilizio e carenza di servizi. La scadenza per l'invio delle proposte era fissata al 31 agosto 2016. Per l'attuazione del Piano, sono stati stanziati 500 milioni di euro.

L'Amministrazione Comunale di Oristano, coerentemente a una strategia complessiva di ridisegno urbano della città, ha interpretato i processi di riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie delle città come un processo di ri-territorializzazione che mette in campo azioni di ri-orientamento per lo sviluppo urbano, per contrastare processi di degrado fisico e sociale della città.

A seguito della pubblicazione sulla GU del 05/01/2017 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 6 dicembre 2016 è stata approvata la graduatoria del Programma straordinario di intervento per la riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie, che ha visto il progetto del Comune di Oristano fra i progetti selezionati classificandosi al sedicesimo posto con un finanziamento di € 17.141.676,67.

Il progetto si inquadra seguendo due strategie:

- una generale che comprende un disegno urbano complessivo che richiama gli scenari proposti all'atto della partecipazione del bando. A livello territoriale è stato individuato un ampio orizzonte di relazioni spaziali che inquadrano il progetto all'interno di alcune direttrici urbane in grado di coinvolgere e far interagire aree interessate da diversi fenomeni di periferizzazione: aree pubbliche derelitte interessate dal progressivo abbandono da parte degli abitanti (spazi pubblici non in uso), aree in dismissione non più funzionali nell'organizzazione urbana attuale (spazi e strutture in disuso da riqualificare), spazi di connessione non più accessibili (adeguamento di strade e infrastrutture).
- un progetto stralcio, a cui fa riferimento la presente relazione, coinvolge le aree della direttrice orientale individuata nel progetto generale, che saranno oggetto di approfondimento progettuale.

3.1 IL PROGETTO "ORISTANO EST"

Il Progetto Generale per la Riqualificazione Urbana e la Sicurezza delle Periferie, denominato "ORISTANO EST", prevede la rigenerazione del bordo urbano della città attraverso la riconnessione e sistemazione a parco di alcune aree periferiche e residuali oltre al recupero e la ri-funzionalizzazione del binario ferroviario dismesso, realizzato negli anni 70' e mai utilizzato, che dal porto industriale si riconnette alla rete ferroviaria regionale.

Il progetto seleziona la direttrice orientale per strutturare il parco urbano, nell'ambito dello scenario generale di riorganizzazione urbana oggetto della proposta di finanziamento. Gli spazi individuati prevedono all'interno del parco urbano lineare le seguenti proposte di micro-ambito:

- la riqualificazione delle aree residuali del parco ferroviario in disuso in spazi pubblici fruibili;
- la dotazione di nuovi servizi culturali e ricreativi per differenti tipi di utenza;
- il recupero e la ri-funzionalizzazione di strutture edilizie con finalità di Housing sociale anche in relazione alla possibilità di ospitare piccoli centri di accoglienza temporanea di cittadini migranti;
- la riscoperta del rapporto tra la città e il fiume (spazi pubblici e connessioni ciclopedonali in prossimità della borgata di Sili), tra la città e la laguna (spazi pubblici e mobilità sostenibile

all'interno nell'area industriale) e tra la città e il golfo (recupero e ri-funzionalizzazione di spazi dismessi della ferrovia nell'area industriale e del porto).

3.2 ELEMENTI IN PROGETTO

3.2.1 OPERE PRELIMINARI

Gli interventi preliminari si riferiscono a tutte quelle operazioni necessarie a rendere il sistema ambientale e il terreno esistente idoneo alla realizzazione del progetto, e comprendono:

- Opere di demolizione (piccole opere in c.a. e muratura)
- Costi di smaltimento (elementi metallici di diversa natura e materiali di risulta)
- Costi di bonifica (rifiuti generici, pericolosi, speciali)

L'analisi ha interessato i diversi areali nei quali il progetto si snoda, evidenziando per ciascuno le interferenze esistenti e la presenza (puntuale o individuata in superfici) di elementi soggetti a bonifica ambientale.

Dal rilievo effettuato sono state individuate inoltre superfici che necessitano una bonifica generale dello strato superficiale del terreno, ipotizzando la contaminazione dei primi strati superficiali di suolo.

Come si evince dall' abaco delle interferenze e delle bonifiche (Allegato 15), le interferenze sono state organizzate in macro categorie, trovando poi puntuale precisazione degli elementi specifici riportati nelle tavole di individuazione.

3.2.2 OPERE VIARIE - PERCORSO CICLO PEDONALE

Il Tracciato promiscuo pedonale/ciclabile, caratterizzato da un'ampiezza costante di 2,50 m sarà costruito, nell'ambito urbano su sede propria (3.235 m), con uno strato di finitura in materiale drenante (Immagine 1) e, nell'ambito della ferrovia, su un sistema di elementi prefabbricati in c.a.p. (3.025 m) posti sui binari del tracciato ferroviario dismesso.

Ambito percorso su sede propria e finitura in materiale drenante

Le lavorazioni che caratterizzano l'intervento in oggetto sono:

- Lo scavo (compreso lo scoticamento superficiale di una fascia adiacente al percorso)
- La preparazione del fondo (due strati drenanti di diverse granulometrie)
- I cordoli laterali in cls (su entrambi i lati in elementi prefabbricati)
- Lo strato di finitura (permeabile).

Ambito percorso su binario ferroviario dismesso

- Fornitura e messa in opera con operai specializzati e mezzo meccanico di sollevamento degli elementi prefabbricati in c.a.p.
- Raccordo con la struttura dei binari e gli impianti esistenti.

3.2.3 OPERE IMPIANTISTICHE

Le opere impiantistiche riguardano la realizzazione dell'impianto idrico e di illuminazione a servizio dell'intera area di progetto, incluso il collegamento alla rete pubblica esistente.

3.2.3.1 IMPIANTO IDRICO

Gli impianti idrici necessari per il presente progetto sono diversificati a seconda delle esigenze puntuali del parco.

Alcune aree di servizio del parco saranno dotate di servizi igienici (n.3 elementi prefabbricati) per i quali si rende necessario l'allaccio alla rete fognaria e di distribuzione. Per far ciò verrà realizzato uno scavo ristretto in grado di contenere le tre condotte (due per la fogna separativa e una per l'approvvigionamento idrico).

Il progetto prevede la piantumazione di diverse specie arboree, anche ad alto fusto, da irrigare nei periodi estivi, in cui il fabbisogno idrico delle piante è maggiore. A tal fine si realizzeranno dei pozzi per il prelievo delle acque, dotati di pompe in grado di garantire un adeguato carico idraulico alle condotte irrigue previste, costituite da collettori da cui si diramano le ali gocciolanti.

Inoltre, laddove per esigenze costruttive vengano occupate le canalette di scolo delle strade e/o delle ferrovie verranno posati dei tubi microforati atti all'allontanamento delle acque meteoriche di competenza dell'infrastruttura inficiata.

L'impianto idrico sarà così costituito:

- tutti gli elementi necessari per lo smaltimento delle acque meteoriche e reflue e per l'approvvigionamento idrico delle nuove strutture (ad esempio servizi sanitari). Si prevede la realizzazione di nuove condotte interrato, da disporre all'interno dello stesso scavo, che si colleghino alla rete principale esistente.
- sistemi di drenaggio mediante tubi microforati per l'allontanamento delle acque dal percorso laddove la traccia del percorso medesimo infici il corretto funzionamento delle cunette laterali delle strade.
- impianto di irrigazione per garantire il fabbisogno idrico delle piantumazioni previste, comprendente allaccio alla rete consortile esistente, o dove non presente, impianto di pompaggio, rete idrica e ali gocciolanti.

3.2.3.2 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è costituito dalla realizzazione di una nuova rete elettrica lungo lo sviluppo dell'intero percorso all'interno del parco di 6560 m.

È caratterizzato da corpi luminosi (pali di illuminazione) e relativi apparecchi (**uno ogni 30 m**), che saranno poi collegati all'impianto della rete pubblica esistente. La rete sarà collegata all'impianto principale della rete pubblica esistente e i corpi illuminanti saranno a norma di legge e completi di tutti gli elementi necessari per il posizionamento e funzionamento.

4 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Il settore di Oristano oggetto di analisi è compreso nel F° 528 sez I - Oristano nord - e nel F°528 sez. II - Oristano sud- della Carta Topografica d'Italia dell'IGMI a scala 1:25.000.

L'area è ricompresa nelle Sezione 528-080 "Oristano" della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000.



Mappa – Stralcio dalla cartografia CTR comprendente l'area in oggetto



Mappa – Stralcio dalla immagine del 2013 comprendente l'area in oggetto

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

L'area in esame costituisce una piccola porzione della fascia costiera del Golfo di Oristano, geologicamente e strutturalmente parte integrante della pianura del Campidano, che si estende per circa 115 km, con direzione NO-SE, dal Golfo di Cagliari al Golfo di Oristano, con una larghezza di circa 40 km.



Carta - La geologia dell'area vasta da Carmignani et alii

La pianura campidanese si è formata in seguito alla deposizione di sedimenti e messa in posto di vulcaniti nella fossa tettonica, più nota come “graben campidanese”, la cui origine, legata alla fase tettonica distensiva che interessò la Sardegna nel Plio-Quaternario, è stata determinata dal ringiovanimento, lungo i bordi paleozoici, delle direttrici tettoniche della parte mediana e meridionale della struttura oligo-miocenica, che si sviluppava dal golfo di Cagliari a quello dell'Asinara, nota come “Fossa Sarda”.

Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geostrutturale del Campidano si possono far iniziare nel Paleozoico.

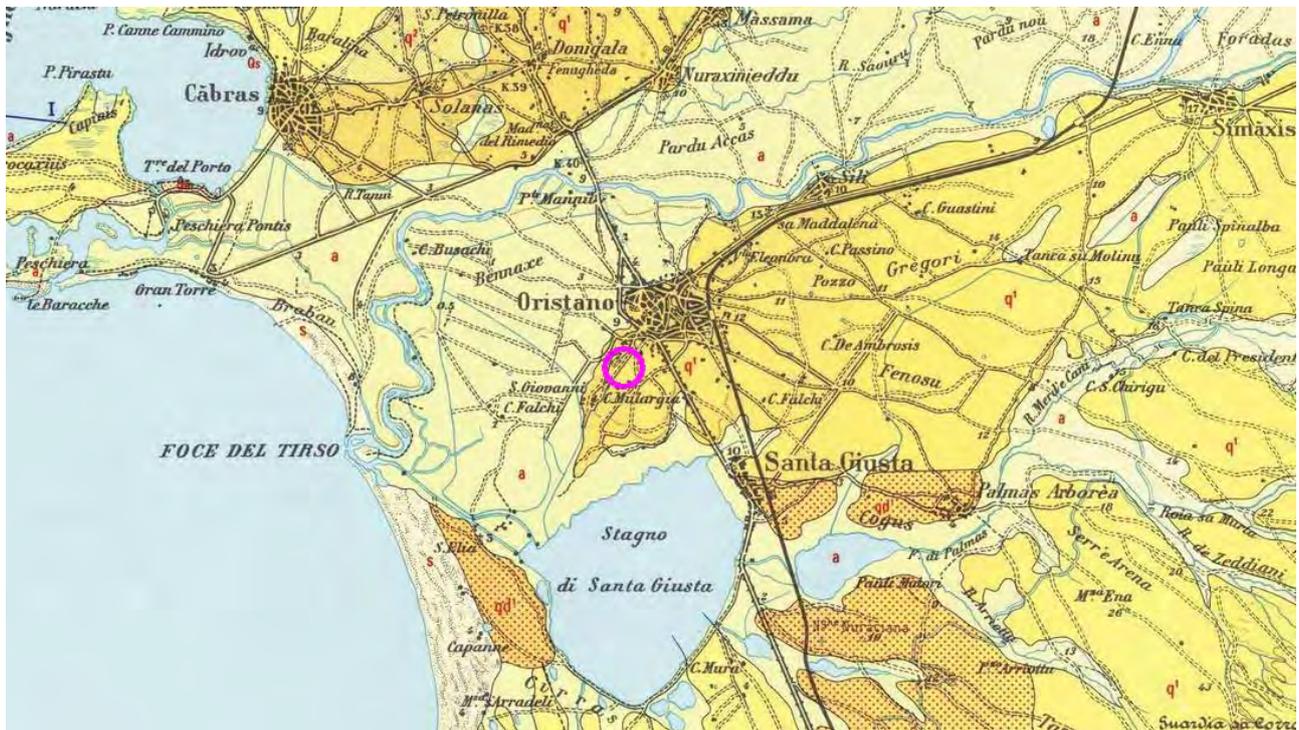
La culminazione paleozoica del Monte Grighini testimonia come un tempo, quando ancora la Sardegna era parte integrante del Massiccio Centrale Francese, il settore oggi occupato dai depositi detritici plio-quaternari era costituito da rocce del basamento cristallino.

Il basamento paleozoico fu suddiviso in due horst, uno occidentale ed uno orientale, dall'apertura della “fossa sarda”, causata dalle forti tensioni tettoniche, sviluppatesi durante l'Oligocene medio (Tapponier, 1977) per la collisione tra la placca africana e quella europea, responsabili anche della rototraslazione del blocco sardo-corso.

L'horst occidentale fu smembrato in blocchi, disposti in senso meridiano, rappresentati da: la Nurra, i Monti di Flumentorgiu, l'Arburese-Iglesiente ed il Sulcis di grandi dimensioni, ed altri come il sud-Algherese e l'isola di Mal di Ventre, di dimensioni assai ridotte.



Mappa - L'area sulla Carta Geologico-strutturale della Sardegna 1:200.000



Mappa - L'area sulla Carta Geologica d'Italia 1:100.000

L'horst orientale, almeno apparentemente più omogeneo, è costituito dal complesso granitico del nord Sardegna, dalla zona assiale della catena ercinica della Sardegna nord-orientale, dalla zona a falde della catena ercinica della Sardegna centrale e dall'intrusione ercinica del Sarrabus.

La formazione della "fossa sarda", che si sviluppava dal Golfo di Cagliari a quello dell'Asinara con una larghezza di circa 40 km, fu seguita da un'intensa attività vulcanica sintettonica, che portò al parziale riempimento della stessa, come testimoniano le estese coperture vulcaniche della Planargia, del Bosano, del Montiferru, quelle carotate nel Campidano e quelle presenti ad est della dorsale del Grighini.

La subsidenza all'interno della fossa fu attiva per un lungo periodo, cosicché il mare miocenico vi penetrò, come testimoniano i numerosi affioramenti di sedimenti marini miocenici nel

Meilogu-Logudoro a nord e lungo i bordi della fossa campidanese a sud, nella Marmilla e nella Trexenta ad est e di Funtanazza e del Cixerri ad ovest.

Nel settore meridionale della "fossa sarda" la serie miocenica, ricostruita sulla base dei risultati di perforazioni profonde eseguite nel Campidano e delle indagini di superficie, presenta uno spessore di circa 1500 m, di cui circa 300-400 m di ambiente continentale ed il restante di ambiente marino.

In relazione ai movimenti tettonici che hanno generato il bacino sedimentario oligo-miocenico i materiali che si rinvergono nella fossa sono stati suddivisi da Cherchi e Montardet (1982, 1984) in depositi pre-rift, syn-rift e post-rift, in funzione della loro posizione rispetto all'evoluzione della fossa stessa.

I depositi pre-rift, costituiti dai depositi detritici continentali eocenici della formazione del Cixerri, si rinvergono nella parte basale della fossa e costituiscono i termini più antichi carotati nel Campidano.

Sono classificati come syn-rift oltre ai prodotti del ciclo vulcanico oligo-miocenico ad affinità calco-alcalina auct., i sedimenti continentali della formazione di Ussana, i sedimenti in facies marina delle Arenarie di Gesturi, in eteropia con i Calcari di Isili e con le Marne di Ales (Cattiano sup.) ed il successivo complesso vulcano-sedimentario della formazione della Marmilla (Aquitano) in eteropia con i Calcari di Villagreca.

I depositi post-rift, rappresentati dalla sequenza sedimentaria marina costituita alla base dalle Marne di Gesturi (Burdigaliano medio e sup.-Langhiano sommitale), che poggiano sulla formazione della Marmilla, di età Burdigaliano inf., dalle argille di Fangario (Langhiano sup-Serravalliano inf.), dalle arenarie di Pirri (Serravalliano) seguite dal Calcare di Cagliari suddiviso in tre subunità e datato Serravalliano-Messiniano inf., si sono formati al termine dell'attività tettonica che provocò l'apertura della fossa, quando il mare miocenico entrò stabilmente nella stessa.

Le tensioni tettoniche responsabili del sistema di rift, datate Oligocene medio-Aquitano, hanno lasciato testimonianza degli stress sia nel sedimentario che nel vulcanico con direzione prevalente N 80° E. Questa fase è stata seguita da una fase tettonica di età burdigaliana, probabilmente dovuta alla collisione fra il blocco sardo-corso e la placca Apuliana, testimoniata dalle lineazioni N 40° E, mentre la direzione N 140°, riconoscibile in numerosi affioramenti, testimoniano la fase tettonica compressiva messiniana, responsabile del contatto discordante fra i sedimenti marini messiniani e quelli marini pliocenici.

Nel Messiniano in seguito alla crisi di salinità del Mediterraneo occidentale, il mare miocenico si ritirò e le aree precedentemente sommerse diventarono sede di un'intensa attività erosiva, come evidenziato da una netta superficie di erosione che tronca la sequenza stratigrafica miocenica.

Durante la fase di regressione si passa gradualmente da un ambiente di mare aperto ad un ambiente di mare ristretto. Questi passaggi sono testimoniati nella penisola del Sinis, dove si rinvergono depositi evaporitici messiniani.

Nel nuovo ambiente continentale, nelle aree più depresse vengono depositi i detriti asportati dagli atmosferici nelle aree altimetricamente più elevate. Si formano così i sedimenti continentali pliocenici della Formazione di Samassi.

Nel Plio-Quaternario la ripresa dell'attività tettonica è testimoniata dalla ringiovanimento, lungo i bordi paleozoici, di una serie di faglie parallele con direzione NNO-SSE, che determinarono la formazione del graben campidanese, che si sovrappone al settore centro-meridionale della fossa sarda.

Lungo i bordi del graben questa situazione innesca un consistente regime erosivo che in parte smantella i sedimenti miocenici.

A questa fase tettonica è inoltre legata una nuova fase vulcanica, a carattere alcalino, alla quale sono legate le manifestazioni vulcaniche responsabili della formazione dei grandi edifici vulcanici della Sardegna (Montiferru e Monte Arci) e della messa in posto dei basalti di piattaforma. Questi ultimi, oggi in evidente inversione di rilievo, andarono a colmare i bassi morfologici, ricoprendo i depositi detritici post-miocenici.

La successiva ripresa dell'attività erosiva, guidata dalle discontinuità tettoniche, che ha agito con maggior intensità sulle litologie più erodibili, determinò la produzione di ingenti quantità di materiale detritico. Il materiale eroso, trasportato a valle dalle acque superficiali, incanalate e non, venne depositato nella fossa del Campidano fino a colmarla, con la formazione di potenti depositi detritici.

Nel Campidano la continua subsidenza e la mancanza di pendenze adeguate, ha localmente consentito il permanere di vaste zone depresse, come per esempio lo stagno di Sanluri e le l'anello "lacustre" attorno al Golfo di Oristano e quello attorno a quello di Cagliari.

In tempi geologici più recenti, e soprattutto durante le glaciazioni, l'erosione ha poi continuato il modellamento della regione ed ha portato gradualmente all'attuale configurazione morfologica del Campidano di Oristano.

La pianura si affaccia sul Golfo di Oristano con una costa bassa e sabbiosa ad arco, che termina con due promontori alti e rocciosi rappresentati da Capo Frasca verso SO e Capo San Marco verso NO. Si tratta di una spiaggia di considerevoli dimensioni, sia per larghezza sia per lunghezza, interrotta localmente dalla foce del Tirso e dalle bocche a mare delle lagune costiere. Proprio agli apporti del Tirso, rappresentati prevalentemente da sabbie e ghiaie quarzoso-feldspatiche debolmente limose, ridistribuiti dalle correnti litoranee e dal moto ondoso, si deve l'origine della spiaggia.

Una serie di stagni e paludi, oggi per lo più bonificati, e campi dunali di retrospiaggia, per buona parte rimboschiti a pino, evidenziano il passaggio tra la piana costiera e la spiaggia.

I corpi idrici, relitti di bracci fluviali e meandri abbandonati del Tirso e dei suoi affluenti, oggi in parte bonificati, ed i terrazzi fluviali testimoniano le fasi evolutive dei corsi d'acqua, mentre le lagune costiere e gli stagni retrodunali testimoniano le diverse fasi evolutive della linea di costa, entrambe legate a periodi di sedimentazione alternati a fasi di erosione, conseguenti sia a fenomeni di subsidenza tettonica sia al glacio-eustatismo quaternario.

5.1 STRATIGRAFIA DEL CAMPIDANO DI ORISTANO

Il complesso plio-quaternario, che colma il graben campidanese, potente da alcune decine di metri fino a circa 800 metri, è costituito da sedimenti continentali, per lo più appartenenti alla *Formazione di Samassi*, sui quali poggiano potenti depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici, con intercalate lave basaltiche del ciclo vulcanico alcalino, seguiti da depositi marini e lagunari flandriani-versiliani. I depositi marini quaternari, rappresentati da depositi di ambiente freddo, e da depositi tirreniani tipici, sono presenti nelle sole fasce costiere.

Il sottosuolo è caratterizzato dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argillo-limose. Localmente sono presenti anche dei livelli torbosi.

I singoli orizzonti, spesso lentiformi, presentano spessori molto variabili da luogo a luogo, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche.

Il basamento della serie plio-quaternaria è rappresentato dalle formazioni vulcaniche e sedimentarie oligo-mioceniche, che affiorano localmente nella fascia pedemontana, lungo i bordi della fossa, dove si rinvengono anche terreni cristallini paleozoici.

La sequenza stratigrafica del Campidano di Oristano è stata ricostruita sulla base dei risultati di due perforazioni profonde eseguite nei primi anni '60 per una ricerca di idrocarburi promossa dalla Regione Autonoma della Sardegna.

Dalla lettura delle stratigrafie dei sondaggi risulta che, nel sottosuolo, intercalati ai depositi detritici, si incontrano una serie di colate basaltiche plio-quaternarie, omologhe a quelle di Capo Frasca, di Capo San Marco e del Sinis.

Queste colate, disposte a gradinate a causa di una serie di faglie, sono situate ad una profondità crescente verso sud.

La colata più superficiale, attraversata da numerose perforazioni per acqua effettuate poco a monte dell'abitato di Solarussa, si trova ad una profondità di alcune decine di metri, ricoperta da depositi alluvionali, e poggia a sua volta su altri sedimenti alluvionali di età precedente. Nelle perforazioni effettuate dall'AGIP, le colate basaltiche sono ribassate alla profondità di circa 218 metri presso Riola e di 304 metri presso Sassu.

In superficie nei settori compresi tra Zerfaliu, Solarussa-Siamaggiore Nuraxinieddu, Cabras, Solanas, Donigala, Zeddiani e la fascia pedemontana del Montiferru a nord del Tirso e tra Ollastra, Simaxis, Oristano, Santa Giusta, Palmas ed Uras a sud del Tirso affiorano i depositi alluvionali antichi, composti da livelli di ciottoli e ghiaie poligeniche ed eterometriche, in matrice sabbio-limo-argillosa ferrettizzata, fortemente addensati e spesso terrazzati.

Lungo le fasce pedemontane si rinvergono depositi di conoide e di glaicis, molto simili alle alluvioni antiche del Tirso e presumibilmente ad esse coevi, ma più ricchi in elementi vulcanici, depositati dalle acque dei fiumi e torrenti provenienti dai massicci vulcanici del Montiferru e dell'Archi e dal massiccio paleozoico del Monte Grighine.

Nel settore compreso tra Donigala, Nurachi e Cabras sino a Riola e Baratili si trovano depositi alluvionali spianati, formati prevalentemente dal rimaneggiamento delle alluvioni antiche, con arricchimenti più francamente argillosi, le cosiddette alluvioni medie.

Anche in questi depositi, ubicati più lontano dal corso attuale del Tirso e dei suoi affluenti, si possono riconoscere delle superfici terrazzate, raccordate con le alluvioni recenti da ripe di erosione fluviale. A sud di Santa Giusta e nel settore compreso tra Terralba e S. Nicolò Arcidano, questi depositi sono ricoperti da resti di antiche dune presumibilmente pre-tirreniane.

Lungo i corsi d'acqua affiorano le alluvioni recenti, costituite da sabbie quarzose fini e ghiaie e ciottoli eterometrici e poligenici. Su questi depositi si sono evoluti dei suoli, ad alta potenzialità per uso agricolo, conosciuti nell'area come terreni di "Bennaxi", mentre sui terrazzi più antichi si sono evoluti dei suoli meno fertili dei precedenti, denominati terreni di "Gregore".

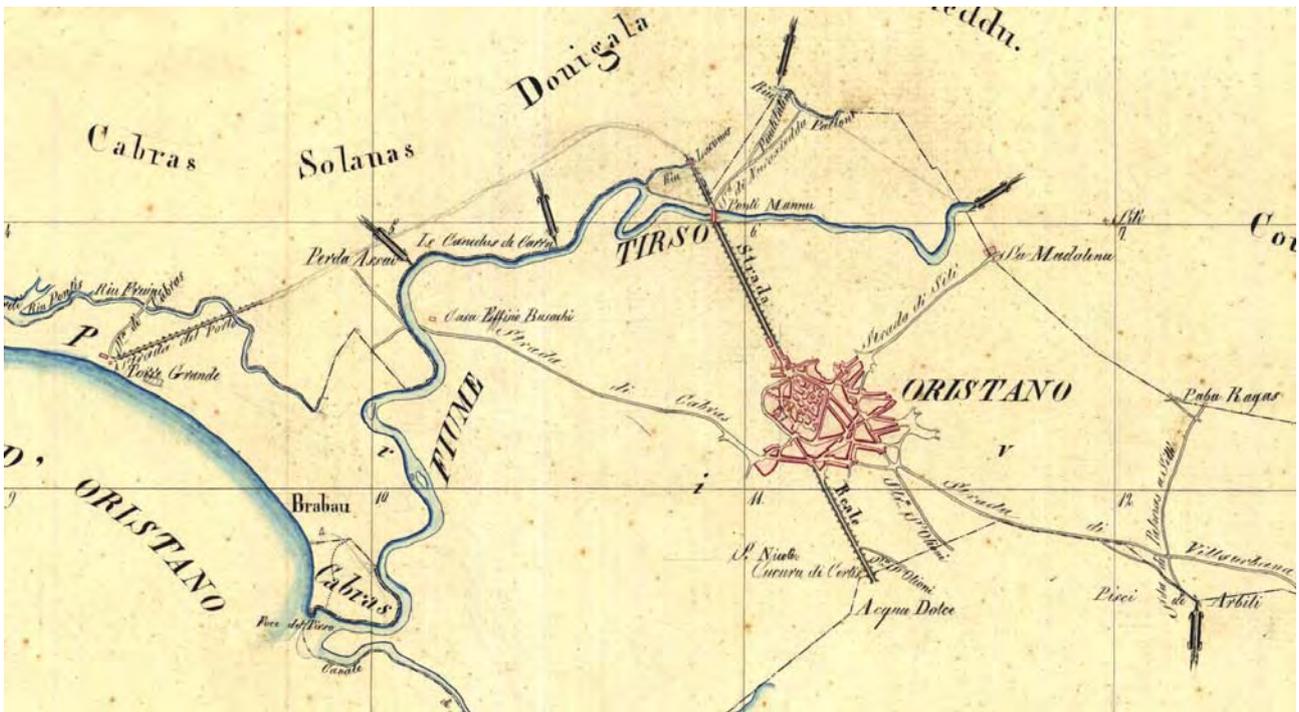
All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono, in corrispondenza di depressioni create dal divagare dei corsi d'acqua prima di raggiungere il mare, depositi palustri. Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano.

6 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto morfologico attuale è il risultato di processi fluviali e secondariamente eolici che, attivi durante tutto il Quaternario, in condizioni climatiche differenti dalle attuali, hanno dato luogo a ripe di erosione fluviale, meandri, terrazzi fluviali, con di deiezione e campi dunali. Si rinvergono pertanto forme di accumulo e di erosione tipiche della dinamica fluviale e di quella eolica. La costa, bassa e sabbiosa è invece il risultato dell'azione modellante del mare.

Il Campidano di Oristano è attraversato dal tratto terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, che hanno avuto un ruolo molto importante, con la loro azione di erosione, trasporto e sedimentazione, nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento.

La vasta superficie, da sub-pianeggiante ad ondulata, modellata nei potenti depositi detritici plio-quadernari di varia origine, degrada dolcemente verso il mare. Essa è incisa dagli alvei del Tirso degli altri fiumi gravitanti nell'area, che presentano reticolo idrografico ad andamento da rettilineo a meandriforme, localmente anastomizzato. La piana è attraversata anche da una fitta rete di canali artificiali, realizzati dagli anni '30 fino ad oggi.



Cartografia del Real Corpo (1840 circa)

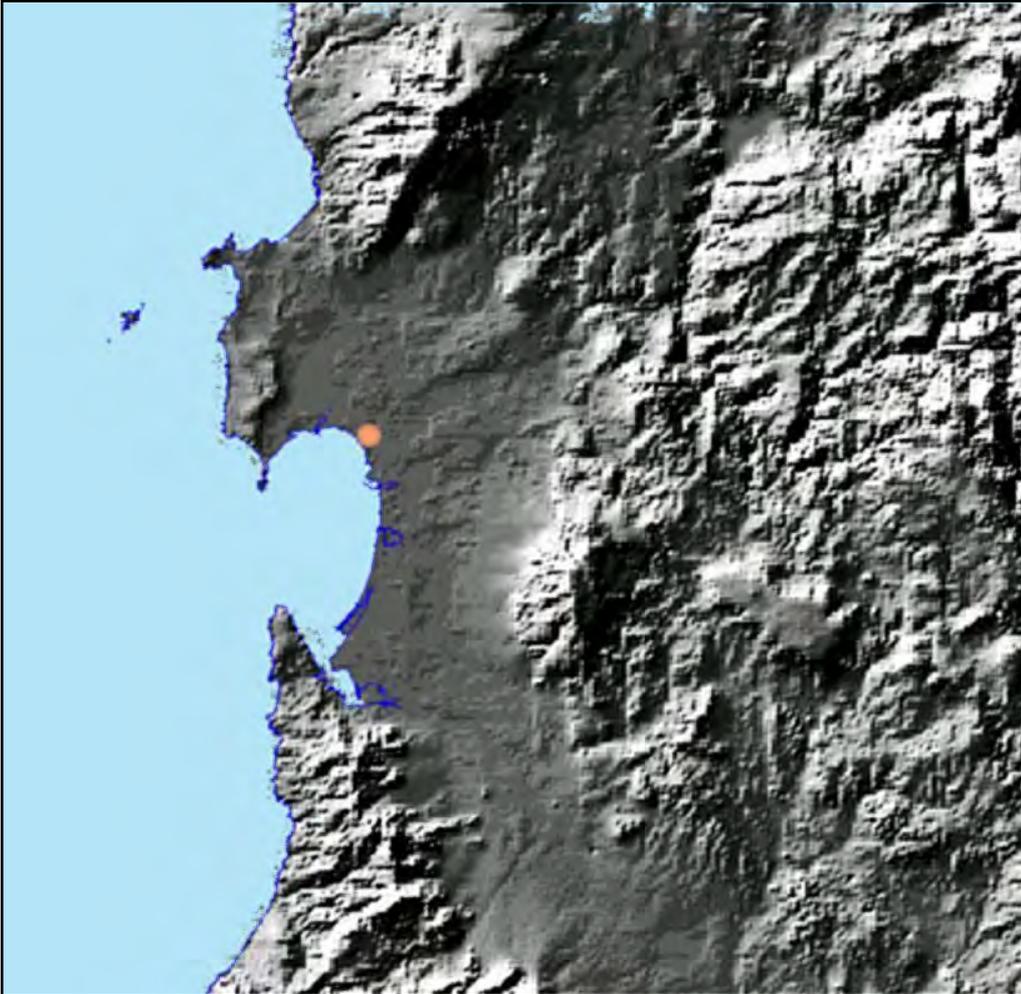
Superfici terrazzate, formatesi in diversi periodi ed in condizioni climatiche differenti dalle attuali, stagni, piccole paludi, lagune costiere e vasti campi dunali, interrompono localmente la monotonia del paesaggio pianeggiante.

Nella pianura si distinguono le seguenti unità geomorfologiche:

- Le alluvioni antiche terrazzate
- Le conoidi alluvionali ed i glacis
- Le alluvioni medie
- Le alluvioni recenti
- Le aree palustri e delle paludi bonificate:
- Il sistema costiero e la foce del Tirso

Le alluvioni antiche terrazzate, substrato di tutta la zona, consistono in depositi sabbioso-ciottolosi, sedimentati nel Plio-Quaternario dal paleo-Tirso e dai fiumi minori che attraversano la pianura.

Questi depositi un tempo costituivano la gran parte della pianura del Campidano. La successiva opera di modellamento, sono stati parzialmente smantellati e modellati dalla successiva erosione fluviale tanto che oggi si presentano generalmente terrazzati. I terrazzi fluviali, debolmente ondulati, sono separati da piccole vallecole nelle quali si instaura una rete idrografica attiva solo in occasione di forti precipitazioni. Essi sono caratterizzati da bordi generalmente netti e sono raccordati ai terreni più recenti da scarpate di erosione fluviale, oramai inattive, più o meno acclivi, dove agiscono il dilavamento diffuso ed il ruscellamento incanalato, che localmente ha prodotto piccoli solchi di erosione. I terrazzi più ampi si trovano tra Solarussa-Siamaggiore e la Carlo Felice, dove raggiungono altezze intorno ai 40 metri slmm e nel settore prospiciente il Monte Arci.



Mappa - La forma del rilievo nell'area vasta circostante Oristano (in arancio)

Le conoidi alluvionali ed i glacis sono localizzati nella fascia pedemontana dei rilievi che delimitano la pianura. I depositi di conoide, caratteristici per la loro forma a ventaglio, sono il risultato della deposizione di ingenti quantità di materiale detritico trasportato a valle dalle acque incanalate provenienti dai rilievi al loro sbocco in pianura, per il brusco

decremento della velocità dell'acqua. Nel settore di raccordo tra l'Archi e la pianura prevalgono i glacis detritici, che devono la loro origine all'arretramento parallelo dei versanti rocciosi, per erosione areale. Questi depositi detritici, così come le alluvioni antiche, sono stati successivamente incisi e localmente terrazzati.

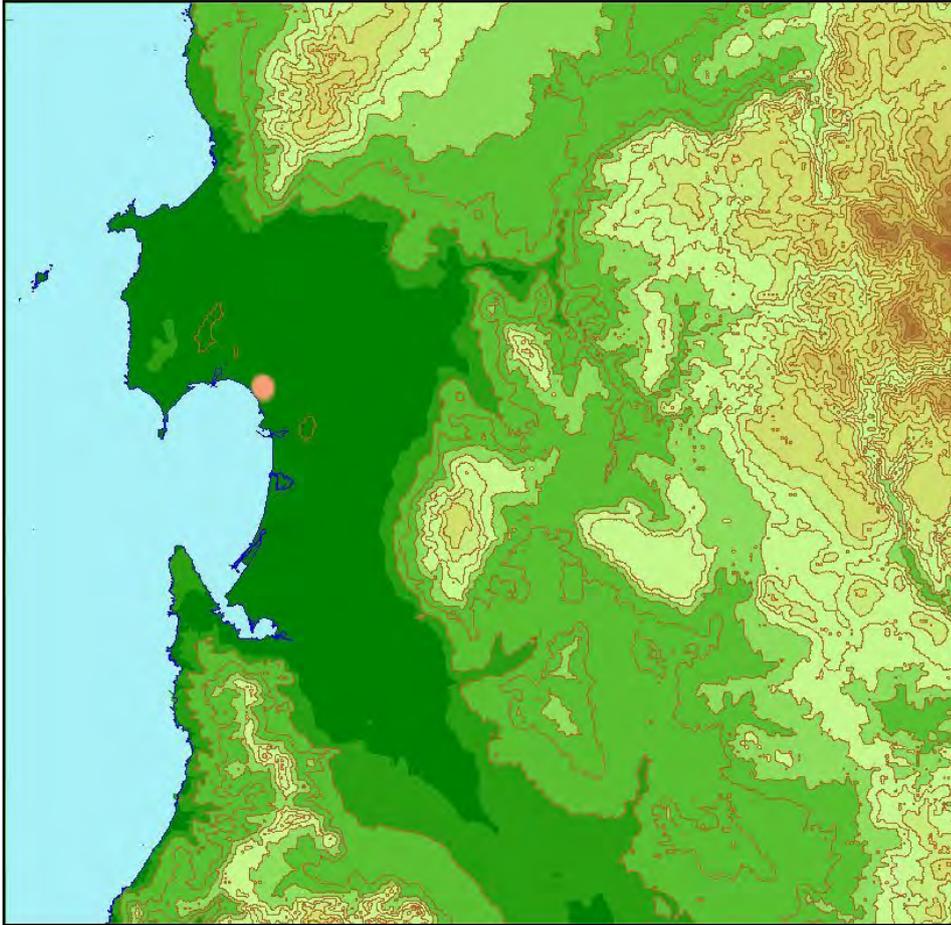
Sono costituite prevalentemente dal rimaneggiamento e rideposizione del materiale detritico asportato, dall'azione erosiva dei fiumi, dalle alluvioni antiche, modificato con il deposito di termini più francamente argillosi. Esse danno luogo a superfici terrazzate, raccordate con le alluvioni recenti da modeste ripe di erosione fluviale, evidenziate da piccole rotture di pendio. Questi terreni nel settore meridionale del Campidano di Oristano mostrano le superfici debolmente ondulate per la presenza di resti di antiche dune, formate per accumulo successivo di sabbie eoliche, trasportate nell'entroterra dai venti dominanti (maestrale e ponente).

I depositi più recenti, i cosiddetti terreni di "Bennaxi", si trovano lungo le rive del Tirso, del Mare Foghe, del Mogoro e dei loro affluenti. Questi terreni costituiscono delle ampie superfici sub-pianeggianti, debolmente degradanti verso ovest, più o meno incise dall'azione del fiume che le attraversa. Lungo gli alvei si possono riconoscere delle piccole ripe di erosione fluviale. Queste alluvioni costituiscono i terrazzi più recenti. All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono delle aree depresse, create dal divagare dei corsi d'acqua nella pianura prima che raggiungessero lo sbocco a mare.

Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano, molto famose nel passato perché per la loro presenza era così diffusa la malaria. Le paludi sono numerose e punteggiano la vasta zona tra lo stagno di Cabras, il Mare Foghe e il Tirso, la zona della bonifica di Sassu ed ancora la piana di Arborea. Nel contesto della pianura l'attività antropica è attualmente il processo morfogenetico più intenso.

Gli insediamenti urbani, rurali e le infrastrutture, oltre alle attività economiche, stanno

modificando velocemente l'assetto morfologico dell'area. Vaste porzioni di pianura sono state profondamente scavate per il prelievo di materiali per inerti, con la creazione di ampie e profonde cave che spesso, intercettando la falda freatica, si trasformano in laghetti. Altre sono state spianate a fini agricoli, rendendo spesso difficile il riconoscimento delle forme originarie dell'area.



Mappa -
L'andamento dell'altimetria
nell'area vasta circostante
Oristano (in arancio)

Piuttosto complesso è formato da una costa bassa sabbiosa, che termina con gli alti promontori rocciosi di Capo San Marco e Capo Frasca, da vasti campi dunali di retrospiaggia e da stagni e lagune costiere.

La spiaggia sabbiosa ad arco borda la pianura con continuità, interrotta solo localmente dalla foce del Tirso e dalle bocche a mare delle lagune costiere. Essa è il risultato della redistribuzione ed accumulo dei materiali

detrिटici trasportati dal Tirso e dagli altri fiumi che sfociano nel golfo, operata nel tempo dal moto ondoso e delle correnti litoranee.

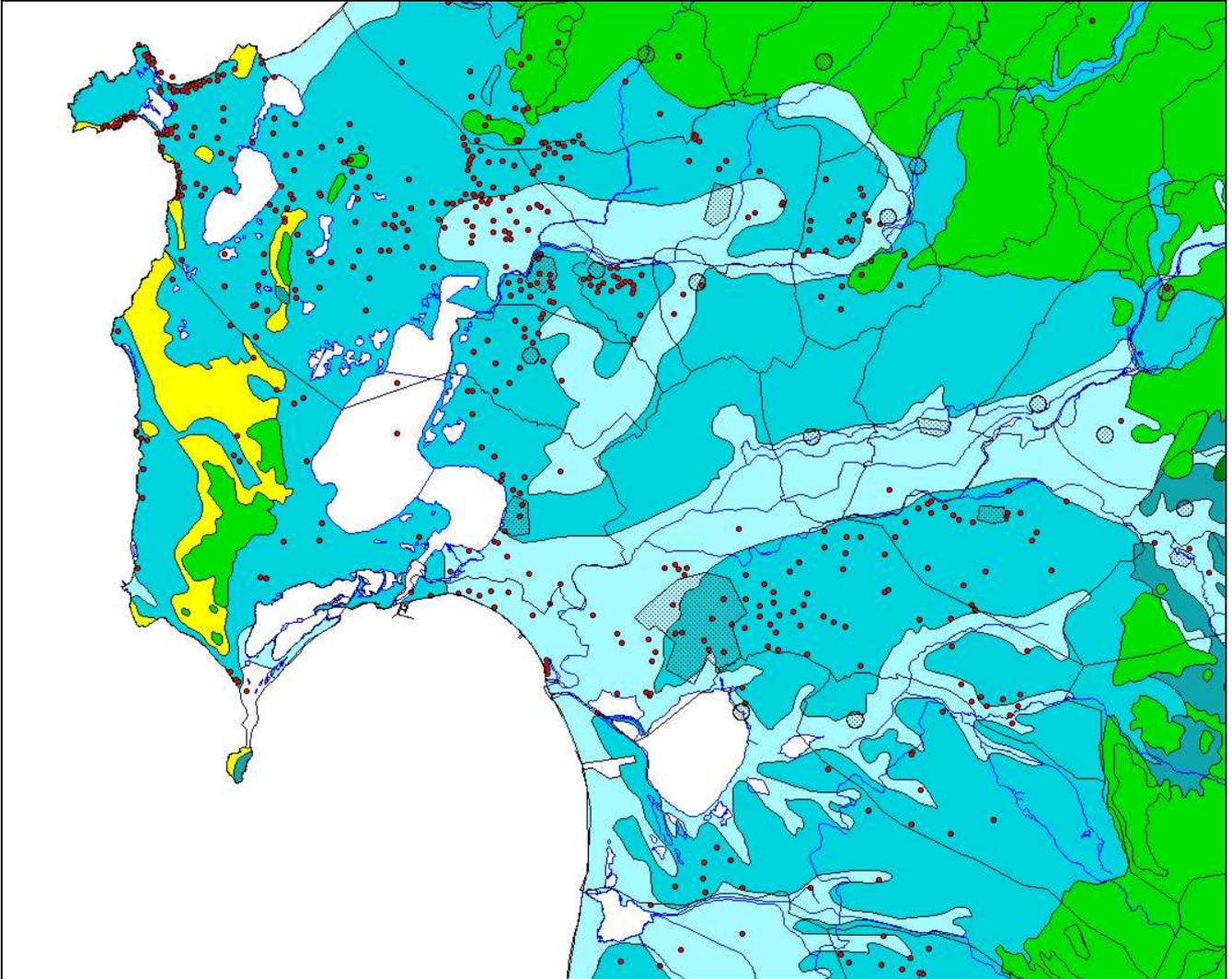
La spiaggia mostra un profilo longitudinale regolare a pendenza media, con la berma di tempesta evidente solo dopo le forti mareggiate. Le spiagge del settore settentrionale sono in persistente avanzamento dalla seconda metà del secolo scorso, ad eccezione di piccoli settori localizzati, di contro quelle del settore centrale e meridionale sono in erosione. Un cordone dunale, delimita l'avanspiaggia dalla retrospiaggia, dove i venti dominanti hanno formato campi dunali di dimensioni variabili, oggi quasi interamente stabilizzati da impianti a pino, come a Torregrande e ad Arborea. A ridosso dei cordoni dunali spesso si rinvengono piccole depressioni, che nel periodo delle piogge danno luogo a piccole paludi e stagni temporanei. Bacini idrici di dimensioni assai più grandi sono invece le lagune, più note come stagni, che nell'oristanese caratterizzano il passaggio fra l'ambiente costiero e la pianura. Esse si sono formate per accrescimento successivo di barre sabbiose, ad opera del mare e subordinatamente del vento, che, delimitando alcuni settori del mare del golfo, hanno dato luogo a questi bacini idrici salmastri. Tra queste le più importanti sono quella di Cabras e quella di Santa Giusta.

Nel settore costiero, ugualmente fortemente antropizzato, i processi di dinamica costiera ed eolica sono sempre attivi, anche se spesso subiscono le interferenze determinate dell'attività dell'uomo.

7 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La pianura del Campidano, di chiara impostazione tettonica, è il risultato della colmata da parte di potenti depositi detritici plio-quadernari del graben campidanese.

Alle ultime fasi di sedimentazione del Pleistocene e dell'Olocene si deve la sequenza di facies fluviali, deltizie, lacustri, palustri e marine che hanno portato alla caratteristica alternanza, sia pure variabile da luogo a luogo, di depositi ghiaiosi, sabbiosi ed argillo-limosi. In prossimità della costa non mancano locali depositi di sabbie di spiaggia ed eoliche, così come nelle aree prossime ai bordi strutturali sono frequenti conoidi alluvionali e coni di detrito.



Mappa - La distribuzione della permeabilità e dei pozzi

Le formazioni detritiche della fascia pedemontana e le alluvioni antiche sono rappresentate in celeste (media per porosità), i terreni quaternari sciolti in celeste (permeabilità alta per porosità). In verde sono riportate le vulcaniti terziarie e quaternarie (permeabilità media e alta per fratturazione) mentre le formazioni carbonatiche sono in giallo (permeabilità per carsismo).

La complessa geometria delle diverse facies non permette facili e sicure correlazioni stratigrafiche di dettaglio. La semplificazione della situazione stratigrafica porta all'individuazione di quattro unità idrogeologiche caratterizzate da diversa permeabilità:

- La formazione delle alluvioni e delle conoidi alluvionali antiche

Questi terreni mostrano nel complesso una permeabilità bassa per la presenza di potenti

orizzonti conglomeratici ad abbondante matrice fine, localmente cementati ed addensati e livelli limo-argillosi poco permeabili, intercalati a livelli francamente sabbiosi e ghiaiosi che possono presentare permeabilità media e localmente alta;

- Le alluvioni medie

Costituite dagli stessi terreni detritici della formazione precedente, ma meno addensate e poco cementate presentano una permeabilità da bassa a media;

- Le alluvioni recenti

Poco cementate e poco costipate, spesso ghiaiose-sabbiose, presentano nel complesso una permeabilità media che, in funzione della percentuale dei materiali fini presenti, può decrescere od aumentare consistentemente.

- I terreni argillo-limosi delle aree paludose

Sono caratterizzati da permeabilità da bassa a molto bassa.

- Le dune costiere e le sabbie di spiaggia

Sono caratterizzate da permeabilità alta per porosità.

All'interno di tali unità si rinvencono:

- Acquiferi freatici e semiconfinati principali.

Generalmente molto superficiali si rinvencono nelle alluvioni sabbioso-ciottolose più recenti e nelle sabbie eoliche. Essi sono alimentati principalmente dal corso di subalveo dei principali corsi d'acqua che solcano il Campidano, dal drenaggio dei numerosi canali di bonifica e dalla stessa infiltrazione efficace alimentata dalle acque di irrigazione e da quelle meteoriche. Anche l'idrografia sepolta contribuisce ad alimentare queste falde acquifere. Questi acquiferi sembrano essere limitati ai depositi alluvionali suddetti, che si rinvencono in varia misura lungo gli alvei attuali e sepolti dei corsi d'acqua. Risulta, infatti, difficile, per la complessità della rete idrografica superficiale e sepolta, ipotizzare la continuità areale di tali acquiferi.

- Acquiferi freatici e semiconfinati secondari:

Si rinvencono sul bordo settentrionale del Campidano dove affiorano i terreni alluvionali e le conoidi antiche, caratterizzati da una percentuale maggiore di componente fine, addensati e localmente ben cementati e ferrettizzati e nelle alluvioni medie. Essi presentano potenza ed estensione limitata e produttività nettamente inferiore.

- Acquiferi profondi, presumibilmente multistrato

Si rinvencono nei livelli più francamente sabbioso-ghiaiosi delle alluvioni antiche, intercalati a livelli limo-argillosi a permeabilità molto bassa. Lungo il bordo settentrionale della pianura hanno sede nelle vulcaniti basaltiche interstratificate nelle alluvioni. Questi acquiferi sembrano essere comunicanti tra loro e localmente anche con gli acquiferi più superficiali per la discontinuità degli strati confinanti. Essi, spesso in pressione e talvolta anche artesiani, sono alimentati prevalentemente dalle acque superficiali che si infiltrano lungo i bordi della pianura in corrispondenza delle discontinuità strutturali. Essi, anche se i prelievi sono spesso elevati, non mostrano nel tempo variazioni di portata rilevanti e non risentono in maniera evidente dell'andamento delle precipitazioni.

La profondità del livello idrostatico superficiale, ricostruito sui dati puntuali di una serie di pozzi misurati, segue generalmente l'andamento della superficie topografica arrivando localmente

a dar luogo a delle depressioni con quote di circa -1.5 m rispetto al livello del mare.

La perdurante siccità degli ultimi anni ha ovviamente contribuito ad abbassare il livello freatico delle falde superficiali. A risentire di questo problema sono generalmente i pozzi a cassa numerosi nei centri abitati. Non hanno invece mostrato abbassamenti i pozzi trivellati.

Nella fascia costiera, in seguito alla scarsa ricarica, gli emungimenti eccessivi stanno provocando la graduale salinizzazione delle falde per effetto dell'ingressione di cunei salati e salmastri. Il fenomeno della salinizzazione è accentuato anche dal fatto che durante la stagione secca, in particolari condizioni di vento e di mare, cunei di acqua di mare, non contrastati dagli scarsi deflussi superficiali dei fiumi, possono risalire lungo gli alvei dei corsi d'acqua per parecchi chilometri dalla foce.

I dati acquisiti mostrano che le falde profonde confinate e semiconfinate sono state messe in comunicazione tra di loro e con le falde freatiche dai numerosi pozzi perforati, rendendo tutto il sistema particolarmente vulnerabile.

8 VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA E ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI

8.1 Inquadramento territoriale e normativo

Nella redazione del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Sardegna il bacino unico regionale è stato suddiviso in sette sub-bacini.

Si è provveduto all'individuazione degli elementi a rischio presenti sul territorio ed alla perimetrazione delle aree a pericolosità e rischio idrogeologico, nonché della definizione dei criteri di salvaguardia, insieme ad una prima programmazione delle misure di mitigazione del rischio rilevato.

La redazione del PAI, per ragioni legate alla scala di analisi a livello regionale, alla disponibilità dei dati di base su scale ridotte, nonché ai tempi previsti per l'elaborazione, non ha consentito la mappatura di tutte le aree pericolose e i dissesti potenziali o in atto presenti sul territorio.

Tali aree sono state quindi individuate e perimetrare con il dettaglio proprio delle mappature di pianificazione.

Il PAI avente valore di Piano di settore, prevale sui piani e programmi di settore di livello Regionale in quanto finalizzato alla salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici (N.T.A. PAI, Art. 4, comma 4).

Le previsioni del PAI prevalgono su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, sulla pianificazione urbanistica provinciale, comunale, delle Comunità montane, anche di livello attuativo, nonché su qualsiasi pianificazione e programmazione territoriale insistente sulle aree di pericolosità idrogeologica (N.T.A. PAI, Art. 6, comma 2). Sono fatte salve le norme di legge o di strumenti di programmazione e di pianificazione territoriale o di settore che direttamente o indirettamente stabiliscano per aree con pericolosità idrogeologica anche potenziale prescrizioni più restrittive di quelle stabilite dal PAI (N.T.A. PAI, Art. 4, comma 14). Nel caso di sovrapposizione delle discipline del PAI e del Piano Paesaggistico Regionale per le aree a pericolosità idrogeologica si applicano quelle più restrittive (N.T.A. P.P.R., Art 44).

In ottemperanza alle Norme di Attuazione del PAI si è provveduto a riportare alla scala grafica della strumentazione urbanistica vigente i perimetri delle aree a rischio R4, R3, R2 e delle aree pericolose H4, H3, H2 e ad adeguare contestualmente le norme dello strumento urbanistico (N.T.A. PAI, Art. 4, comma 5). Le N.T.A. PAI prevedono inoltre che nell'adeguamento della Pianificazione comunale vengano delimitate le aree di significativa pericolosità idraulica non perimetrare in precedenza dal PAI (N.T.A. PAI, Art. 26).

Ove si è ritenuto che le perimetrazioni del PAI non fossero sufficientemente adeguate a descrivere i problemi di pericolosità del territorio comunale, sono state effettuati studi di maggior dettaglio redigendo analisi idrauliche e/o geologiche a livello locale.

8.2 Finalità della disciplina dell'assetto idrogeologico

La disciplina dell'assetto idrogeologico si prefigge il raggiungimento di due obiettivi:

- la messa in sicurezza delle aree già antropizzate attraverso azioni strutturali e non strutturali;
- la prevenzione del rischio attraverso norme d'uso del territorio.

Mentre la riduzione del pericolo o la mitigazione del rischio sono competenza di sponte regionale attraverso un piano programmatico di interventi.

La prevenzione è competenza sia del governo regionale attraverso regole e linee di indirizzo per l'uso del territorio sia del governo locale come attuazione delle regole generali del Piano ma, soprattutto, nella fase decisionale della pianificazione locale.

In tale ottica l'attività di indagine locale è stata operata, sia al fine di pervenire al necessario approfondimento delle problematiche sia, soprattutto, per sfruttare l'opportunità di pervenire a una conoscenza partecipata delle caratteristiche del territorio che consenta una assunzione condivisa delle decisioni.

La definizione delle aree di pericolosità ovvero di quelle aree soggette a fenomeni di dissesto quali aree esondabili o aree soggette a fenomeni franosi, è stata necessaria per fondare la pianificazione sulla base della sua zonizzazione e per la definizione della realizzazione delle necessarie opere, attività e interventi.

L'individuazione delle aree di pericolosità e degli elementi a rischio presenti sul territorio, porterà a riconoscere le aree a rischio ovvero le aree dove il realizzarsi di un fenomeno di dissesto può comportare danni, quantificabili con perdita di vite umane o di risorse del territorio.

La successiva quantificazione del danno atteso consentirà la programmazione degli interventi da realizzare per la mitigazione del rischio.

8.3 INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO

Nell'ambito della procedura di adeguamento del PUC al PAI è stata attivata un'analisi conoscitiva dei fenomeni di dissesto e delle condizioni di pericolosità e rischio sul territorio comunale.

L'indagine svolta è consistita nell'esame della bibliografia presente che ha consentito l'identificazione delle aree storicamente soggette a dissesto idrogeologico.

Sono state consultate numerose fonti, analizzate e sintetizzate, che vengono elencate di seguito, utilizzate per le valutazioni sulla instabilità.

In particolare, sono state consultate :

- **Progetto Aree vulnerate Italiane (AVI) - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDCICNR), si tratta di una raccolta di dati storici di piene e frane messe a disposizione per la consultazione al sito internet www.gndci.cnr.it;**
- **Progetto SCAI - Studio sui Centri Abitati Instabili – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR G.N.D.C.I.**
- **Progetto Naz. M.P.I. – C.N.R. “Dinamica, dissesti e tutela delle spiagge”**
- **Servizio Geologico Nazionale (SGN) in collaborazione con le Regioni e le Provincie Autonome, Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, messo a disposizione nel sito dell'APAT;**
- **Le frane della Sardegna – Sebastiano Crinò – da “L'ingegnere” – Roma, 1930;**
- **Censimenti e catalogazioni o raccolta di notizie effettuati presso Province, Comunità Montane, Comuni limitrofi;**
- **Progetto VAPI – Valutazione delle Piene in Sardegna – Pubblicazione CNR 1418;**
- **Memorie e testimonianze storiche di particolari eventi di piena e di frana storica.**

Le informazioni raccolte e successivamente mappate sono state verificate a campione per la verifica dello stato attuale dei luoghi che sono stati interessati da fenomeni di dissesto, l'eventuale persistere di situazioni di pericolo e la valutazione dello stato e dell'efficacia delle opere di messa in sicurezza adottate.

Il materiale informativo raccolto ha costituito la base di partenza per la conoscenza della vulnerabilità del territorio e della sua sensibilità nei confronti dei fenomeni di dissesto idrogeologico ed ha rappresentato un ulteriore supporto alla definizione delle aree di pericolosità.

8.4 TEMATISMI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI E CARTOGRAFIA FINALE DI ADEGUAMENTO

La procedura utilizzata per la definizione della instabilità potenziale dei versanti ha utilizzato una serie di tematismi derivanti dalle cartografie di analisi di base, fattorizzate attraverso le Linee Guida del PAI, valutazioni di varia natura e dell'approfondimento necessario.

I tematismi utilizzati sono:

1. Acclività;
2. Geo-litologia;
3. Uso del suolo;

Con l'ausilio di tali informazioni rese efficaci attraverso una fattorizzazione è stata prodotta una Carta della Instabilità Potenziale dei Versanti, che è stata confrontata con le informazioni reperite negli inventari, studi e ricerche sulla franosità e i dissesti consultati.

8.5 VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA

L'elaborazione della carta della instabilità potenziale da frana è **costruita sulla base delle Linee Guida Pai**, considerando altresì le procedure proposte, dalla **"Guida alla realizzazione di una carta dello stabilità dei versanti"** pubblicata dalla Regione Emilia Romagna [RER, 1977], e da quanto indicato dal Servizio Geologico d'Italia nelle **"Linee guida per lo realizzazione della cartografia dello pericolosità geologica connesso ai fenomeni d'instabilità dei versanti"** [CARG, 1992]. La metodica utilizzata in nel lavoro prescelto è **altresì verificata per confronto** attraverso altre numerose ricerche [ARDAU et 01., 2002, 2003; BARBIERI & GHIGLIERI, 2003; GHIGLIERI et 01., 2004] per essere resa maggiormente coerente con le peculiarità ambientali e territoriali della Sardegna.

La metodica considera i principali fattori, ad influenza diretta e indiretta, che influenzano l'instabilità dei versanti. I fattori sono stati classificati in due categorie: invarianti, ovvero fissi nel tempo (litologia, morfologia e pedologia) e varianti, ovvero a rapido mutamento e modificabili dall'uomo (uso reale del suolo).

Questi sono resi omogenei e classificati attraverso l'attribuzione di "pesi" numerici, in relazione alla maggiore o minore propensione a favorire o ad ostacolare il dissesto. Nel primo caso il peso assegnato corrisponde ad un valore più basso; nel secondo caso si attribuisce un valore più alto. **Le Linee Guida Pai sono insufficienti nella fattorizzazione della estesa serie di unità geolitologiche e dell'uso del suolo o della vegetazione.**

L'attribuzione dei pesi, per le litologie ed usi non considerati dalle Linee Guida PAI, è stata una delle operazioni più delicate per la applicazione della metodica. Infatti, il modello di valutazione è corretto se i parametri considerati vengono sperimentalmente misurati e se vengono riconosciute le loro possibili interazioni.

Pur se valutata opportuna una maggiore discriminazione nelle classi di acclività, in quando maggior generatore di instabilità a pari caratteristiche geologiche e di uso del suolo, sono state utilizzate le sole classi di acclività suggerite dalle linee guida PAI.

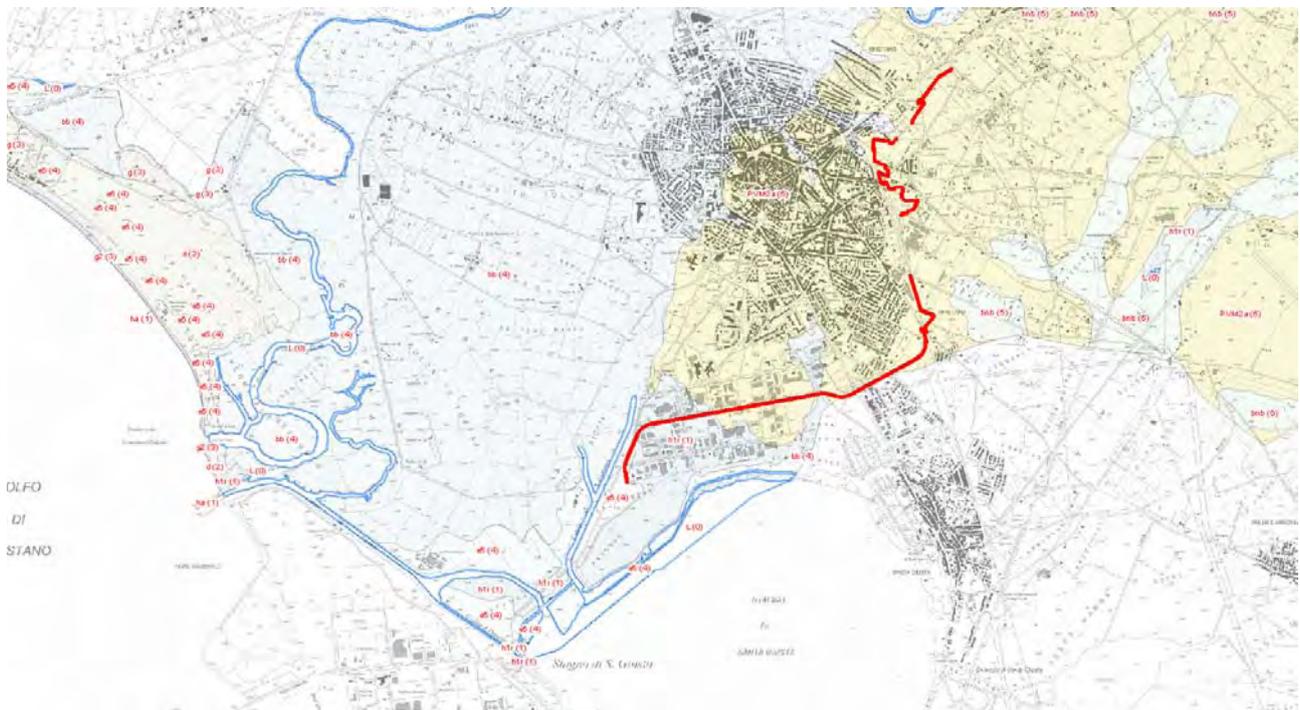
I pesi attribuiti ad ogni fattore sono quindi sommati algebricamente per successivi incroci o sovrapposizioni (overlay) dei diversi strati informativi (pendenza, esposizione, etc.) al fine di ottenere gli elaborati finali restituiti attraverso la "Carta della Instabilità Potenziale dei Versanti" e la successiva "Carta della Pericolosità di Frana".

8.6 ATTRIBUZIONE DEI PESI

La fase più delicate, nell'elaborazione delle carte di sintesi, costituita dall'attribuzione dei pesi ai fattori considerati in funzione dell'influenza che i fattori stessi si pensa esercitino sull'accadimento dei fenomeni di dissesto, è stata assolta con il riutilizzo delle tabelle pubblicate in tale studio, integrate in funzione delle litologie, dell'uso del suolo e dei suoli non tabellati in tale lavoro perché non presenti nell'area dello studio.

L'analisi delle cause predisponenti i dissesti ha preso in considerazione tutti i molteplici fattori dell'instabilità quantificandoli in classi in funzione della loro importanza relativa attraverso l'attribuzione di "pesi" numerici, proporzionati al grado di pericolosità relativa, e visualizzandoli in una serie di elaborati di base.

I pesi dell'acclività sono stati conservati identicamente alle Linee Guida.



Carta litologica con attribuzioni pesi Litologia

9 INQUADRAMENTO PAI

Ai fini della difesa, della salvaguardia e del corretto sfruttamento del territorio, il PAI costituisce il documento di sintesi delle azioni promulgate dalla Pubblica Amministrazione (ai diversi livelli) e dagli Enti competenti nell'ambito della prevenzione del rischio idrogeologico. A tal proposito, si riporta brevemente il contesto normativo alla base della redazione dello stesso:

- Legge 18.5.1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- Decreto Legge 11.6.1998, n. 180, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", convertito con modificazioni dalla Legge 3.8.1998, n. 267;
- Decreto Legge 12.10.2000, n. 279, "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", convertito con modificazioni dalla legge 11.12.2000, n. 365;
- D.P.C.M. 29 settembre 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180";
- Legge della Regione Sardegna 22.12.1989, n. 45, "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale", e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della legge regionale 15.2.1996, n.9;
- altre disposizioni normative.

Nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana il PAI ha le finalità di garantire adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni.

Inoltre, il PAI è lo strumento attraverso il quale si deve:

- inibire le attività ed interventi capaci di ostacolare il processo verso un adeguato assetto idrogeologico e contrastare l'aumento delle situazioni di pericolo e delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti;
- costituire le condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;
- evitare la creazione di nuove situazioni di rischio, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate.

9.1 INQUADRAMENTO NELL'ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI

L'articolo 8 comma 2 delle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI stabilisce che:
"Indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrate dal PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici anche di livello attuativo e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni - tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano

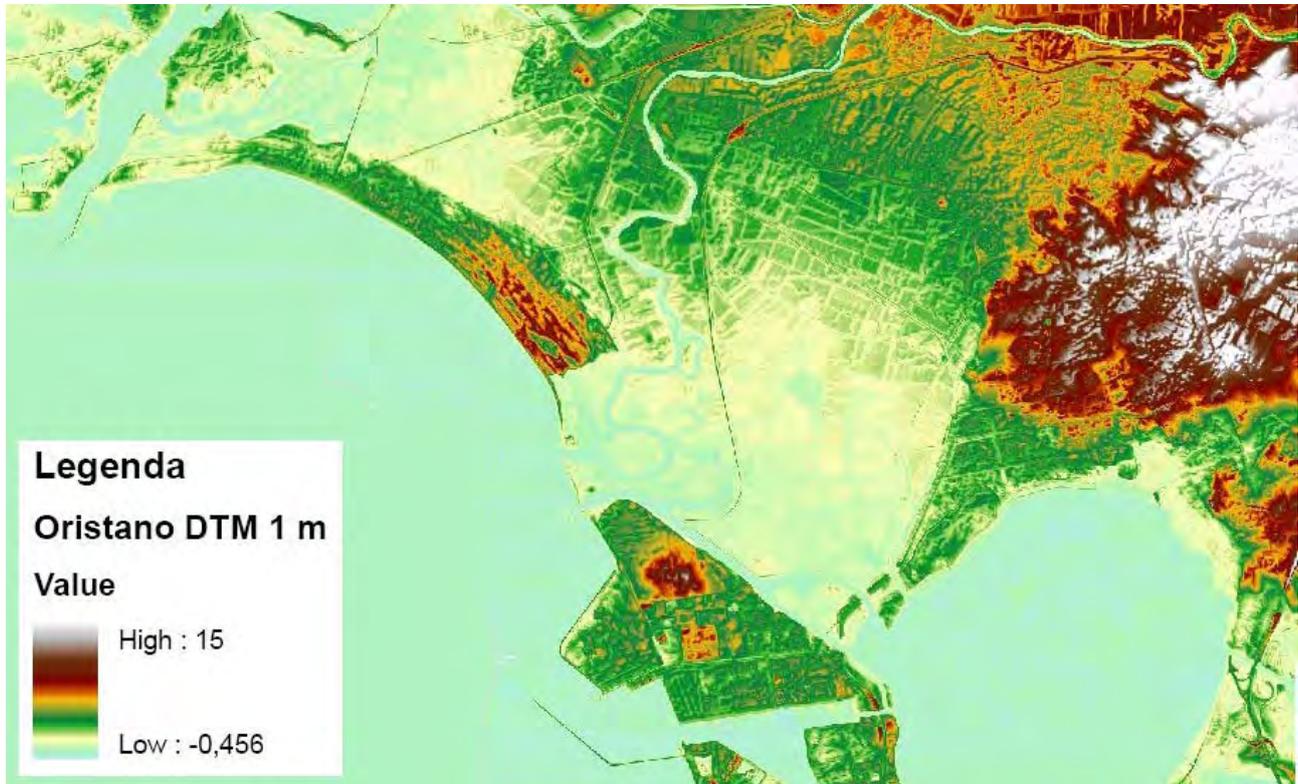
paesistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico - assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica e geologica e geotecnica, predisposti in osservanza dei successivi articoli 24 e 25, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione2 3. Le conseguenti valutazioni comunali, poste a corredo degli atti di piano costituiscono oggetto delle verifiche di coerenza di cui all'articolo 32 commi 3, 5, della legge regionale 22.4.2002, n. 7 (legge finanziaria 2002). Il presente comma trova applicazione anche nel caso di variazioni agli strumenti urbanistici conseguenti all'approvazione di progetti ai sensi del DPR 18.4.1994, n. 383, "Regolamento recante disciplina dei procedimenti di localizzazione delle opere di interesse statale".

Il comma 3 specifica ulteriormente che "gli studi di cui al comma 2 analizzano le possibili alterazioni dei regimi idraulici e della stabilità dei versanti collegate alle nuove previsioni di uso del territorio, con particolare riguardo ai progetti di insediamenti residenziali, produttivi, di servizi, di infrastrutture."

Il Comune di Oristano ha provveduto a redigere lo studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica per l'adeguamento del proprio PUC al PAI ai sensi dell'articolo 8 comma 2 delle NA del PAI medesimo. Tale studio è stato adottato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 29 del 22/03/2016 ed è in attesa di approvazione da parte dell'Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna (ADIS).

10 LA PERICOLOSITA' DI FRANA INDIVIDUATA NEL PAI E NELLO STUDIO ART 8 C 2

Il PAI non definisce nel territorio di Oristano pericolosità geologiche-geomorfologiche e così pure l'IFFI e non esiste quindi un'analisi di riferimento o comunque una mappatura pregressa.



Mappa - Il modello del suolo (DSM 1 m) dell'area vasta circostante il settore studiato

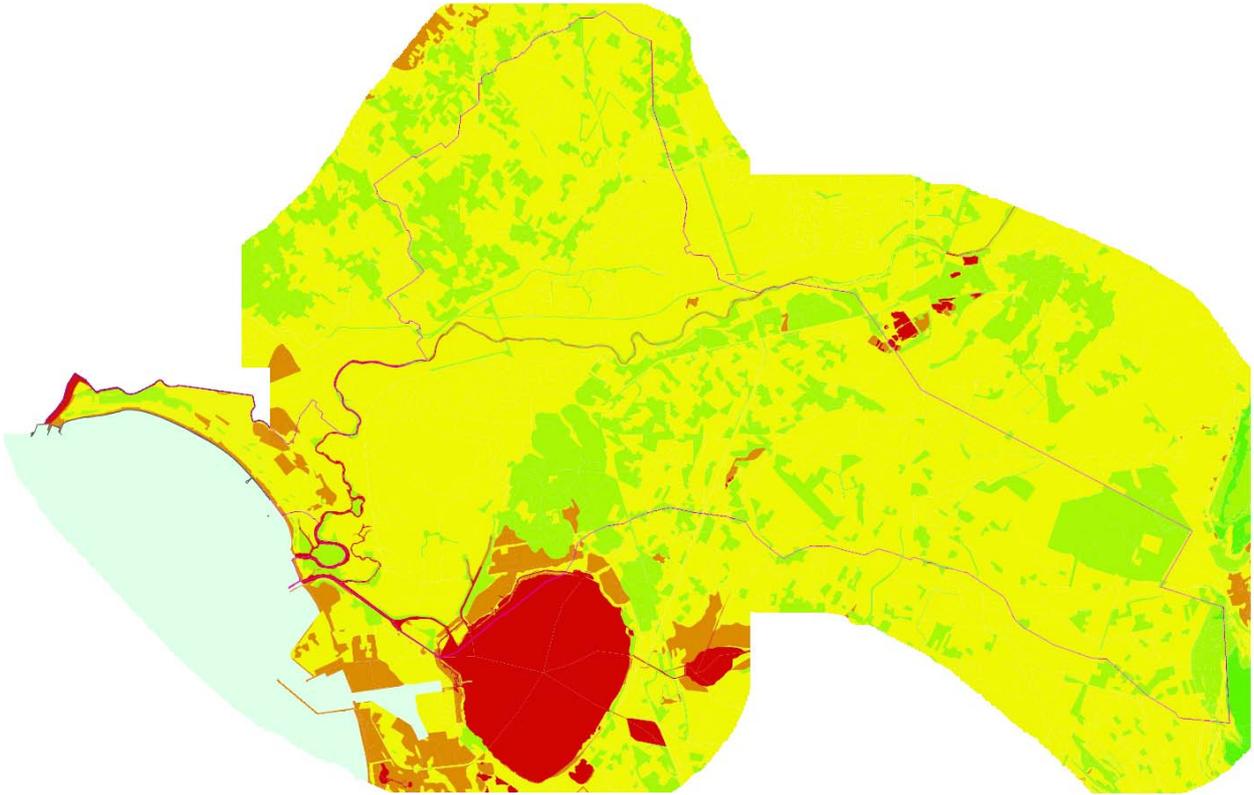
Sulla base della classificazione standard, nell'ambito dello è stata quindi redatta la carta della pericolosità di frana, che secondo le procedure correnti, al livello di Studio di Compatibilità geologico e geotecnico, deve contenere la sintesi delle aree pericolose riscontrate e quelle vigenti, al loro massimo livello, per poi eventualmente subire una ripermetrazione, secondo le procedure proprie della Variante al PAI.

La carta della pericolosità connessa ai fenomeni franosi costituisce una valutazione della pericolosità da frana finalizzata alla zonazione del territorio in aree suscettibili di innesco.

Per i fenomeni franosi in genere, quindi, i modelli predittivi si limitano a definire dove un determinato fenomeno è possibile che accada e con quale probabilità, senza determinare in modo esplicito i tempi di ritorno e le intensità.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica individuata nel territorio di Oristano, questa è circoscritta a:

- i settori caratterizzati dalle maggiori pendenze situati nei versanti nelle vulcaniti basaltiche;
- dalle scarpate strutturali dei plateau basaltici;
- dalle scarpate che orlano i terrazzi alluvionali;
- i versanti maggiormente acclivi sulle formazioni quaternarie ed i depositi di versante quaternari maggiormente potenti, e talora, a carico dei suoli, sulle formazioni quaternarie;
- i tagli artificiali prodotti dall'attività umana e non.



Mapa – L'instabilità potenziale dei versanti ottenuta per overlay con la metodologia PAI convertendo i valori di instabilità potenziale in pericolosità potenziale nella scala PAI.

All'interno dei settori quaternari maggiormente acclivi sono presenti limitati fenomeni di dilavamento diffuso.

Il territorio di progetto, per motivi morfologici, è povero di condizioni che facilitino l'avviarsi di fenomeni di instabilità.

Le aree studiate sono state classificate in funzione prevalentemente delle caratteristiche geolitologiche, di acclività e di morfologia.

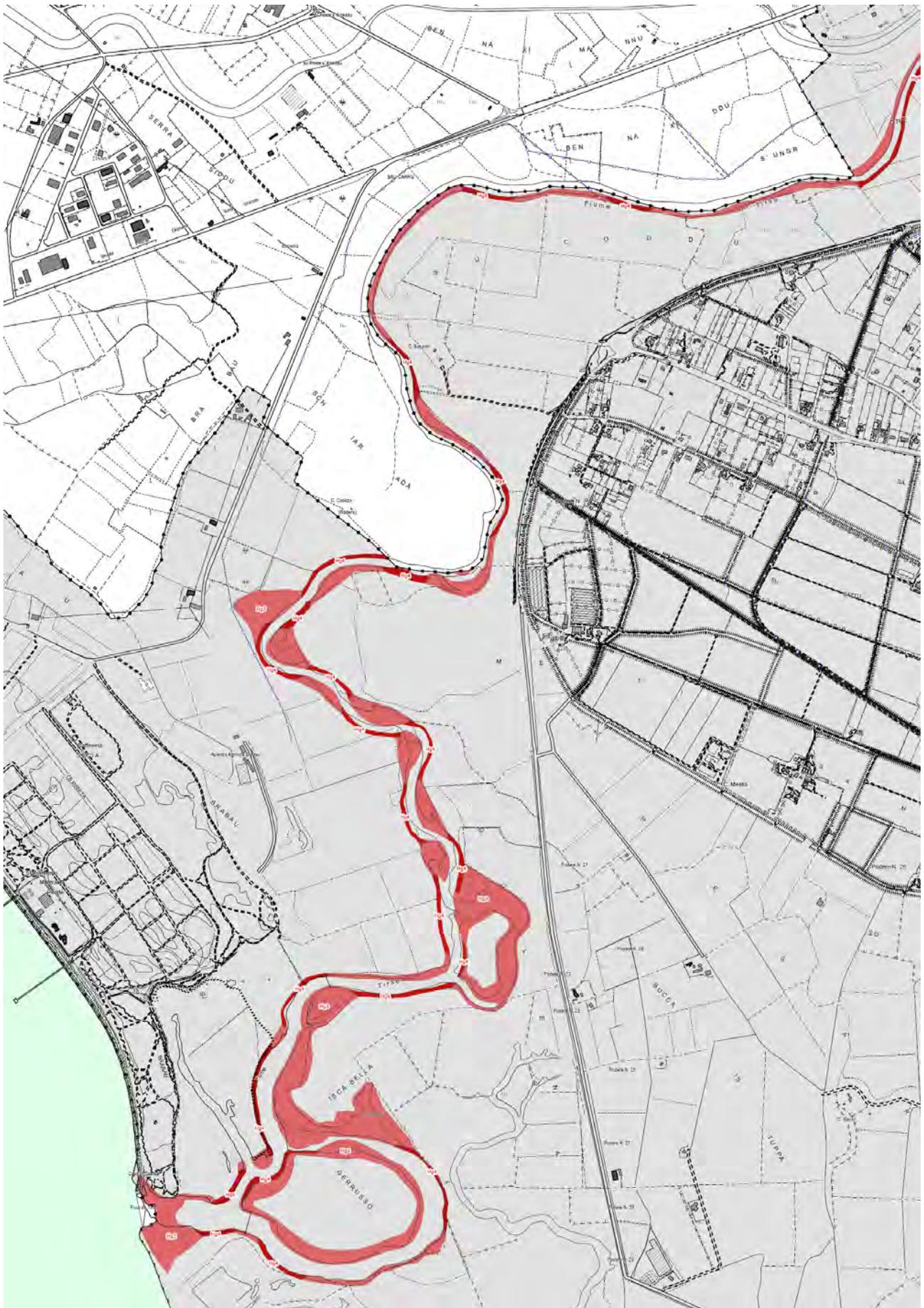
L'analisi morfologica ha poi consentito di mappare alcune altre aree caratterizzate da condizioni di instabilità rilevante e costituite dai versanti in vulcaniti fortemente ripidi, dove rotolamenti, crolli e distacchi sono fortemente probabili.

Il sistema delle ripe dell'alveo attuale del Tirso, interamente in golena arginata, in quanto soggette a evoluzione costante, durante quasi tutto l'anno, sono state assoggettate ad Hg4 per quanto riguarda le ripe ed in Hg3 per quanto riguarda le aree annualmente sottoposte ad erosione a più riprese.

Questo indipendentemente dalla presenza di alcune fasce di gabbionata con funzione di protezione spondale, nella zona prossima alla foce (tra Isca Bella e s'Ungroni, in quanto anche esse molto esposte al fenomeno erosivo).

Il settore urbano, in particolare, per i motivi suddetti, non mostra problematiche geologico-geotecniche mappabili.

Le aree percorse dal tracciato in oggetto e le aree verdi connesse da esso, sono sostanzialmente prive di pericolosità geologica.



Mappa - Il sistema delle aree pericolose per motivi morfologici nel settore urbano e lungo il sistema del Tisro derivante dall'analisi svolta

11 LA PERICOLOSITÀ DELLE AREE DI PROGETTO

Il territorio, è mappato dal progetto AVI, dal PAI e dall'IFFI, e non è interessato in nessun modo da problematiche morfologiche.

La situazione geologica incontrata, lungo il tracciato e negli spazi verdi esaminati, nonché nelle loro immediate adiacenze, la successione stratigrafica ed i parametri geomeccanici dei terreni costituenti il sedime, ricostruiti sulla base di indagini geognostiche d'archivio, distribuite lungo di esso, **non evidenziano controindicazioni particolari relativamente al tracciato ciclabile proposto ed agli spazi interessati dalla proposta di Parco Urbano .**

Le opere in progetto e le destinazioni d'uso proposte non sono di aggravio od anche di solo pregiudizio ad alcuna situazione di instabilità del suolo.

Le stesse opere e le destinazioni d'uso proposte, non sono di pregiudizio alcuno ad interventi attuati dallo Stato o da altri Enti Pubblici per contenere fenomeni di instabilità del suolo.

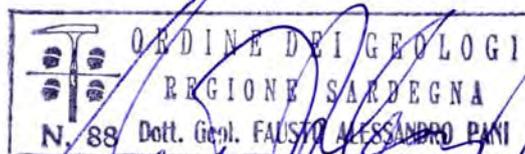
Non sono presenti fenomeni storici o comunque anche recentemente censiti, significativi.

In particolare, non si riconoscono eventi o frane potenziali nel settore di progetto.

In ogni caso la trasformabilità del progetto non può non prevedere altro se non il rispetto delle limitazioni derivanti dai livelli di pericolosità Hg conclamati (Hg0, ovvero pericolosità geologica nulla).

Il progetto è quindi compatibile con la pericolosità di frana riscontrata.

Geologo Fausto Alessandro Pani

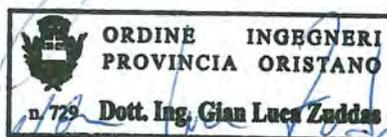


Collaboratore:

Geologo Roberta Maria Sanna



Ingegnere Gian Luca Zuddas



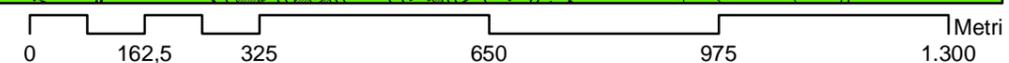
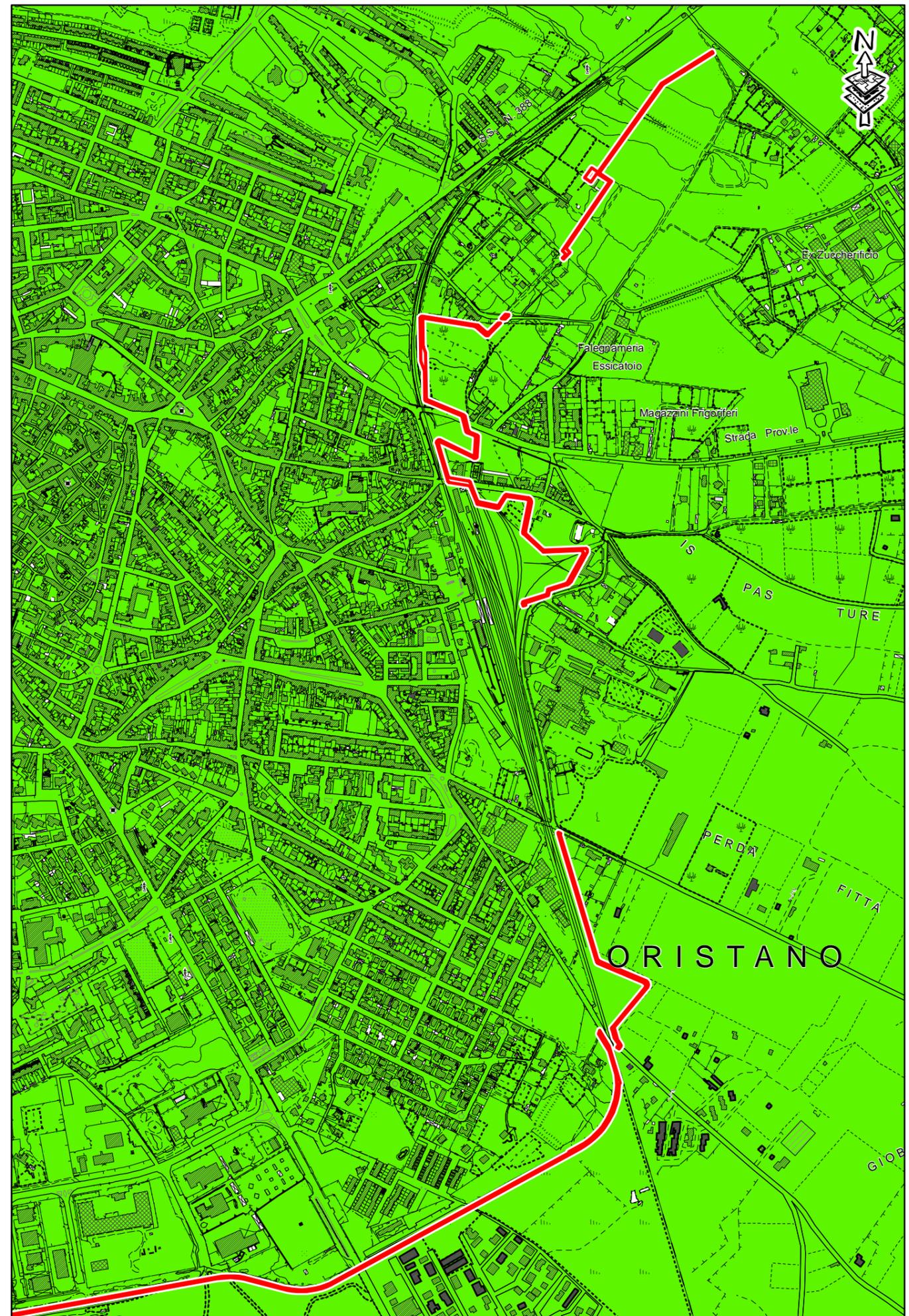
Legenda

 PERCORSO

ACCLIVITA

Pendenze %, Peso

-  0.00 - 10.00 (+2)
-  11.00 - 20.00 (+1)
-  21.00 - 35.00 (0)
-  36.00 - 50.00 (-1)
-  > 50.00 (-2)



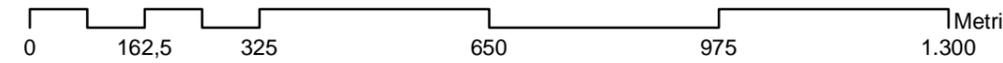
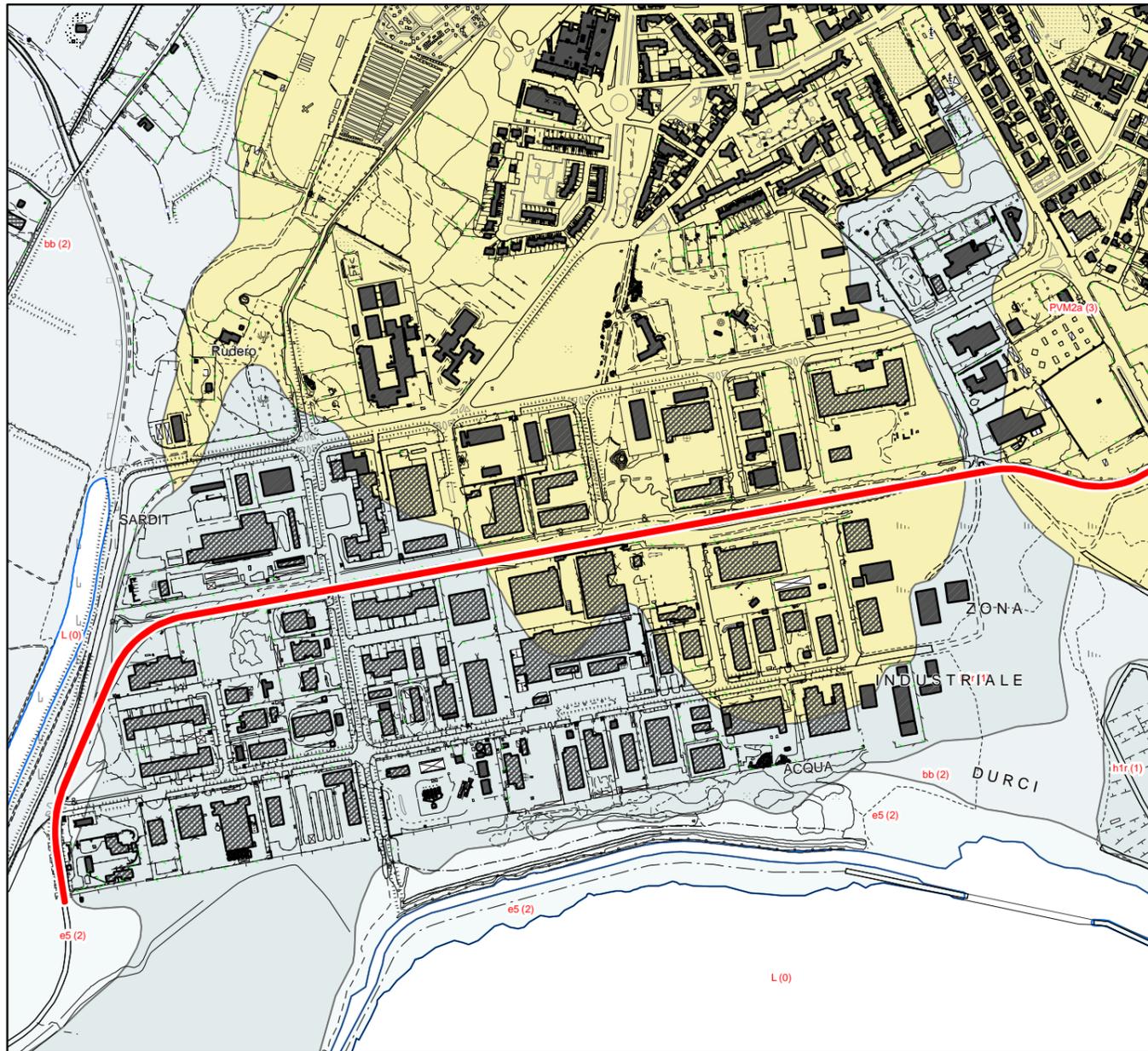
Legenda

PERCORSO

GEOLITOLOGIA

TIPO, Sg. p. UNITA

AA0_003_ha (1)	Depositi antropici. Manufatti antropici. OLOCENE (0)
AA0_006_h1n (1)	Depositi antropici. Discariche per inert. OLOCENE (0)
AA0_007_h1u (1)	Depositi antropici. Discariche per rifiuti solidi urbani. OLOCENE (0)
AA0_008_h1r (1)	Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE (2)
AA1_001_b2 (1)	Coltri eluvio-coluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE (0)
AA1_004_a1a (1)	Depositi di frana. Corpi di frana antichi. OLOCENE (0)
AA2_001_b (2)	Depositi alluvionali. OLOCENE (0)
AA2_003_b2 (2)	Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE (2)
AA2_004_bc (2)	Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE (0)
AA2_005_bn (2)	Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE (0)
AA2_006_bna (3)	Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE (0)
AA2_007_bnb (2)	Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE (0)
AA3_001_e5 (2)	Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE (2)
AA3_003_e2 (3)	Depositi lacustri. Calcari lacustri talvolta con gasteropodi polmonati. OLOCENE (0)
AA4_001_d (2)	Depositi eolici. Sabbie di duna ben classate. OLOCENE (0)
AA5_001_g2 (2)	Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. OLOCENE (0)
AA5_002_g (3)	Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calcirudi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con subordinati depositi sabbioso-limosi e calcirudi di stagno costiero. Spessore: fino a 3-4 m. ?PLEISTOCENE SUP. - ?LOCENE (0)
AB0_007_PVM2a (3)	Litofacies nel Subistema di Portoscuso (SISTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP. (1)
BA1_011_BPL2 (7)	Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Andesiti basaltiche subcalcinie, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Qtz in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; in estesi espandimenti. PLEISTOCENE MEDIO-SUP. - ?PLEISTOCENE INF. (0)
BA3_001_UCU (7)	UNITÀ DI CUCCURU ASPRU. Basalti subcalcinie generalmente ipocristallini da africi a porfirici per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Qtz in colate. Basalti da alcalini a transizionali, generalmente olcristallini, da subafrici a porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx. PLIO-PLEISTOCENE (0)
BA3_002_MSU (5)	UNITÀ DI CONCA DE MESU. Daciti e rioliti da afriche a debolmente porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx; in scogli colate con livelli ossidati basali, cupole e necks. PLIO-PLEISTOCENE (0)
BA3_003_ULA (5)	UNITÀ DI MONTE MOLA. Lave intermedie indifferenziate grigie e grigio-verdastre; porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Cpx, Sa, Bt, talora con abbondanti inclusi feniici; in potenti colate con alta base locale vitrofici e ossidati. PLIO-PLEISTOCENE (0)
CC2_007_GST (4)	MARNE DI GESTURI. Marne arenacee e siltiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplanchton, frammenti ittologici, truscoli vegetali. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO (0)
CC2_020_NLL2 (4)	Arenarie di Serra Longa (FORMAZIONE DI NURALLAO). Arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siliose. OLIGOCENE SUP. - BURDIGALIANO? (0)
M00_001_L (0)	Laghi (1)



Legenda

- ▬ PERCORSO
- USO DEL SUOLO**
- UDS_OK, TIPO USO**
- 1111 ,Tessuto residenziale compatto e denso
- 1112 ,Tessuto residenziale rado
- 1121 ,Tessuto residenziale rado e nucleiforme
- 1122 ,Fabbricati rurali
- 1211 ,Insediamenti industriali/artig. e comm. e spazi annessi
- 1212 ,Insediamenti di grandi impianti di servizi
- 1221 ,Reti stradali e spazi accessori
- 1222 ,Reti ferroviarie e spazi annessi
- 1223 ,Grandi impianti di concentrazione e smistamento merci
- 1224 ,Impianti a servizio delle reti di distribuzione
- 123 ,Aree portuali
- 124 ,Aree aeroportuali ed elporti
- 131 ,Aree estrattive
- 1321 ,Discariche
- 1322 ,Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli
- 133 ,Cantieri
- 141 ,Aree verdi urbane
- 1421 ,Aree ricreative e sportive
- 143 ,Cimiteri
- 2111 ,Seminativi in aree non irrigue
- 2112 ,Prati artificiali
- 2121 ,Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo
- 2122 ,Risaie
- 2123 ,Vivai
- 2124 ,Colture in serra
- 221 ,Vigneti
- 222 ,Frutteti e frutti minori
- 223 ,Oliveti
- 231 ,Prati stabili
- 2411 ,Colture temporanee associate all'olivo
- 2412 ,Colture temporanee associate al vigneto
- 2413 ,Colture temporanee associate ad altre colture permanenti
- 242 ,Sistemi colturali e particellari complessi
- 243 ,Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- 244 ,Aree agroforestali
- 3111 ,Boschi di latifoglie
- 31121 ,Pioppeti, saliceti,eucalitteti ecc. Anche in formazioni miste
- 31122 ,Sugherete
- 3121 ,Bosco di conifere
- 3122 ,Arboricoltura con essenze forestali di conifere
- 321 ,Aree a pascolo naturale
- 3221 ,Formazioni vegetali basse e chiuse
- 3222 ,Formazioni di ripa non arboree
- 3231 ,Macchia mediterranea
- 3232 ,Gariga
- 3241 ,Aree a ricolonizzazione naturale
- 3242 ,Aree a ricolonizzazione artificiale
- 3311 ,Spiagge di ampiezza superiore a 25m
- 3312 ,Aree dunali non coperte da vegetazione di ampiezza superiore a 25m
- 3313 ,Aree dunali coperte da vegetazione di ampiezza superiore a 25m
- 333 ,Aree con vegetazione rada > 5% e< 40%
- 411 ,Paludi interne
- 421 ,Paludi salmastre
- 5111 ,Fiumi, torrenti e fossi
- 5112 ,Canali e idrovie
- 5122 ,Bacini artificiali
- 5211 ,Lagune, laghi e stagni costieri a produzione ittica naturale

