



Comuni di Barattili San Pietro, Cabras, Riola Sardo, San Vero Milis
 Sede operativa: Comune di Cabras – Piazza Eleonora 1 – 09072 Cabras (OR) Sede legale: Comune di Riola Sardo – Via Roma
 C.F. – P. IVA 01211910953

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DIREZIONE LAVORI,
 COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA, RELAZIONE GEOLOGICA PER LAVORI DI
 "PT-27/INT-20 TORREGRANDE SOSTENIBILE - INTERVENTI AMBIENTALI"
 CIG 9105846DD2 CUP F13B19000140006**



FASE PROGETTUALE	PROGETTO DEFINITIVO
TITOLO ELABORATO	RELAZIONE GEOLOGICA (da progetto preliminare)

MANDATARIA Piazza San Marcellino, 6/5b, 16124 Genova tel. +39.010.2759057 info@dodimoss.eu		MANDANTE Studio Solmona S.r.l. Piazza d'Italia, 34, 07100 Sassari tel: +39 079231771		MANDANTE Via Pievaiaola, 15, 06128 Perugia +39 075.5012011 info@sabeng.it	
Arch. Gabriella Innocenti	Responsabile integrazione discipline specialistiche, coordinamento del progetto, progettazione architettonica e paesaggistica Direttore Operativo	Ing. Renzo Solmona	Direzione lavori Progettazione architettonica	Ing. Vincenzo Puja	Progettazione architettonica
Arch. e Paes. Egizia Gasparini	Progettazione architettonica e paesaggistica Sostenibilità ambientale e CAM	Ing. Dario Solmona	CSP - CSE Progettazione architettonica	Ing. Chiara Adriani	Progettazione impianto adduzione e scarico acque
Arch. Valentina Dallaturca	Progettazione architettonica e paesaggistica Direttore Operativo			Ing. Barbara Bottausci	Progettazione architettonica
Arch. Matteo Rocca	Progettazione architettonica e paesaggistica			Arch. Sergio Tucci	Progettazione architettonica
Ing. Andrea Guerra	Progettazione impianto adduzione e scarico acque Direttore Operativo				
Agr. Ettore Zauli	Aspetti agronomici, botanici, fitoiatrici Direttore Operativo				
Nat. Fabrizio Oneto	Aspetti naturalistici Direttore operativo				

Rilievo a cura di Studio Solmona S.r.l. in data 23.04.2022

TIMBRI E FIRME



AGGIORNAMENTI						
REV.	Data	Descrizione aggiornamento	Redatto	Verificato	Approvato	Scala
0	GIU.2022	EMISSIONE	--	--	--	--

TAVOLA N°:
OTGN_D_DOC_08_0

A termine di legge si riserva la proprietà di questo elaborato con divieto di riprodurlo o di renderlo comunque noto senza autorizzazione scritta

Comune di Oristano

COMUNI de ARISTANIS



Accessibilita' e riqualificazione del sistema terra mare per Torregrande

L.R. n. 3/2009 - DGR n. 45/5 del 6.10.2009

PROGETTO PRELIMINARE

Coordinamento e progettazione
nuvolaB architetti associati

viale E. De Amicis 99/a 50137 Firenze
tel 0559334515/ fax 055 9334446
www.nuvolab.it
mail@nuvolab.it

Committente

COMUNE DI ORISTANO

piazza E. D'Arborea 44 - 09170 Oristano
tel 0783 7911 / fax 0783791229
www.comune.oristano.it

Responsabile unico del procedimento

Ing. Giuseppe Pinna

Studi Geologici



Dott. Geol. Maurizio Consoli

Abbadia di Fiastra, 2 Urbisaglia (MC)
tel / fax 0733 201649
maurizio.consoli@terresrl.it

Studi Archeologici

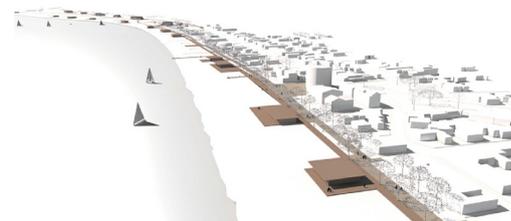


ABACO SOCIETA' COOPERATIVA

via Leti 82 63900 Fermo (FM)
tel / fax 0734 223037
info@abacocooperativa.it

TITOLO ELABORATO

Relazione geologica



AGGIORNAMENTO	DATA	OGGETTO	DATA				
00	maggio 2015	consegna concorso di progettazione	gennaio 2016				
01	gennaio 2016	integrazione elaborati ex art. 17 del D.P.R. 207/2010					
			SCALA				
			-				
codice file:			NUMERO ELABORATO				
PROGETTO	ELABORATO	FASE	AMBITO	COD	NUMERO	REVISIONE	004
B501	004	P	GE	RG	01	01	

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.....	2
3. INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	3
4. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO.....	4
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	4
6. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE E LITOTECNICHE	7
7. SISMICITÀ e STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	9
8. COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA	13
9. CONCLUSIONI	15

APPENDICE

Normativa di riferimento	16
--------------------------------	----

TAVOLE ALLEGATE

1. TAV.1 Ipotesi progettuale	
2. TAV. 2 Carta Geologica	
3. TAV. 3 Carta Geomorfologica.....	
4. TAV. 4 Carta Litologico tecnica.....	
5. TAV. 5 Carta Idrogeologica	
6. TAV. 6 PAI	

1. Premessa

Su incarico dello studio Nuvola B Architetti associati di Firenze, il Geol. Maurizio Consoli di **Terre.it spinoff Unicam** ha eseguito uno studio geologico-geotecnico preliminare di supporto al progetto di **“ACCESSIBILITA’ E RIQUALIFICAZIONE DEL SISTEMA TERRA MARE PER TORREGRANDE”** sito nel comune di Oristano (OR).

Nella presente relazione sono riportati i risultati delle analisi e studi geologici, sismici, idrogeologici e geotecnici eseguiti.

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di ricostruire il modello geologico di riferimento definendo le caratteristiche geologico-strutturali, stratigrafiche, morfologiche e idrogeologiche e geotecniche dell’area per verificare la compatibilità dall’intervento proposto.

Le informazioni ricavate dalla letteratura, dalla fotointerpretazione e dal rilevamento diretto integrandole con le informazioni e i dati acquisiti dalla scrivente tramite rilievo di campagna, hanno permesso di raggiungere un grado di approfondimento sufficientemente dettagliato e completo per redigere una corretta fattibilità geologica preliminare dell’area.

Perciò è stata verificata la compatibilità geomorfologica e idrogeologica dell’area in relazione agli interventi previsti; si è proceduto all’analisi del rischio sismico, alla definizione della risposta sismica locale e alla caratterizzazione tecnica dei terreni di fondazione. Gli studi geologici sono stati eseguiti in conformità alla normativa vigente: D.M. 4.01.2008 “Norme Tecniche sulle Costruzioni”.

2. Inquadramento topografico



L’area oggetto d’intervento ricade nella parte settentrionale della pianura del Campidano, nell’area nord del “Golfo di Oristano” all’interno del territorio comunale di Oristano, facente parte amministrativamente del territorio della Provincia di Oristano nella Regione Autonoma della Sardegna. Il territorio di Oristano è compreso nel F° 528 sez. I - nel F°528 sez. II - nel F°528 sez. III -della Carta Topografica d’Italia dell’IGMI a scala 1:25.000.

L'area è ricompresa nelle Sezione 528060 - 528070 - 528110 della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000.

3. Inquadramento progettuale

L'intervento riguarda tre aree così come indicate nel DPP, ovvero l'area 1 che dal terzo pontile arriva alla ex colonia marina, l'area 2 comprendente il tratto di lungomare urbanizzato e l'area 3, dalla villa Baldino al Porticciolo turistico.

Il progetto prevede di ridisegnare gli spazi del lungomare nelle tre aree di intervento in modo che, pur nella differenza funzionale e morfologica delle tre zone si possa leggere la continuità del progetto e l'accessibilità degli spazi aperti.

Il progetto si pone come obiettivo primario la valorizzazione degli ambiti naturali presenti nelle tre aree di progetto, rilegando con un unico percorso la fruizione degli spazi aperti.

Le tre aree di progetto hanno infatti diverse connotazioni morfologiche e ambientali, e il progetto rafforza le tre identità a partire dal sistema del verde.

La realizzazione del progetto contribuisce alla creazione del sistema del Parco fluviale del Tirso, che realizza di fatto un green link di collegamento fra l'entroterra comunale e l'area costiera, mettendo a sistema e rafforzando la valenza ambientale dei corridoi verdi esistenti (vd. Fig.1)

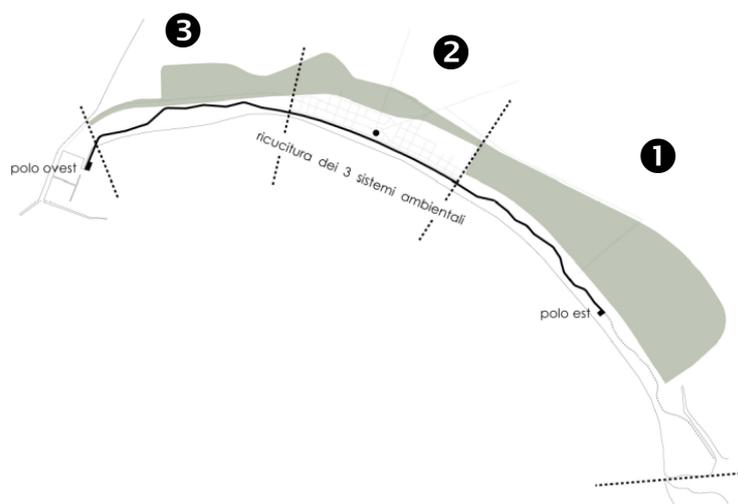


Fig. 1 Il progetto

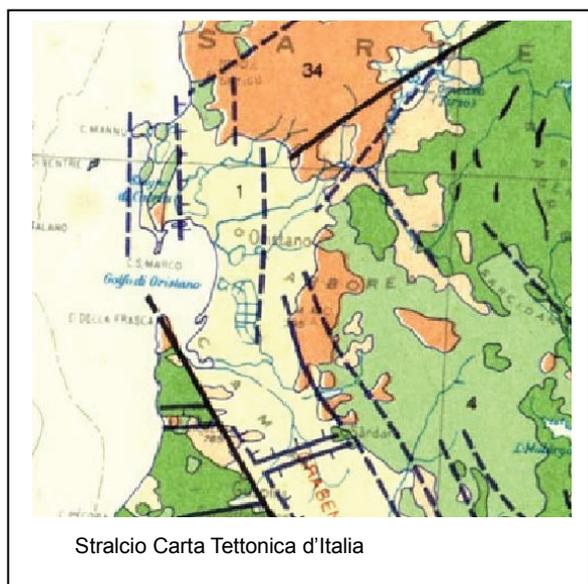
4. Inquadramento vincolistico

Piano di assetto idrogeologico (PAI) – redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006,

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

5. Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

Inquadramento geologico – strutturale



L'area in esame ricade nella fascia costiera appartenente alla pianura del Campidano, che si estende per circa 100 km, dal Golfo di Cagliari al Golfo di Oristano.

L'aspetto geologico strutturale attuale rimanda all'ultima fase tettonica a carattere distensivo del periodo Plio-Quaternario, collegata con l'apertura del bacino oceanico del Tirreno centro-meridionale, ritenuta responsabile dell'apertura del "graben campidanese", che si viene a formare nel settore centro-meridionale della avanfossa sarda.

Si tratta, in particolare, di un bacino continentale chiuso, bordato da faglie con direzione NNO – SSE, al cui interno si sono depositati potenti spessori di materiali alluvionali o strati fluvio-lacustri, in gran parte derivanti dallo smantellamento dei rilievi circostanti.

Nell'Olocene, assistiamo al colmamento della fossa tettonica mediante la deposizione di sedimenti (alluvioni, depositi litorali, dune etc.), prodotti dall'erosione dei versanti e trasportati a valle dalle acque correnti superficiali della rete idrografica del Fiume Tirso, con la formazione di potenti depositi alluvionali.

Tutto il complesso plio-quadernario, che colma il graben campidanese, raggiunge spessori fra alcune decine di metri fino a circa 800 metri e poggia su formazioni vulcaniche e sedimentarie oligo-mioceniche, che affiorano localmente nella fascia pedemontana, lungo i bordi della fossa, dove si rinvengono anche terreni cristallini paleozoici. (vd. TAV. 2)

Nel Campidano la continua subsidenza e la mancanza di pendenze adeguate, hanno localmente consentito il permanere di vaste zone depresse, stagni lacustri con deposizione di depositi limoso-argillosi palustri, che si intercalano ai sedimenti sabbioso-ciottolosi delle spiagge e delle dune litorali.

Inquadramento geomorfologico (vd. TAV. 3)

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.

L'area oggetto d'indagine si affaccia sul Golfo di Oristano con una costa bassa e sabbiosa.

Si tratta di una spiaggia delimitata a sud, dalla foce del F. Tirso a nord dal Porticciolo Turistico. Attualmente affiorano depositi appartenenti ad ambienti di spiaggia, retro spiaggia (campi dunali di retrospiaggia, per buona parte rimboschiti a pino) e fluvio-deltizio (stagni e paludi, oggi per lo più bonificati), legati all'interferenza fra le correnti marine, il moto ondoso e i materiali alluvionali trasportati dal Tirso. La stratigrafia geologica testimonia le diverse fasi evolutive della linea di costa legata all'alternarsi dei periodi di sedimentazione ed erosione, conseguenti sia a fenomeni di subsidenza tettonica sia al glacio-eustatismo quadernario.

Un cordone dunale separa la battigia dalla retrospiaggia, dove i venti dominanti hanno formato campi dunali di dimensioni variabili, oggi quasi interamente stabilizzati da impianti a pino.

A ridosso dei cordoni dunali spesso si rinvengono piccole depressioni, che nel periodo delle piogge danno luogo a paludi e stagni temporanei. Bacini idrici di dimensioni più grandi sono invece le lagune, 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 bacini idrici salmastri protetti a prevalente sedimentazione argillosa.

Inquadramento Idrogeologico (vd. TAV. 5)

La zona oggetto d'intervento ricade all'interno del complesso idrogeologico (AV) - alluvioni vallive, così come definite nel Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30. "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento".

Il graben campidanese è stato riempito da potenti depositi detritici plio-quadernari.

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, di depositi ghiaiosi, sabbiosi ed argillo-limosi.

L'assetto idrogeologico-stratigrafico, è caratterizzato 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 (F. Tirso e canali di bonifica).

La situazione stratigrafica locale porta all'individuazione di tre unità idrogeologiche caratterizzate da diversa permeabilità:

- Le alluvioni recenti poco cementate, spesso ghiaiose-sabbiose che presentano nel complesso una permeabilità media che, in funzione della percentuale dei materiali fini presenti, può decrescere od aumentare consistentemente (LITOTIPO D).

- I terreni argillo-limosi delle aree paludose caratterizzati da permeabilità da bassa a molto bassa (LITOTIPO C).

- Le dune costiere e le sabbie di spiaggia caratterizzate da permeabilità alta per porosità (LITOTIPO A e B).

Dagli studi reperiti si rileva come, nell'area urbana, i pozzi presenti sono difficilmente correlabili ma si può ipotizzare l'esistenza della falda poco al di sotto del p. c. e prossima alla zona di equilibrio con le acque marine salate; pertanto può essere influenzata dai fenomeni di mareggiata e forse anche dalle maree.

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. Tale fenomeno è accentuato durante la stagione secca, dove cunei salini possono risalire lungo gli alvei dei corsi d'acqua per parecchi chilometri dalla foce.

6. Caratteristiche geolitologiche e litotecniche (vd. TAV. 4)

L'analisi litologica dei sedimenti riflette l'esistenza di un ambiente litorale caratterizzato da un sistema di spiaggia bassa e sabbiosa, che si sviluppa per quasi l'intero lato occidentale del perimetro comunale tra il porticciolo di Torregrande a nord e la fine dell'abitato di Marina di Torregrande.

Il sedimento è contraddistinto da sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con subordinati depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero con spessore fino a 3-4 mt, a granulometria medio-grossa a composizione mineralogica quarzoso-feldspatica (LITOTIPO A).

Più a sud fino alla foce del Tirso l'assetto peculiare è dato dalla presenza di un grande sistema dunare ormai spianato ma protetto dalla vegetazione caratterizzato da depositi eolici di sabbie ben classate oloceniche (LITOTIPO B)..

A nord dell'abitato di Torre Grande si rinvengono depositi di materiale argilloso molto plastico, di origine palustre, caratterizzati da limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi (LITOTIPO C). Queste argille, ad elevate plasticità ed umidità naturale, contengono al loro interno lenti sabbiose più o meno spesse. Sono normalmente consolidate e quindi più suscettibili ai cedimenti, in quanto, dai dati di prove edometriche su campioni indisturbati, la compressibilità è risultata molto elevata.

Nella zona centrale, che si estende dal centro abitato fino all'area pedemontana a est, sono presenti affioramenti di natura alluvionale, pleistocenica e olocenica, originatisi dal trasporto e dalla deposizione di materiali ad opera principalmente del fiume Tirso. Si tratta principalmente di sabbie a granulometria eterogenea, da fine a grossolana, con quantità variabili di limi e argille (LITOTIPO D).

La stratificazione di tali materiali è spesso parallela, a testimonianza del regime costante e non turbolento del deflusso idrico.

Non essendo stata realizzata alcuna campagna di indagine geognostica nell'ambito di tale lavoro, i rapporti verticali fra le formazioni e le caratteristiche geotecniche sono stati desunti unicamente sulla base di dati precedentemente acquisiti nell'area dalla scrivente e dalle tecniche del rilievo geologico.

LITOTIPO A) e LITOTIPO D)

peso di volume	$\gamma = 1,95-2,0$	(g/cmc)
angolo di attrito interno	$\Phi \approx 27^\circ-35^\circ$	(gradi)

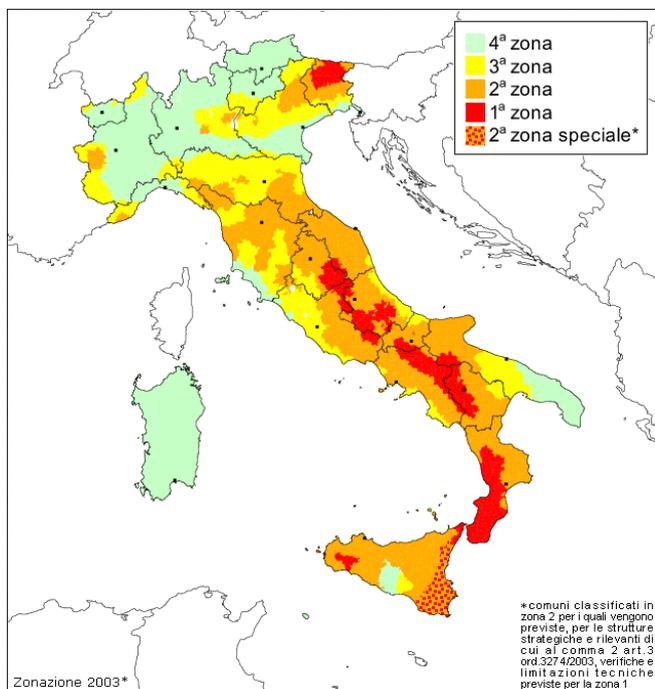
LITOTIPO B)

peso di volume	$\gamma = 1,7-1,8$	(g/cmc)
angolo di attrito interno	$\Phi \approx 28^\circ-34^\circ$	(gradi)

LITOTIPO C)

peso di volume	$\gamma = 1,8-2,0$	(g/cmc)
coesione non drenata	$C_u \approx 0,1^\circ-0,3$	(Kg/cm ^q)
angolo di attrito interno	$\Phi \approx 20-25^\circ$	(gradi)
Coeff. Compress. Vol	$M_w \approx 0,02-0,1$	(Kg/cm ^q)

7. Sismicità, terremoto atteso e stabilità nei confronti della liquefazione



L'intero territorio della Sardegna, con la nuova classificazione sismica introdotta dall'O.P.C.M. n. 3274/2003, ricade totalmente in zona sismica 4 (vd figura a latere).

La Regione Sardegna con Delibera G. R. n.15/31 del 30/03/2004 ha recepito, in via transitoria, l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, così come riportato nell'allegato A dell'O.P.C.M. n. 3274/2003. Secondo quanto definito nell'Allegato A del D.M. 14/01/2008, la Sardegna è caratterizzata da una macro-zonazione sismica omogenea, ossia presenta medesimi parametri spettrali sull'intero territorio insulare a parità di tempo di ritorno dell'azione sismica.

Così come nella precedente, anche nella più recente Ordinanza PCM del 28.04.2006 n. 3519 «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone», la Sardegna è rimasta in Zona sismica 4 (contraddistinta da un valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A di 0,05 g), a cui corrisponde una normativa antisismica meno severa per la quale, nella progettazione strutturale, non è necessario considerare la componente verticale dell'accelerazione sismica.

Nel nuovo modello sismogenetico usato in Italia, la cosiddetta zonazione ZS9, il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F).

Per ogni zona sismogenetica, caratterizzata da una propria sismicità, è stata effettuata una stima della profondità media dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente. E' valutato

inoltre il grado d'incertezza nella definizione dei limiti delle zone. La regione sarda, come visibile nella figura sottostante, non risenta particolarmente di eventi sismici.

Zone sismo genetiche (Gruppo Lavoro 2004)

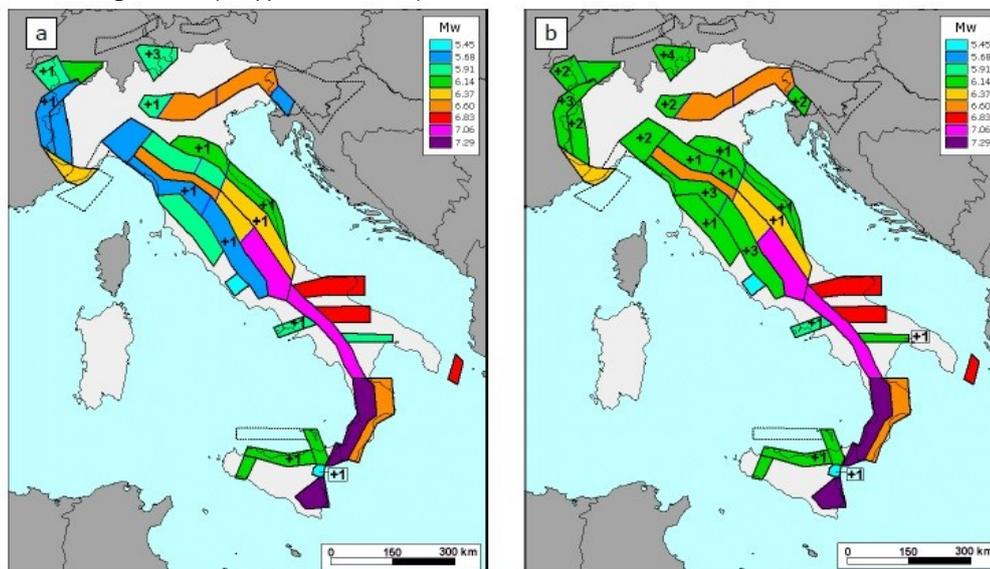


Figura 36. Valori di Mwmax corrispondenti ai due insiemi: a) "osservati" (Mwmax1); b) "cautelativi" (Mwmax2).

Massime intensità macrosismiche osservate nel comune di Oristano e limitrofi

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ARBOREA	20	95	6	39.77330	8.58182	<= 6
BARATILI SAN PIETRO	20	95	11	39.99178	8.55724	<= 6
CABRAS	20	95	18	39.92951	8.53117	<= 6
MARRUBIU	20	95	25	39.74912	8.63736	<= 6
MILIS	20	95	27	40.04888	8.63751	<= 6
NURACHI	20	95	35	39.97321	8.53937	<= 6
OLLASTRA	20	95	37	39.95057	8.73346	<= 6
ORISTANO	20	95	38	39.90316	8.59467	<= 6
PALMAS ARBOREA	20	95	39	39.87501	8.64511	<= 6
RIOLA SARDO	20	95	43	39.99416	8.54026	<= 6
SAN NICOLO` D`ARCIDANO	20	95	46	39.68368	8.64363	<= 6
SANTA GIUSTA	20	95	47	39.87805	8.60989	<= 6
SAN VERO MILIS	20	95	50	40.01227	8.59958	<= 6
SIAMAGGIORE	20	95	56	39.94866	8.63466	<= 6
SIAMANNA	20	95	57	39.91859	8.76331	<= 6
SIMAXIS	20	95	59	39.93018	8.69025	<= 6
SOLARUSSA	20	95	62	39.95384	8.67328	<= 6
TERRALBA	20	95	65	39.71961	8.63707	<= 6
TRAMATZA	20	95	66	40.00327	8.64922	<= 6
URAS	20	95	69	39.69831	8.70230	<= 6
VILLAURBANA	20	95	72	39.88447	8.77814	<= 6
ZEDDIANI	20	95	74	39.98886	8.59571	<= 6
ZERFALIU	20	95	75	39.95788	8.70902	<= 6
SIAPICCIA	20	95	76	39.92749	8.76317	<= 6

Le massime intensità macrosismiche osservate nel comune di Oristano sono I_{max} <6 MCS.

Sulla base di queste informazioni la sismicità dell'area interessata dall'opera in progetto può essere definita di moderata entità.

Per quanto riguarda definizione della categoria di suolo di fondazione (microzonazione), essa dovrà essere ottenuta in fase d'intervento esecutivo attraverso i risultati di indagini sismiche eseguite in sito, secondo quanto specificato al paragrafo 3.2.2. del DM 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" che distingue le seguenti categorie di terreno:

Categoria A: formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 metri;

Categoria B: depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT > 50, o $c_u > 250$ kPa);

Categoria C: depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT} < 50$, oppure $70 < c_u < 250$ kPa);

Categoria D: depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori VS30 < 180 m/s (NSPT < 15, oppure $c_u < 70$ kPa);

Categoria E: profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800 m/s.

Sulla base dei dati bibliografici e della contestuale modellizzazione del sottosuolo, in assenza di indagini specifiche (prove penetrometriche dinamiche o riscontri di tipo geofisico) si ritiene che il suolo in esame possa essere classificato nella categoria C-D.

Per quanto riguarda la stabilità nei confronti della liquefazione, occorre far riferimento ai contenuti del paragrafo 7.11.3.4 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC), di seguito si riporta uno stralcio di tali norme, nei paragrafi che indicano le condizioni di esclusione della verifica e le metodologie di analisi .

.....art 7.11.3.4.2 Esclusione dalla verifica di liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

- 1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5 ; (è la Magnitudo Momento M_w):*
- 2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g; (a_{gmax})*
- 3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali (misura riferita al valore medio stagionale. Nell'EC 8, invece, si fa riferimento alle condizioni prevalenti durante il periodo di vita dell'opera);*
- 4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
- 5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c^* < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.*

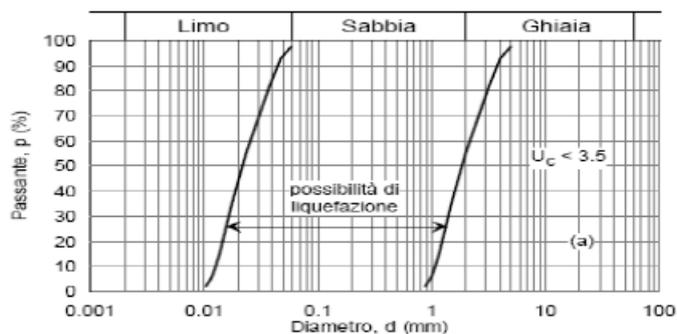


Fig. 7.11.1(a) - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando le condizioni 1 e 2 non risultino soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5.

..... art 7.11.3.4.3 Metodologia di analisi

Quando nessuna delle condizioni precedenti risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto.

La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio.

La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse.

8. Compatibilità idrogeologica

Il comune di Oristano è dotato di uno strumento urbanistico vigente adeguato al PAI.

Il PAI, è stato redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183. In tale prospettiva si correla con il piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) redatto ai sensi e per gli effetti della stessa L. 183/89.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e costituisce lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico ed idrogeologico del territorio.

Le aree inondabili da piene identificate nel territorio in esame sono costituite da zone a pericolosità Hi4 e Hi1, contraddistinte rispettivamente da portate di colmo con tempi di ritorno di 50 (Hi4) e di 500 anni (Hi1).



Le zone a pericolosità Hi4 sono quelle interne alla golena del Tirso, ossia quelle che ricadono all'interno del settore arginato, mentre le zone a pericolosità Hi1 sono attigue alle zone classificate Hi4, e comprendono la parte nord e nord-occidentale dell'abitato, così come riportato nella (vd. TAV. 6)

Dalla lettura delle carte si nota come il sito di progetto non ricade all'interno del perimetro delle aree inondabili.

Infatti, quest'area, per quanto ricada vicina all'alveo del Tirso, viene ritenuta a bassa pericolosità sia per la presenza di adeguati argini sia per la presenza a monte, lungo il fiume, di una serie di opere di ritenuta, che svolgono anche funzioni di regolazione delle acque.

9. Conclusioni

Dagli studi e analisi eseguite si evince come il progetto proposto è totalmente compatibile con le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area.

Seppur non sono state individuati ambiti di pericolosità geologica, si ritiene importante porre attenzione, in sede di esecuzione del progetto:

- alla probabile presenza di falda idrica a pochi metri di profondità dal p.c.;
- alla potenziale interferenza dell'azione del mare e del cuneo salino nella falda idrica;
- alla verifica dei fenomeni di liquefazione in caso di sisma;
- alla possibilità di variazioni sia laterali che verticali delle caratteristiche litotecniche dei terreni;

Inoltre nella stesura degli studi definitivi/esecutivi dovrà essere ricostruito il modello geologico del sottosuolo, così come indicato dalla normativa vigente "D.M. 14.01.2008".

30 Dicembre 2015

Dott. Geologo

Maurizio Consoli



Appendice Normativa di riferimento

Normativa e raccomandazioni tecniche di riferimento a livello Nazionale:

- Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce la stabilità dei pendii naturali e dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione La presente relazione è stata redatta sulla base dei risultati delle rilevamento geologico di superficie eseguito dalla scrivente ed in conformità alle regole e norme tecniche stabilite dalla normativa vigente in materia di progettazione e realizzazione di opere pubbliche (NTC 2008), tenendo conto anche quanto previsto dal DPR n.554 del 21/12/1999.
- D.M. LL. PP. 11-03-1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) -"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione". Coordinato con la Circ. Min. LL.PP. 24-09-1988 n. 30483 (P.C.S. -Servizio Tecnico Centrale) "Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 -D.M. 11 marzo 1988 Istruzioni per l'applicazione".
- Decreto Legislativo 152/06 "Norme in materia di ambiente".
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008 n.4 "Ulteriori correzioni ed integrazioni del D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152, recante norme in materia ambientale".
- Decreto Legislativo 8 novembre 2008 n.284 "Disposizioni correttive e integrative del D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152, recante norme in materia ambientale" .
- Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009. • Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
- Decreto Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 S. O. n. 30) -"Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni". Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Circolare 2 febbraio 2009 n. 617.
- C.S.LL.PP. (G.U. n.47 del 26 febbraio 2009 -S.O. n. 27) -"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".
- AGI 1994 -"Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".

- AGI 1977 -"Raccomandazione sulla programmazione ed esecuzione delle prove geotecniche".
- Ord.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274 (G.U. n. 105 del 8-5-2003) -"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Ord.P.C.M. del 2 ottobre 2003 n. 3316 -"Modifiche ed integrazioni all'Ord.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003". • Ord.P.C.M. del 3 maggio 2005 n. 3431 -"Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ord.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 -Allegati".
- Ord.P.C.M. del 28 aprile 2006 n. 3519 (G.U. 11 maggio 2006 n. 108) -"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Normativa e raccomandazioni tecniche di riferimento a livello Comunitario:

- Eurocodice 7.1 (1997) - Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove in laboratorio (2002). UNI.
- Eurocodice 7.3 (2002) - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI
- Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5 - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).

Normativa e raccomandazioni tecniche di riferimento a livello Comunitario:

- Legge Regione Sardegna n. 45 del 22-12-1989 -"Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale" e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della L.R. del 15-2-1996, n.9.
- Adozione del PAI per la Regione Sardegna, redatto ai sensi della Legge n. 183/1989 e del D.L. n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.Delib. G.R. n. 15/31 del 30-3-2004 -"Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274".
- Legge Regione Sardegna n. 19 del 6-12-2006 -"Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici".
- Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale" e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della L.R. del 15-2-1996, n.9. Adozione del PAI per la Regione Sardegna, redatto ai sensi della Legge n. 183/1989 e del D.L. n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.
- Decreto Presidente Regione Sardegna n.67 del 10-7-2006 -"Approvazione del PAI per la

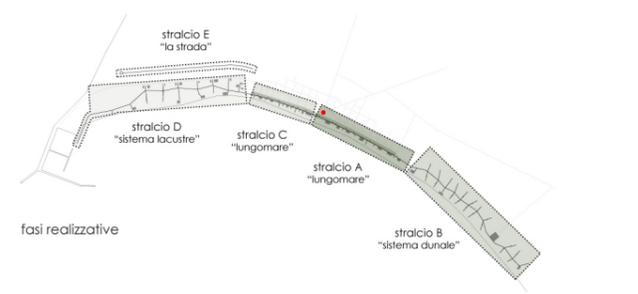
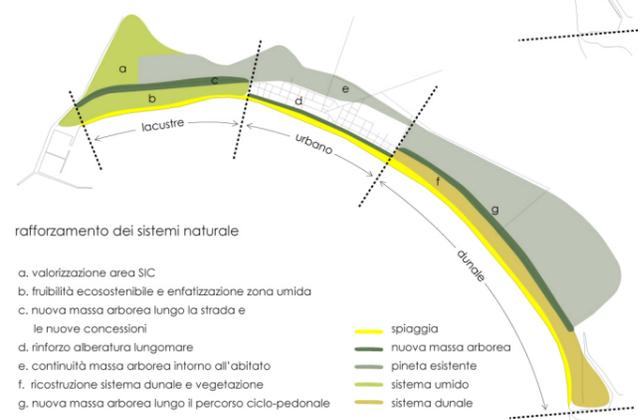
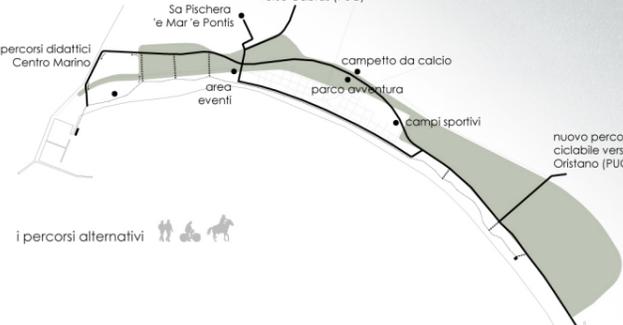
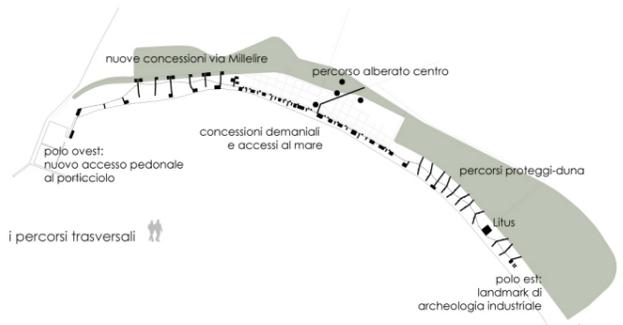
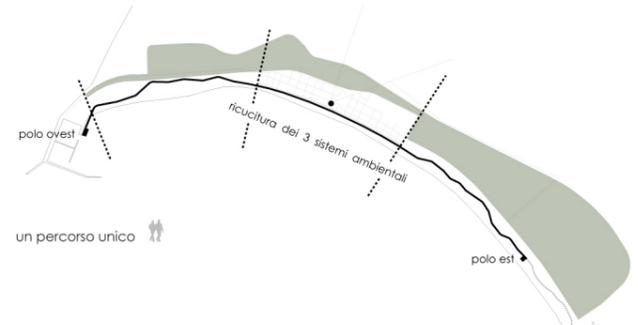
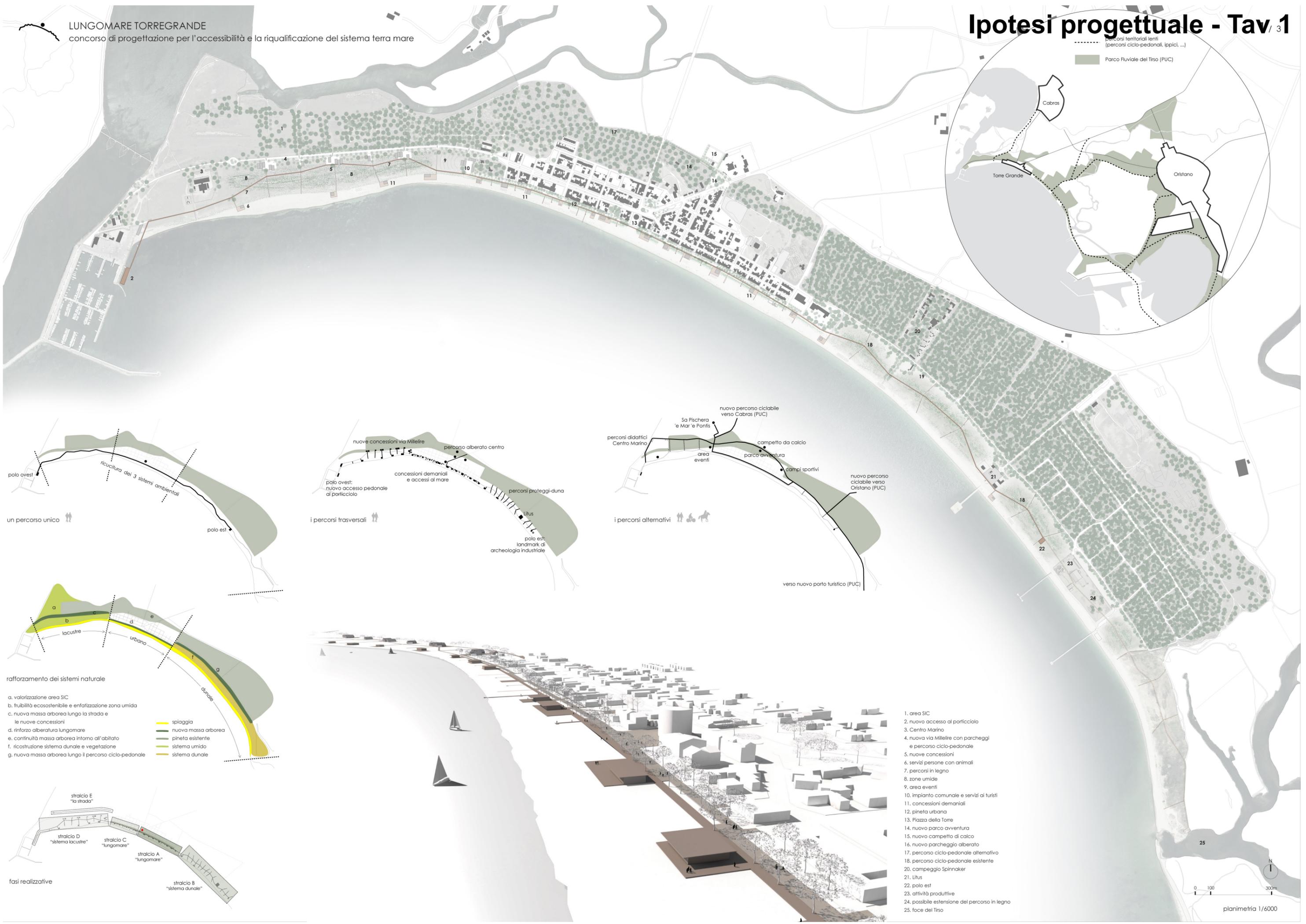
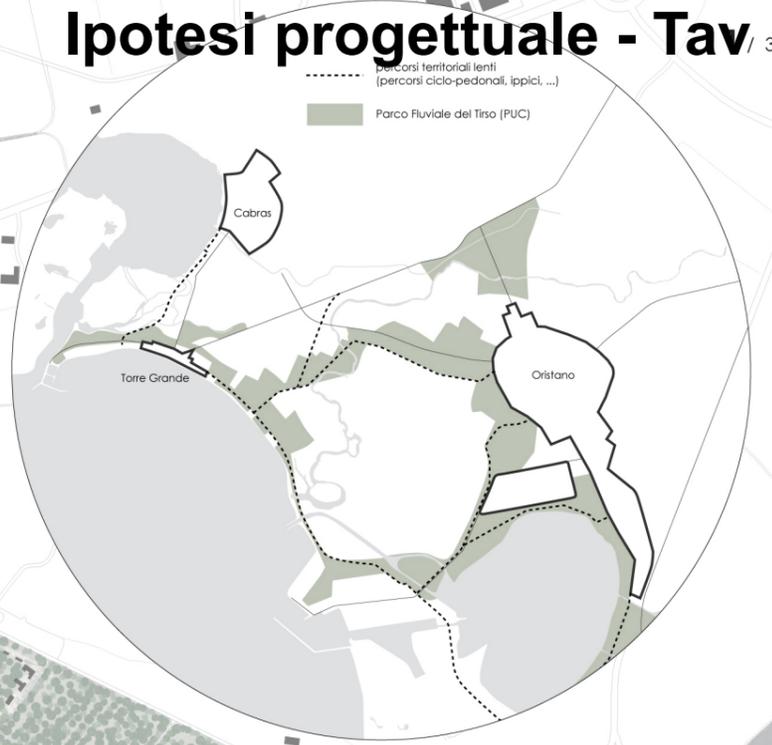
Regione Sardegna”.

- Decreto Presidente Regione Sardegna n.35 del 21-3-2008 -“Approvazione delle Norme di Attuazione del P.A.I.” che sono state aggiornate.
- Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni -
- Circolare 2 febbraio 2009 - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici -Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007 – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
- Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico.
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale.
- Piani Territoriali di coordinamento (Province).

ALLEGATI

LUNGOMARE TORREGRANDE
concorso di progettazione per l'accessibilità e la riqualificazione del sistema terra mare

----- Percorsi territoriali lenti
(percorsi ciclo-pedonali, ippici, ...)
Parco Fluviale del Tirso (PUC)



1. area SIC
2. nuovo accesso al porticciolo
3. Centro Marino
4. nuova via Millelire con parcheggi e percorso ciclo-pedonale
5. nuove concessioni
6. servizi persone con animali
7. percorsi in legno
8. zone umide
9. area eventi
10. impianto comunale e servizi ai turisti
11. concessioni demaniali
12. pineta urbana
13. Piazza della Torre
14. nuovo parco avventura
15. nuovo campo di calcio
16. nuovo parcheggio alberato
17. percorso ciclo-pedonale alternativo
18. percorso ciclo-pedonale esistente
20. campeggio Spinnaker
21. Litus
22. polo est
23. attività produttive
24. possibile estensione del percorso in legno
25. foce del Tirso

0 100 300m

planimetria 1/6000

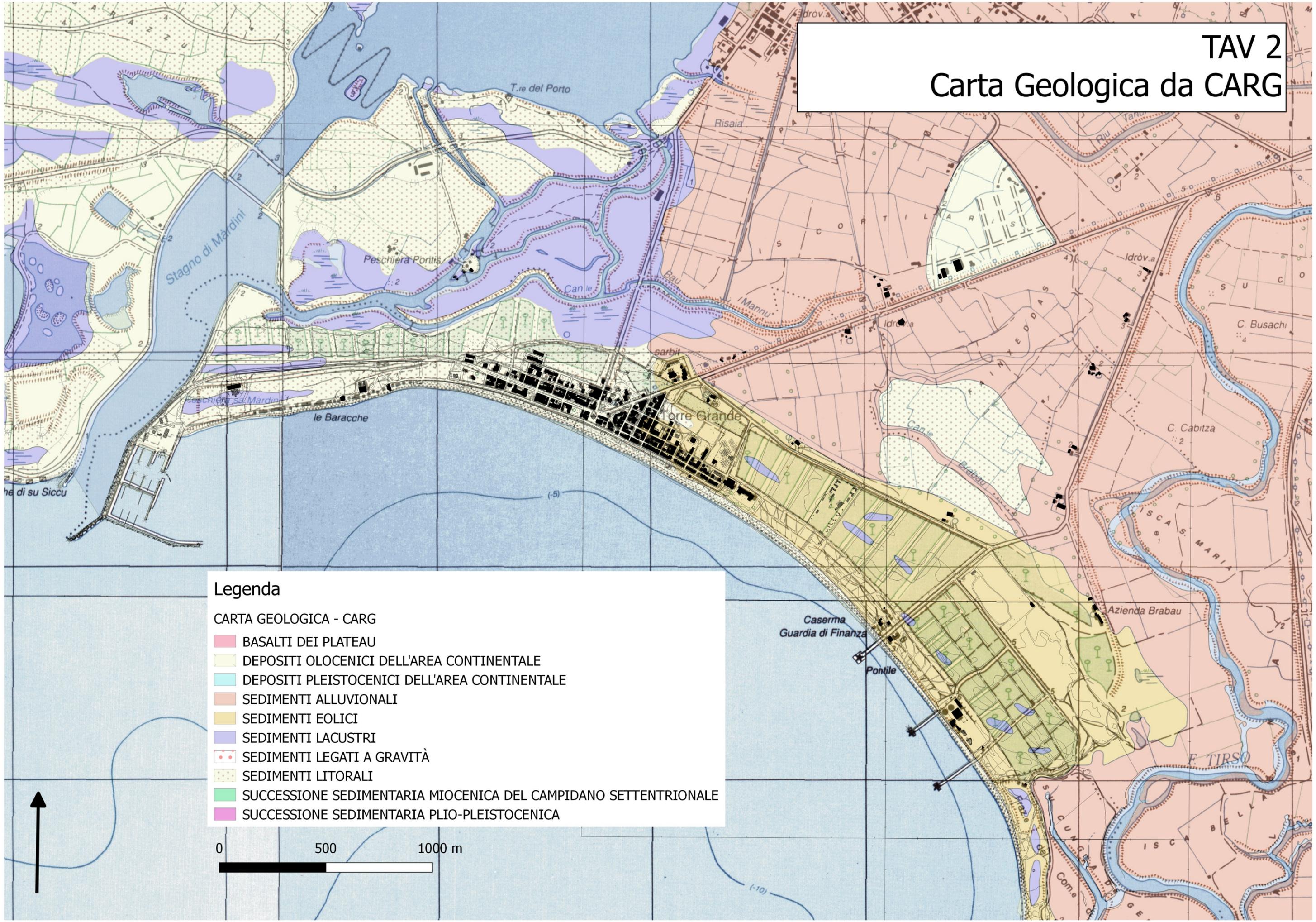
TAV 2 Carta Geologica da CARG

Legenda

CARTA GEOLOGICA - CARG

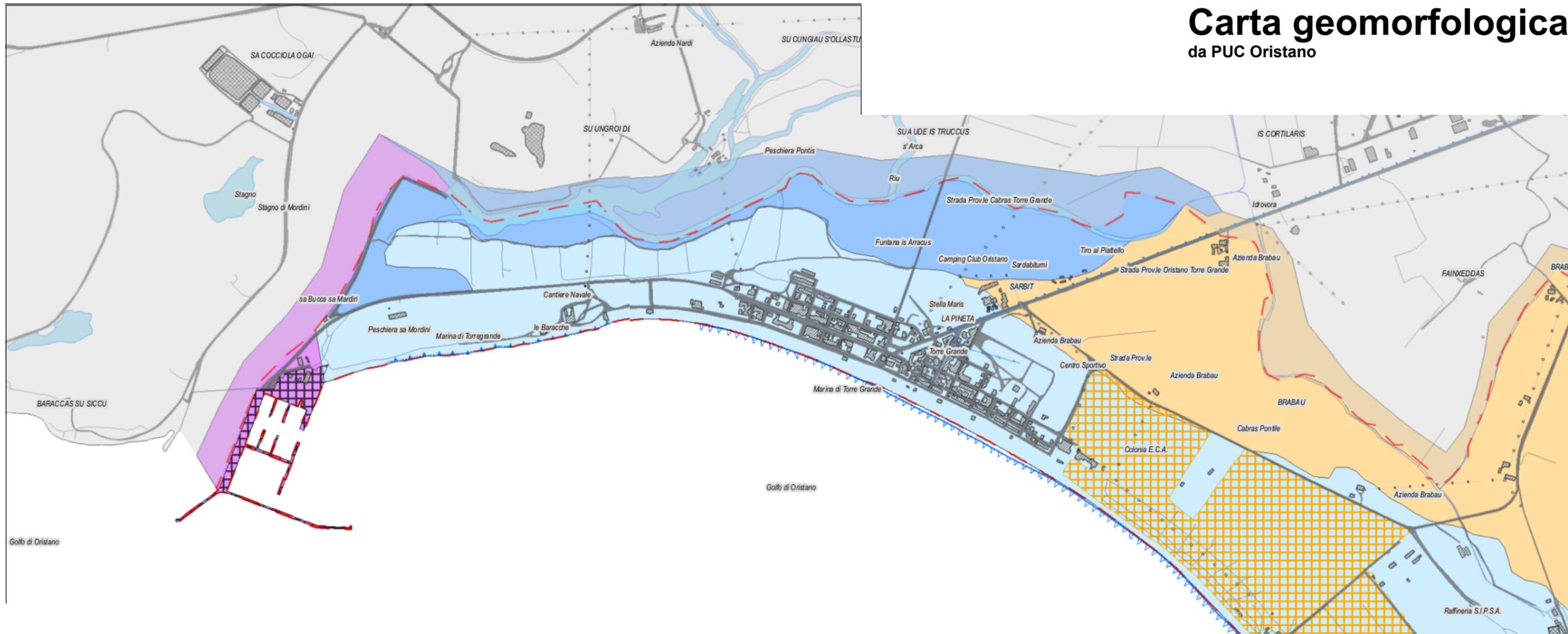
- BASALTI DEI PLATEAU
- DEPOSITI OLOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE
- DEPOSITI PLEISTOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE
- SEDIMENTI ALLUVIONALI
- SEDIMENTI EOLICI
- SEDIMENTI LACUSTRI
- SEDIMENTI LEGATI A GRAVITÀ
- SEDIMENTI LITORALI
- SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MIOCENICA DEL CAMPIDANO SETTENTRIONALE
- SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PLIO-PLEISTOCENICA

0 500 1000 m



Carta geomorfologica - Tav 3

da PUC Oristano



AFFIORAMENTI LITOLOGICI

-  Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa
-  Materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia
-  Materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione e litorali
-  Materiali alluvionali o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa
-  Materiali alluvionali o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa
-  Materiali di deposito palustre a tessitura fine
-  Materiali eterogenei di origine antropica (bonifiche e riporti)
-  Rocce effusive e vulcanoclastiche

FORME LINEARI

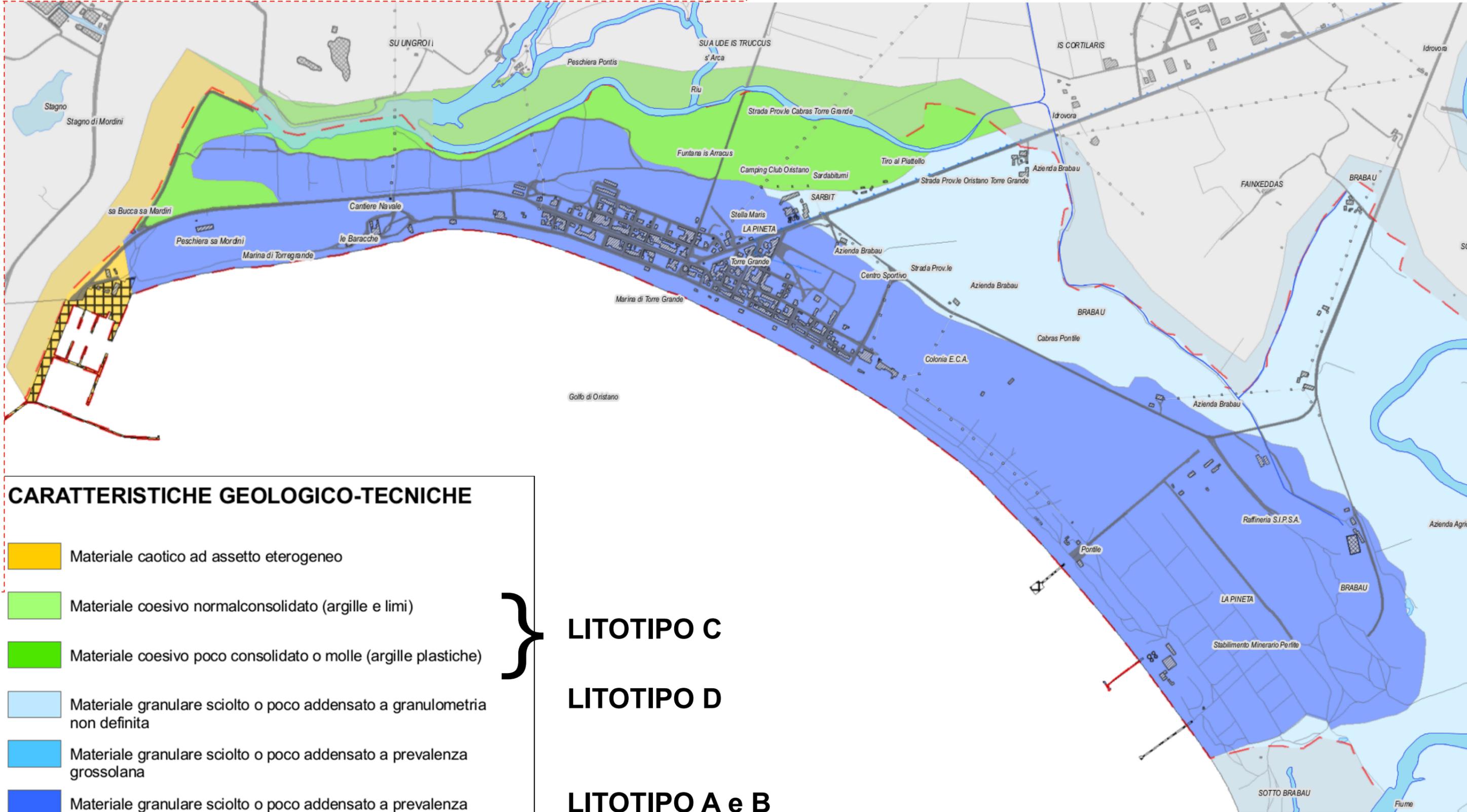
-  Cresta rocciosa
-  Linea di riva con tendenza evolutiva in avanzamento
-  Linea di riva con tendenza evolutiva in erosione
-  Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza fra 5 e 10 m
-  Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza inferiore a 5 m
-  Vallecola a conca

FORME AREALI

-  Area aeroportuale
-  Area di scavo di cava
-  Cono alluvionale con pendenza tra il 2% e il 10%
-  Corpo di frana di crollo
-  Depositi di materiali di riporto
-  Discarica controllata di rifiuti solidi urbani
-  Dosso fluviale
-  Duna
-  Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso

0 500 1000 m





CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE

- Materiale caotico ad assetto eterogeneo
- Materiale coesivo normalconsolidato (argille e limi)
- Materiale coesivo poco consolidato o molle (argille plastiche)
- Materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita
- Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana
- Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza sabbiosa
- Vulcanite monolitologica non stratificata fratturata



LITOTIPO C

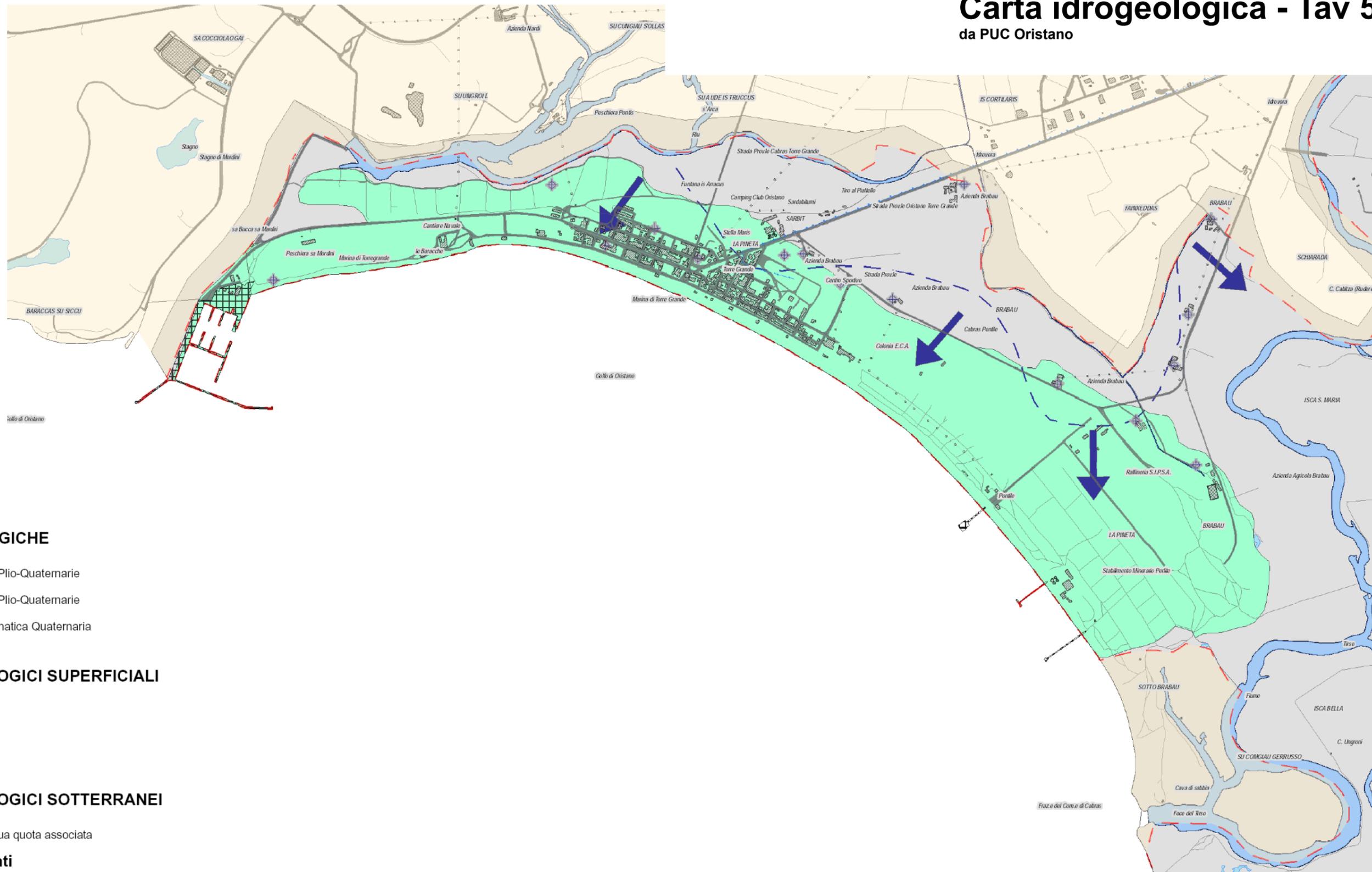
LITOTIPO D

LITOTIPO A e B



Carta idrogeologica - Tav 5

da PUC Oristano



UNITA' IDROGEOLOGICHE

- Unità delle alluvioni Plio-Quaternarie
- Unità delle vulcaniti Plio-Quaternarie
- Unità detritico-carbonatica Quaternaria

LINEAMENTI IDROLOGICI SUPERFICIALI

- Direzioni di deflusso
- Asse di drenaggio

LINEAMENTI IDROLOGICI SOTTERRANEI

- Linea isofreatica e sua quota associata

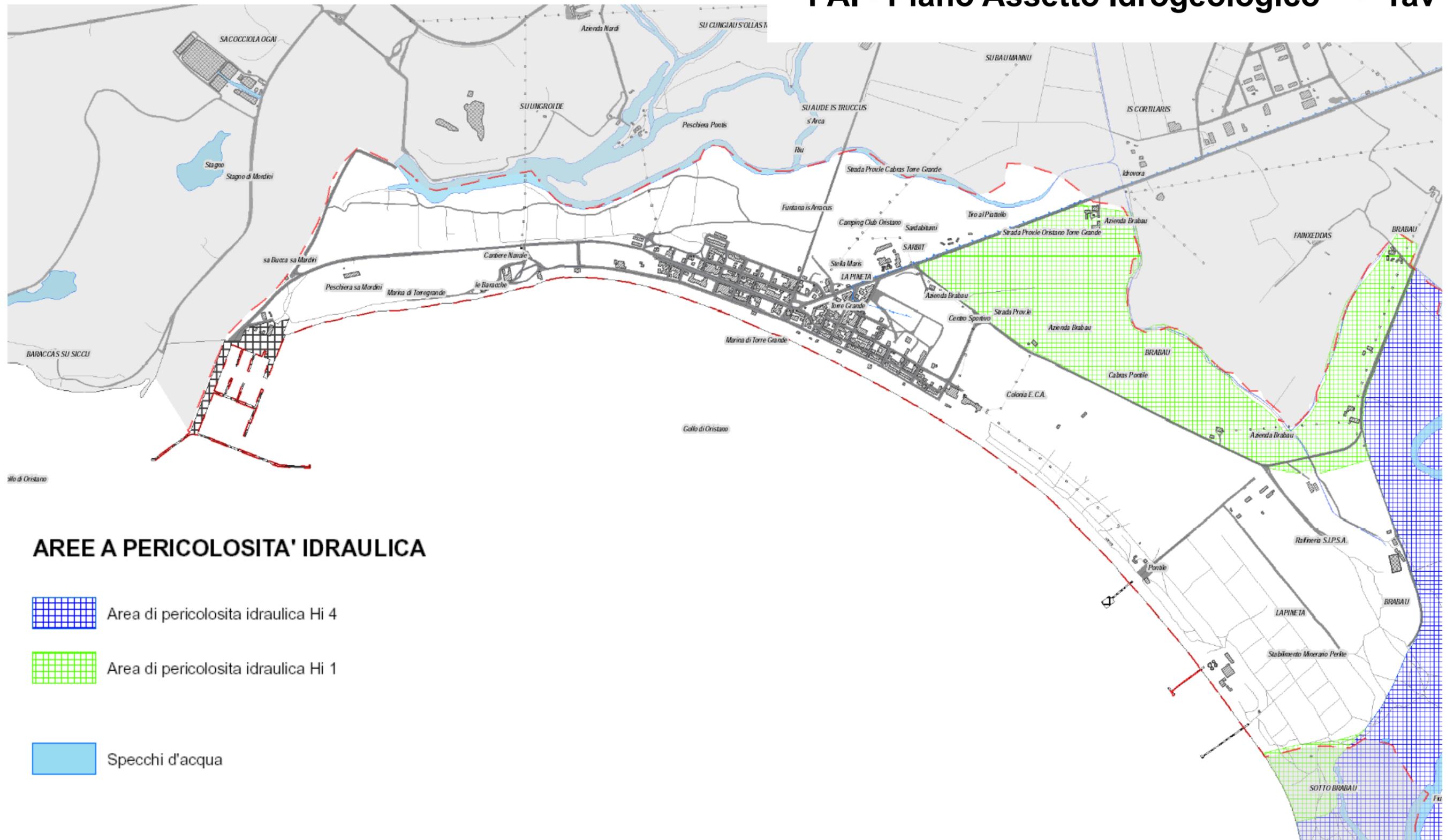
Pozzi e Sorgenti

- Sorgenti
- Pozzo freatico

Reticolo idrografico

- Corso d'acqua permanente
- Canale artificiale - Consorzio di Bonifica Oristano





AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA



Area di pericolosità idraulica Hi 4



Area di pericolosità idraulica Hi 1



Specchi d'acqua

