

PIANO DEL PARCO

(art. 14 l.r. 5/99)

RUP: Dott.ssa Biologa Luisanna Massa

DIREZIONE: Dottore Agronomo Claudio M. Papoff

COORDINAMENTO :

Prof. Arch. Franco Karrer - esperto di pianificazione urbanistica e di materie ambientali

Ing. Franco Piga - esperto di pianificazione urbanistica e infrastrutture

CONSULENTE :

Dott. Fausto Pani - geologo

oggetto:

RELAZIONE SUL DISSESTO IDROGEOLOGICO

RELAZ. GEN.

ALLEGATO **F**

- Ottobre 2022 -



PIANO DEL PARCO NATURALE REGIONALE DEL MOLENTARGIUS SALINE

(ART. 14, L.R. SARDEGNA N. 5/1999)

RELAZIONE SUL DISSESTO IDROGEOLOGICO

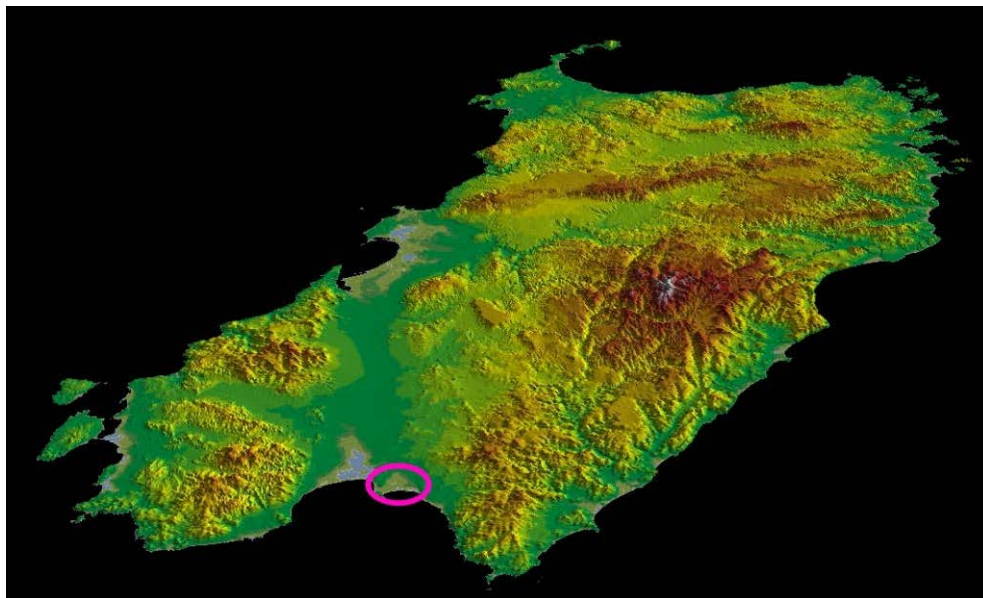
Indice

1	DESCRIZIONE DELLE AREE DI STUDIO	3
2	ASPETTI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DEL SETTORE IN CUI INSISTE IL PARCO DI MOLENTARGIUS	4
2.1	LE UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE.....	4
2.1.1	Marne di Gesturi (GST).....	5
2.1.2	Arenarie di Pirri (ADP)	6
2.1.3	Depositi di versante (a)	7
2.1.4	Coltri eluvio-colluviali (b2)	7
2.1.5	Depositi di ambiente palustre (e5).....	7
2.1.6	Depositi alluvionali degli alvei attuali (b, b2, bna, bnb)	8
3	LE FORME ED I PROCESSI NEL TERRITORIO DEL PARCO	10
3.1	IL VARIARE DEL LIVELLO DI BASE (LIVELLO DEL MARE) E ALCUNE IMPLICAZIONI.	14
3.2	CARTA GEOMORFOLOGICA.....	17
3.3	I PROCESSI ATTIVI NEL SETTORE DEL PARCO	18
3.3.1	FORME E PROCESSI FLUVIALI.....	19
3.3.2	FORME DERIVANTI DA PROCESSI COSTIERI E LITORALI	19
3.3.3	FORME ANTROPICHE	20
4	LA CARTA DI SINTESI DI PERICOLOSITA' DA FRANA	21
5	INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO	23
6	LA PERICOLOSITÀ DA FRANA NELLE AREE DEL PARCO E NELLE ADIACENZE	24
7	ASPETTI DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL SETTORE IN CUI INSISTE IL PARCO DI MOLENTARGIUS	26
7.1	INDIVIDUAZIONE DELL'AREA	26
8	IL SISTEMA DELLE ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI AFFERENTI IL SISTEMA DI MOLENTARGIUS	27
8.1	IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	27
9	LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA VIGENTE NELLE AREE DEL PARCO ED IN QUELLE ADIACENTI.....	31
10	CRITICITÀ DEL SISTEMA DEGLI ELEMENTI IDRICI E DEL PARCO.....	37
10.1	VALUTAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ DELLA ZONIZZAZIONE PROPOSTA	37
10.2	INTERAZIONE CON I DEFLUSSI	37
11	CONCLUSIONI	38

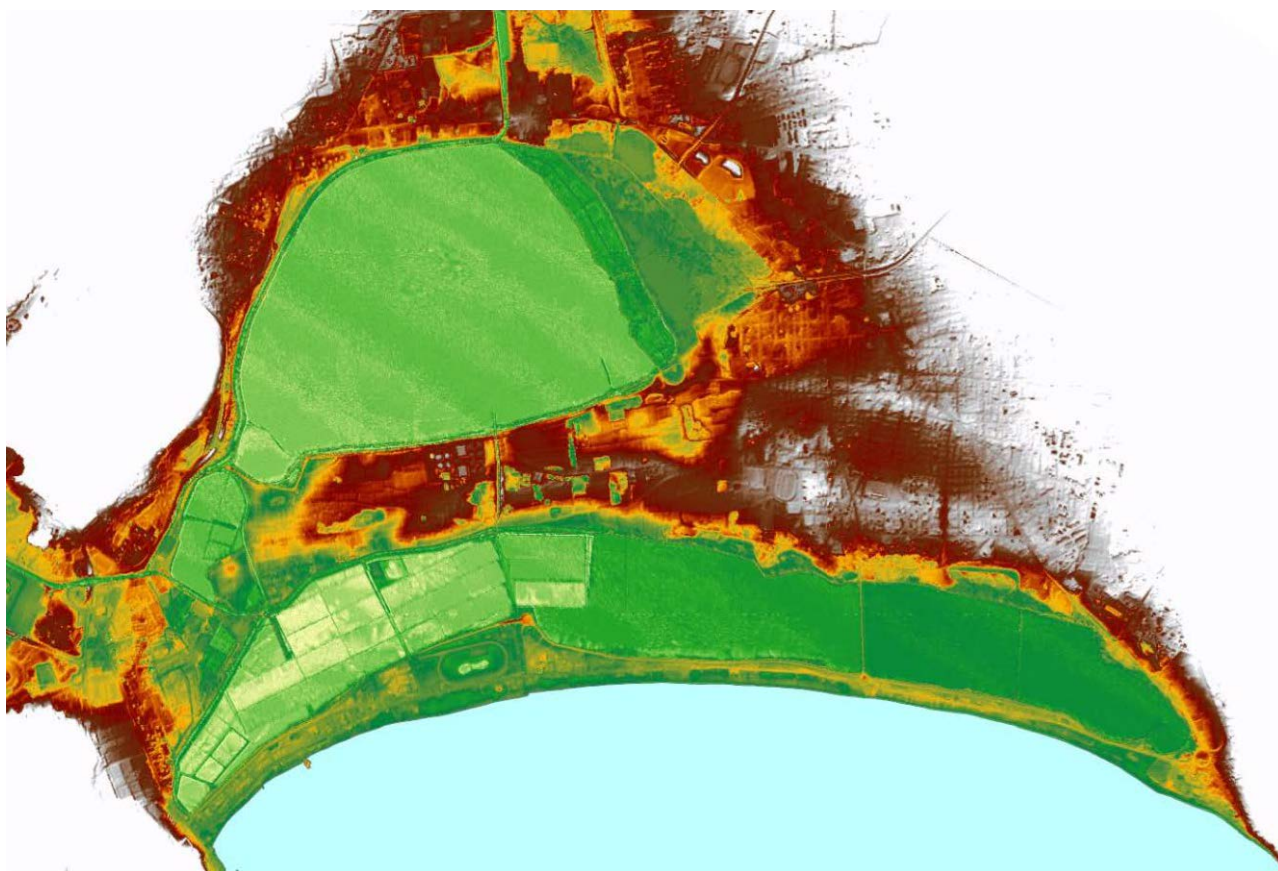
1 DESCRIZIONE DELLE AREE DI STUDIO

L'area di riferimento è quella del territorio del Parco di Molentargius, ricadente interamente nei bacini idrografici minori adducenti al Golfo di Cagliari.

Il presente lavoro, descrive elementi relativi alle pericolosità PAI ai fini della valutazione interna della coerenza della pianificazione proposta dal Parco.



Modello del rilievo – La posizione del territorio del Parco nella Sardegna



Il modello DTM LIDAR a passo 1 metro colorato per altimetria tra 0 e 12 metri s.l.m.m.

2 ASPETTI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DEL SETTORE IN CUI INSISTE IL PARCO DI MOLENTARGIUS

La considerazione della pericolosità idraulica si rende necessaria al fine di una complessiva verifica della interferenza della pianificazione in atto con il sistema delle pericolosità ad oggi riscontrate nell'area.

Giova inoltre richiamare che, pur trattandosi di un piano a carattere non urbanistico non è soggetto agli studi ex art. 8 comma 2 ter delle NTA PAI (agg. febbraio 2018).

In ogni caso, le competenze sarebbero ancora in capo all'Agenzia del Distretto Idrografico della Regione Sardegna, in quanto il Piano ricade in un'estensione territoriale comprendente più Amministrazioni Comunali.

2.1 LE UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE

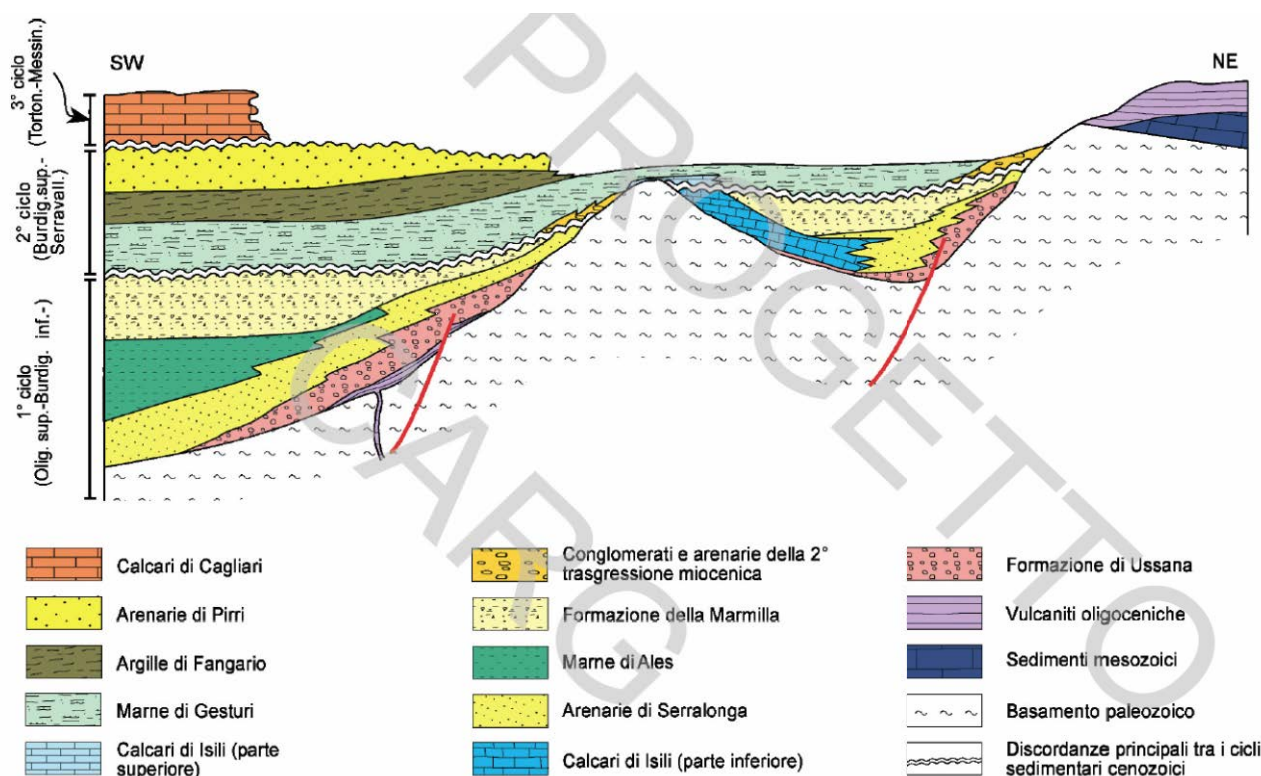


Fig. 5 - Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni cenozoiche della Sardegna meridionale (da CARMIGNANI et alii, 2001b, modificato).

Mappa – Lo schema stratigrafico rappresentante il settore est del golfo, verso i rilievi paleozoici

2.1.1 Marne di Gesturi (GST)

Le Marne di Gesturi costituiscono la formazione più antica affiorante nel territorio comunale.



Foto – Le marne affioranti nel taglio di monte della strada comunale s’Ecca a nord di Bingia Floris

La formazione è costituita da marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nanoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali.



Foto – La sequenza esposta in adiacenza a Terr’e Teula in uno scavo fresco (21/05/2016)

Le marne sono da gialle a grigie a verdastre, con marcata fissilità nei termini più siltitici e fratturazione pseudo-concoide (“a saponetta”) in quelli più argillosi.



Foto – Le marne affioranti nel taglio di monte della strada ad ovest di Terr’e Teula

Laminazioni piano-parallele e rare ondulazioni sono associate ad evidenti alternanze tessiturali. Sulle superfici di strato talora si osservano minerali micacei submillimetrici. Il cemento è carbonatico.

Il substrato delle marne di Gesturi è rappresentato dal membro delle arenarie di Serralunga (NLL2), mentre al tetto si può osservare sia il passaggio graduale, eteropico, alle argille di Fangario che direttamente alle arenarie di Pirri.

BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO.

2.1.2 Arenarie di Pirri (ADP)

Le Arenarie, costituite da arenarie marnose e/o siltose e siltiti grigio-verdastre, calcareniti giallastre, con molluschi, echinidi irregolari, alghe (*Lithothamnium*) e foraminiferi planctonici e sudordinate sabbie biancastre con locali lenti di lenti di conglomerati a clasti di metamorfiti, affiorano diffusamente nelle parti maggiormente elevate poco al di fuori del territorio comunale.

Questa formazione è sovente costituita da arenarie in banchi ben cementati di spessore variabile dal decimetro al metro, alle quali si alternano sabbie quasi incoerenti.

Le sabbie, di spessore decimetrico nelle parti basali della successione, diventano rilevanti verso l'alto con banchi plurimetrici.

Presso le cave di argilla in loc. S. Lorenzo, attualmente adibite a discarica, affiorano sabbioni grossolani inglobanti grossi sferoidi arenacei litificati (“palle di S. Lorenzo” 50÷80 cm), alcuni dei quali mostrano inclusi frammenti marnosi.

2.1.3 Depositi di versante (a)

Affiorano limitatamente lungo i versanti dei rilievi paleozoici e con estensione ridotta sui rilievi collinari cenozoici. Ricoprono o si interdigitano con i depositi alluvionali terrazzati olocenici.

Si tratta di depositi detritici costituiti da clasti angolosi con, generalmente, spessore limitato (alcuni metri) osservati sulle pendici dei rilievi.

L'abbondante frazione organica all'interno dei livelli detritici suggerisce la loro messa in posto durante l'Olocene ma non è escluso che alla base di alcuni depositi siano rappresentati anche sedimenti pleistocenici.

OLOCENE

2.1.4 Coltri eluvio-colluviali (b2)

Affiorano lungo i versanti dolci dei rilievi cenozoici e ricoprono in genere i depositi alluvionali terrazzati olocenici.

Si tratta di depositi in cui sono presenti percentuali variabili di sedimenti fini (sabbia e silt) più o meno pedogenizzati ed arricchiti della frazione organica. Generalmente sono mescolati con sedimenti più grossolani, di solito detriti da fini a medi, sempre subordinati.

L'attribuzione all'Olocene di questi depositi è dovuta alla presenza, nelle poche sezioni osservate, di una elevata frazione organica. Questa suggerisce che si tratti di sedimenti derivati dall'erosione del suolo durante l'Olocene e mescolati a sedimenti provenienti per degradazione fisica direttamente dal substrato.

L'attribuzione è confermata anche dal fatto che questi depositi sono in genere ubicati all'interno delle incisioni che interessano le conoidi pleistoceniche. Il loro spessore è in genere esiguo (qualche metro).

OLOCENE

2.1.5 Depositi di ambiente palustre (e5)

I depositi di ambiente palustre presenti nell'area afferiscono situazioni differenti nella genesi e nel substrato.

Un complesso di depositi di ambiente palustre sono:

- Il sistema Molentargius (Bellarosa maggiore e minore) (prossimi ma esterni)
- Il sistema delle aree bonificate del Pauli Pirri (Terramaini – ex Aeroporto)

Tutti questi sistemi per motivi diversi e in momenti diversi sono stati sostanzialmente mutati nelle loro caratteristiche base.

Di essi si tratterà anche nella descrizione morfologica.

Si tratta di sedimenti fini costituiti da argille limose grigio-verdastre con abbondante frazione organica e frammenti conchigliari, a luoghi ciottolose (depositi di tempesta), localmente,

parzialmente stabilizzate e colonizzate dalla vegetazione, localmente antropizzate come nella parte interna dello Stagno di Quartu (Margine Rosso).

I depositi palustri dello Stagno di Molentargius sono invece costituiti da argille limose ed erano originati dal trasporto solido proveniente dai corsi d'acqua minori provenienti dalla fascia pedemontana.

I rapporti stratigrafici con altre unità sedimentarie sono stati osservati sulle sponde dello stagno di Molentargius e nell'area dell'ex Stagno di Monserrato, dove i depositi palustri giacciono su ghiaie alluvionali poligeniche, con clasti ben elaborati di metamorfiti prevalenti, ascritte ai depositi alluvionali recenti olocenici.

Sedimenti fini sono stati descritti nella parte interna dello Stagno di Molentargius, lo Stagno di Monserrato e gli stagni più interni di San Lorenzo, Simbirizzi, San Forzorio, e esterno a Monserrato, su Staini di Mara.

OLOCENE



2.1.6 Depositi alluvionali degli alvei attuali (b, b2, bna, bnb)

Si tratta dei depositi alluvionali recenti costituiti da ghiaie grosse e sabbie che formano conoidi terrazzate.

Foto – Lo scheletro residuo delle alluvioni a elementi paleozoici, sulla sommità di Terr'e Teula, messo in luce dalla pioggia dopo l'aratura

Lungo gli alvei fluviali presenti dell'intera area si riscontrano depositi alluvionali di diversa natura in funzione delle molteplici litologie attraverso le quali scorrono i corsi d'acqua e della loro energia.

Si tratta comunque di alluvioni all'interno delle quali è possibile fare una distinzione a seconda del materiale predominante; abbiamo così depositi dei letti fluviali ghiaie prevalenti, sabbie prevalenti e limi e argille prevalenti. Il loro spessore è difficilmente valutabile anche se dovrebbe aggirarsi, al massimo, intorno ai 10 m.

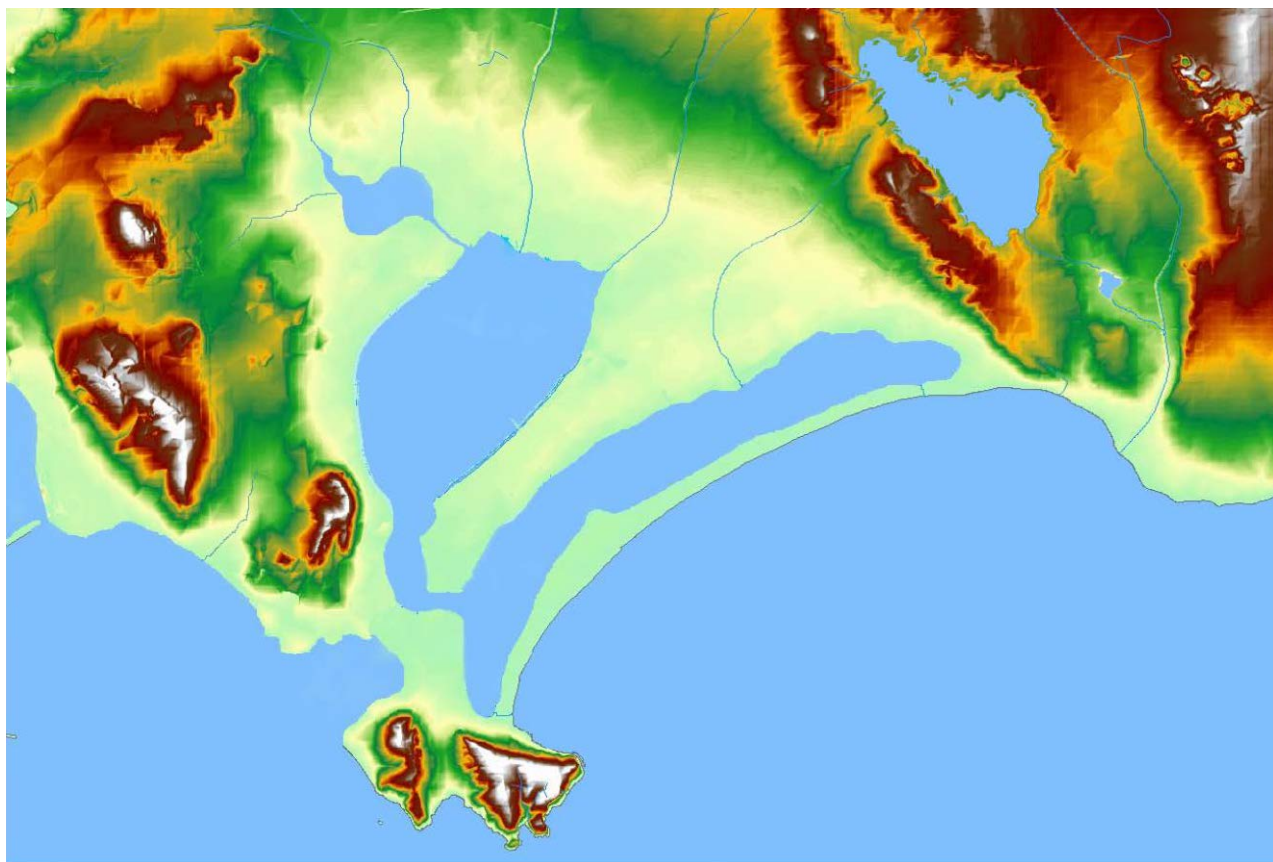
OLOCENE

3 LE FORME ED I PROCESSI NEL TERRITORIO DEL PARCO

La conca orientale cagliaritana é il risultato della colmata della fossa tettonica terziaria operata dalle alluvioni antiche e recenti dei corsi d'acqua discendenti dalle pendici dei rilievi che ne formano le quinte.

Il territorio del Parco, l'arco di viale Marconi ed il mare, in corrispondenza di una serie di corsi d'acqua che discendevano dal complesso di Serpeddì, presenta deboli pendenze e dislivelli poco significativi, è caratterizzato da forme piatte, poco articolate, talora depresse.

I processi morfogenetici più significativi sono quelli fluviali , litorali e retro litorali, , nonché quelli relativi all'attività antropica. Di seguito vengono elencati i principali elementi morfologici espressi nella cartografia allegata.



Mappa – Il territorio del Parco (visto come poteva apparire prima delle sistemazioni idrauliche e la trasformazione in salina del sistema)

L'erosione differenziale ed i paleo processi litorali sono forse il principale motivo della macromorfologia del territorio del Parco.

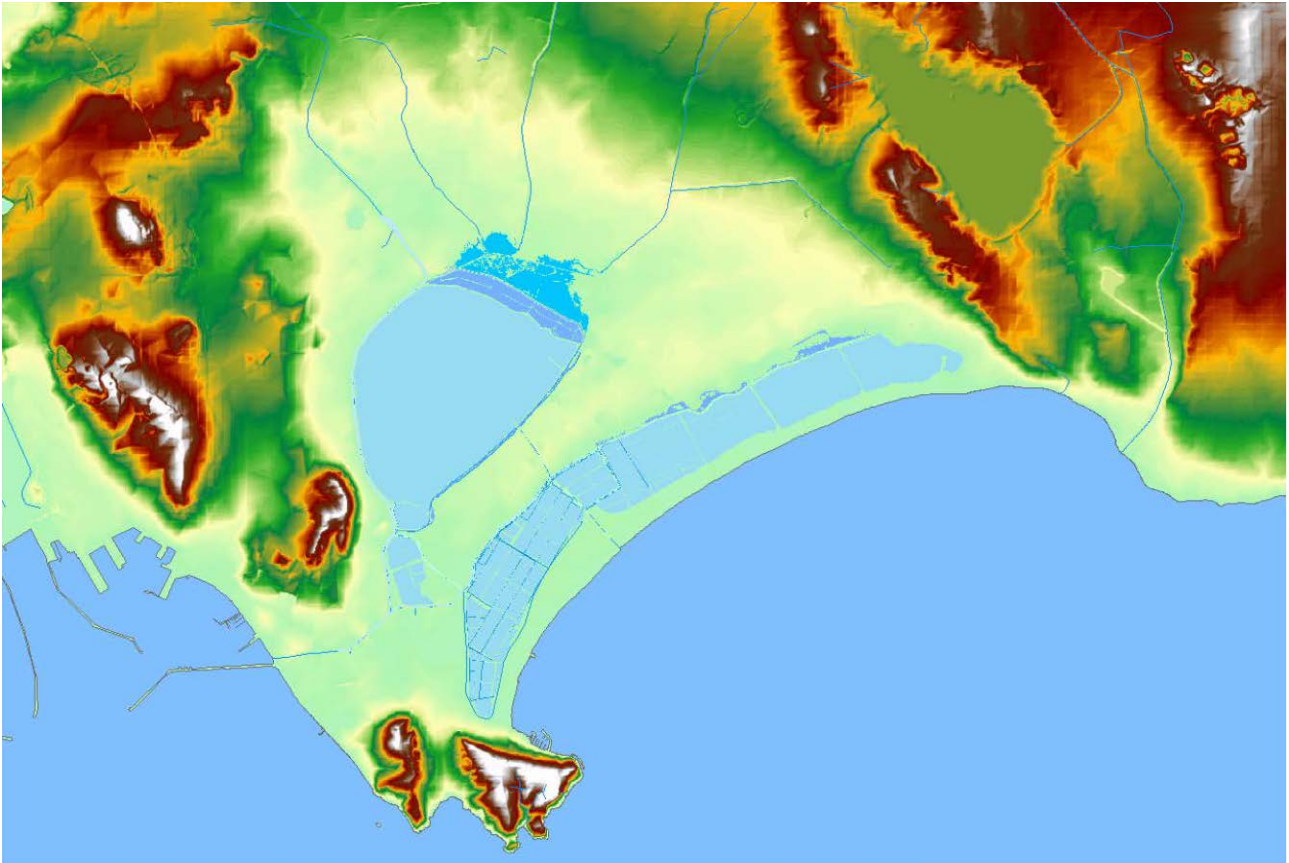
Tra i bordi del Sarrabus, costituito da rocce paleozoiche metamorfiche ed intrusive, ed il livello del mare, affiorano terreni di età terziaria, molto più erodibili.

Le aree più elevate dell'area sono poste nel massiccio ercinico del Sarrabus, notevolmente peneplanato e reinciso da profonde valli.

Il paesaggio presente è schematicamente "giovane" e si è originato a discapito dell'antico peneplano ercinico, reinciso dalle valli recenti, di cui rimangono solo alcuni lembi che si rinvergono

a NE a quote medie di 600-700 m, che si abbassano lievemente verso il Campidano. Lo spianamento ha interessato localmente anche gli affioramenti oligocenici-aquitani della formazione di Ussana, che affiorano sino a quote di 600 m nei settori a NO di Quartu.

La peneplanazione è presumibilmente il risultato di più eventi erosivi succedutisi nel tempo dal Triassico all'Oligocene e verosimilmente costituisce la riesumazione di un'antica superficie spianata. Lo spianamento della formazione di Ussana, nel settore di Soleminis - Dolianova, suggerisce comunque che parte di esso e della eventuale riesumazione siano successivi all'Aquitano.



Mappa – Il territorio del Parco (visto attualmente) può essere suddiviso in due grandi unità morfologiche omogenee

Il brusco gradino tra le formazioni paleozoiche e quelle cenozoiche è in parte da associare ad erosione selettiva, sebbene sia orientato come numerose faglie e lineamenti strutturali paralleli al Campidano rilevate su questo settore.

Ai piedi dei versanti, modellato sulle formazioni terziarie, si rinviene il terrazzo alluvionale del Pleistocene superiore, fortemente smembrato dall'erosione delle valli. Prima della fase di aggradazione in quest'area si erano modellati estesi pediment-glacis di erosione.

Al contrario, le conoidi oloceniche sono ancora facilmente riconoscibili e localmente tuttora attive.

L'approfondimento del reticolo idrografico ha generato una tipica morfologia a terrazzi che ha interessato sia le parti prossimali che le parti distali e le pianure alluvionali anche oloceniche, come dimostrato dal rinvenimento di ceramiche fluite e dalla datazione effettuata a Sa Matta Manna (Canale EAF).

Le dinamiche costiere hanno risentito fortemente dell'apporto di sedimenti fluviali. Nel Pleistocene superiore i corsi d'acqua portavano sedimenti sin al bordo della scarpata continentale e le morfologie relative sono in larga parte sepolte dalle dinamiche oloceniche; sembrano fare eccezione i lembi di depositi litorali, per i quali è prospettata un'età tirreniana.

Durante l'Olocene ed in particolare a seguito delle importanti attività estrattive operate lungo le aste fluviali, larghe porzioni dell'area costiera sono state interessate da un'importante erosione e dal modellamento di una falesia viva, come ad ovest di Capitana.

In questo settore, in corrispondenza delle foci dei Rii Cuba, Corongiu - Su Pau ed Is Ammostus-Foxi, sono presenti tipici delta conoidi dalla cui erosione e deriva litorale verso ovest si sarebbe originata la spiaggia del Poetto.

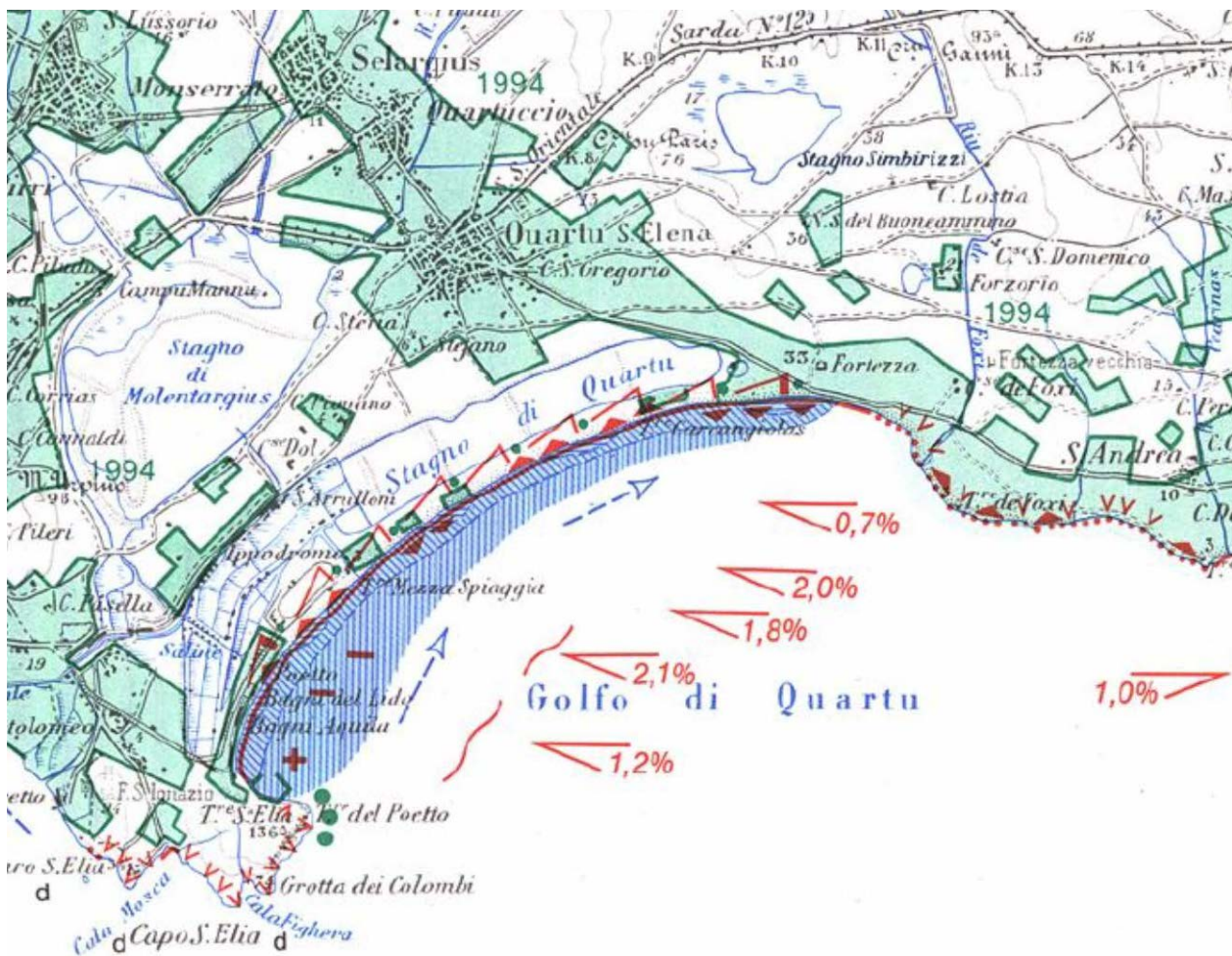
Nell'area che borda il Campidano verso est, tra il mare e Sinnai, sono presenti una serie di dorsali che talora hanno alla sommità depositi del Pleistocene superiore. La quota di affioramento di questi depositi, talora non perfettamente raccordabili, l'orientamento delle valli parallele al versante e la presenza di alcune depressioni chiuse (Staini di Simbirizzi e di Arcu Staini) sembrano suggerire, come già ipotizzato in passato (CHERCHI et alii, 1978a, c), l'attività di faglie listriche che hanno generato deformazioni gravitative profonde di versante. Sono presenti nel territorio del Parco evidenze di fenomeni di modellazione di versante che costituiscono pericolo in modo diretto o indiretto per la vita umana.

Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

- Superfici di terrazzo
- Orlo di terrazzo
- Orlo di terrazzo degradato
- Solchi da ruscellamento concentrato
- Alveo con sponda in erosione
- Aree inondabili e direzione di esondazioni
- Superficie con dilavamento concentrato
- Forme di dilavamento diffuso
- Aree depresse a drenaggio limitato

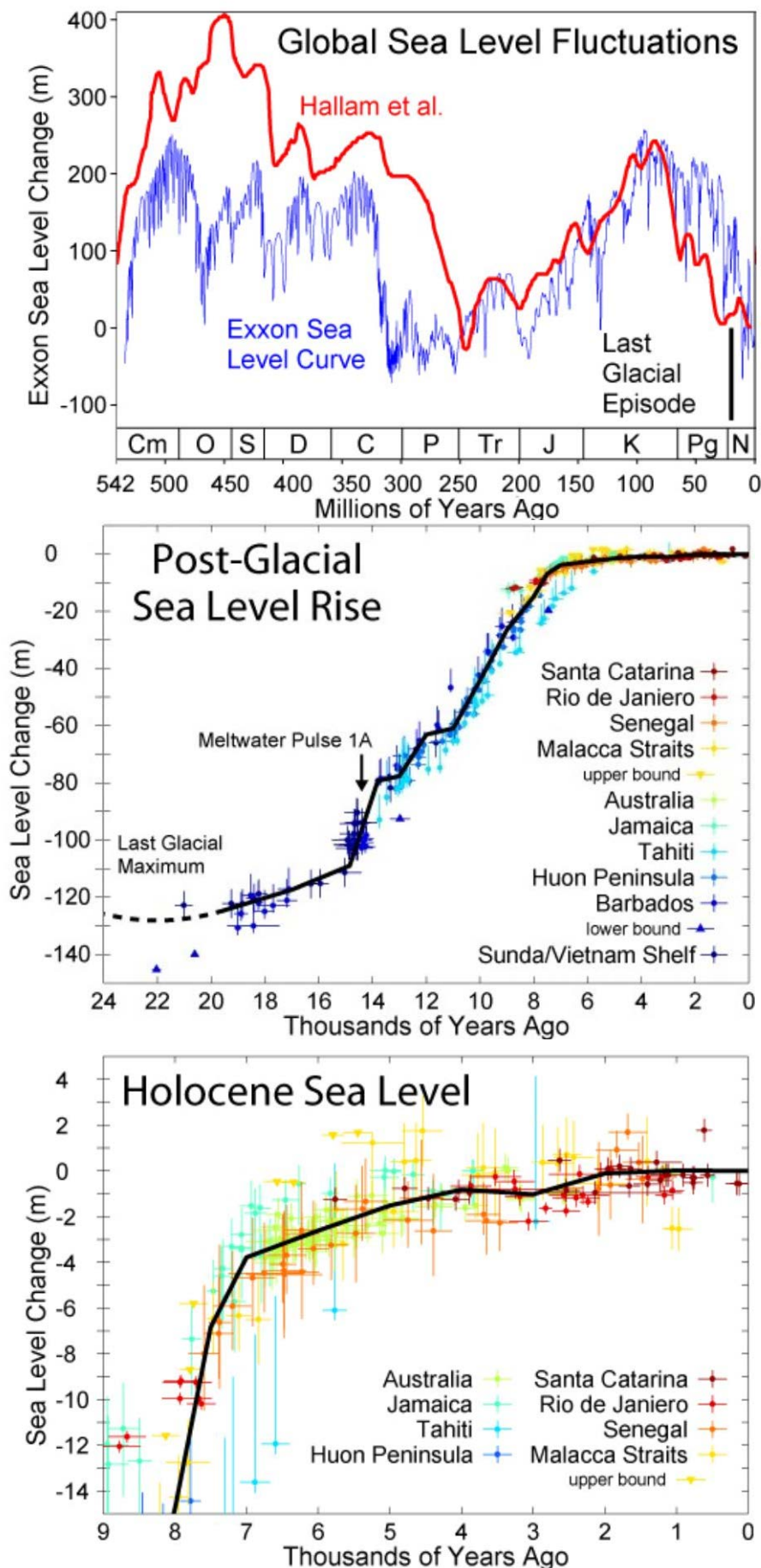
Forme e processi antropici

- Orlo di scarpata di cava attiva
- Orlo di scarpata di cava non attiva
- Canale di scolo
- Canale d'acqua canalizzato
- Corso d'acqua rettificato
- Discariche attive e inattive



Mappa – L'erosione del litorale descritta nell'Atlante delle Spiagge mostra, come poi riscontrabile in realtà, un'a progressiva erosione del lato W ed un ampliamento del sedime del lato E

3.1 IL VARIARE DEL LIVELLO DI BASE (LIVELLO DEL MARE) E ALCUNE IMPLICAZIONI



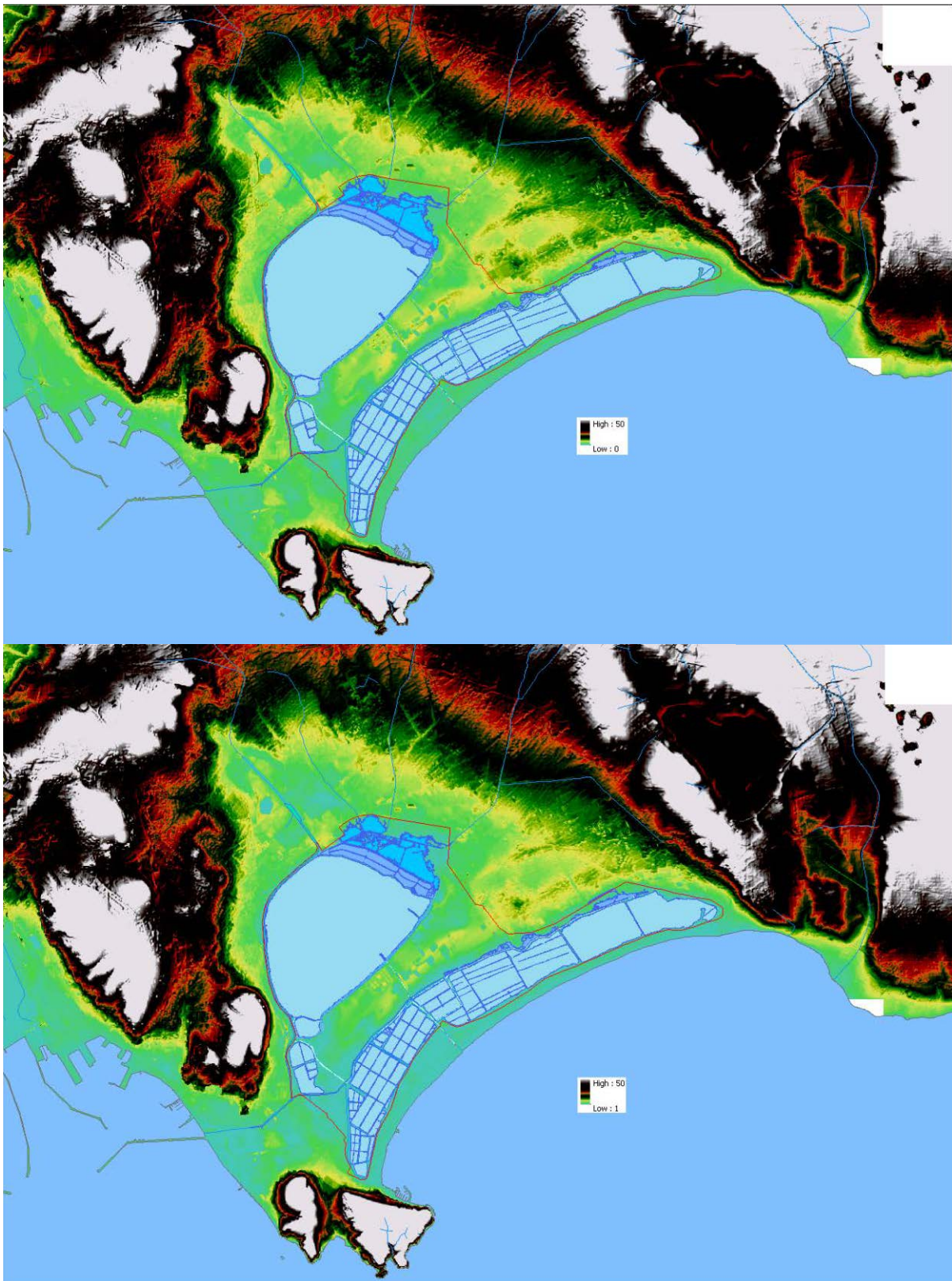
Nelle immagini al fianco è possibile percepire quale sia stato l'oscillare del livello del mare da 542 milioni di anni ad oggi e come dai -120 m dell'ultimo glaciale (tra i 20 ed i 22 mila anni fa), ai -2 m di circa 3000 anni fa, si sia giunti al livello attuale.

Il livello del mare, ora in progressiva ascesa, in funzione delle variazioni climatiche già in corso ed ulteriormente enfatizzate dalle attività antropiche a partire dalla fine dell'800 per accelerare ulteriormente dagli anni '50 ad oggi, costituisce un ineluttabile riferimento per numerosi motivi.

Il livello del mare costituisce il recapito finale del Bellarosa minore nel Terramaini che è un canale a marea.

Altresì, il livello del mare influenza la quota dell'intrusione salina nelle falde della Piana di Is Arenas – Medau su Cramu, già scarsamente alimentate da acque dolci (non oltre i 200-300 mm anno di precipitazioni).

Il livello del mare, in crescita negli ultimi anni al ritmo di 3.5 mm/anno, ha accelerato la sua salita, e salvo eventi spot (p.e. eruzioni vulcaniche significative, verificarsi del minimo delle macchie solari ovvero il minimo di Maunden), entro alcune decine di anni il livello salirà di alcuni decimetri e il sistema si troverà non più in grado di smaltire le acque con l'attuale dislivello, costringendo il sistema ad uno stress.



Modelli DTM con quota base 0 (sopra) e +1 (sotto) - Raffronto tra quota mare attuale e quota a +1 m s.l.m.m.: le aree in azzurro sarebbero sostanzialmente inondate ad acque ferme

Altresì, la quota di recapito a mare incrementata, obbligherà il sistema ad un progressivo innalzamento del profilo di equilibrio dei corsi d'acqua che recapitano nel Terramaini con ulteriori problemi per quelli che recapitano nel Bellarosa minore.



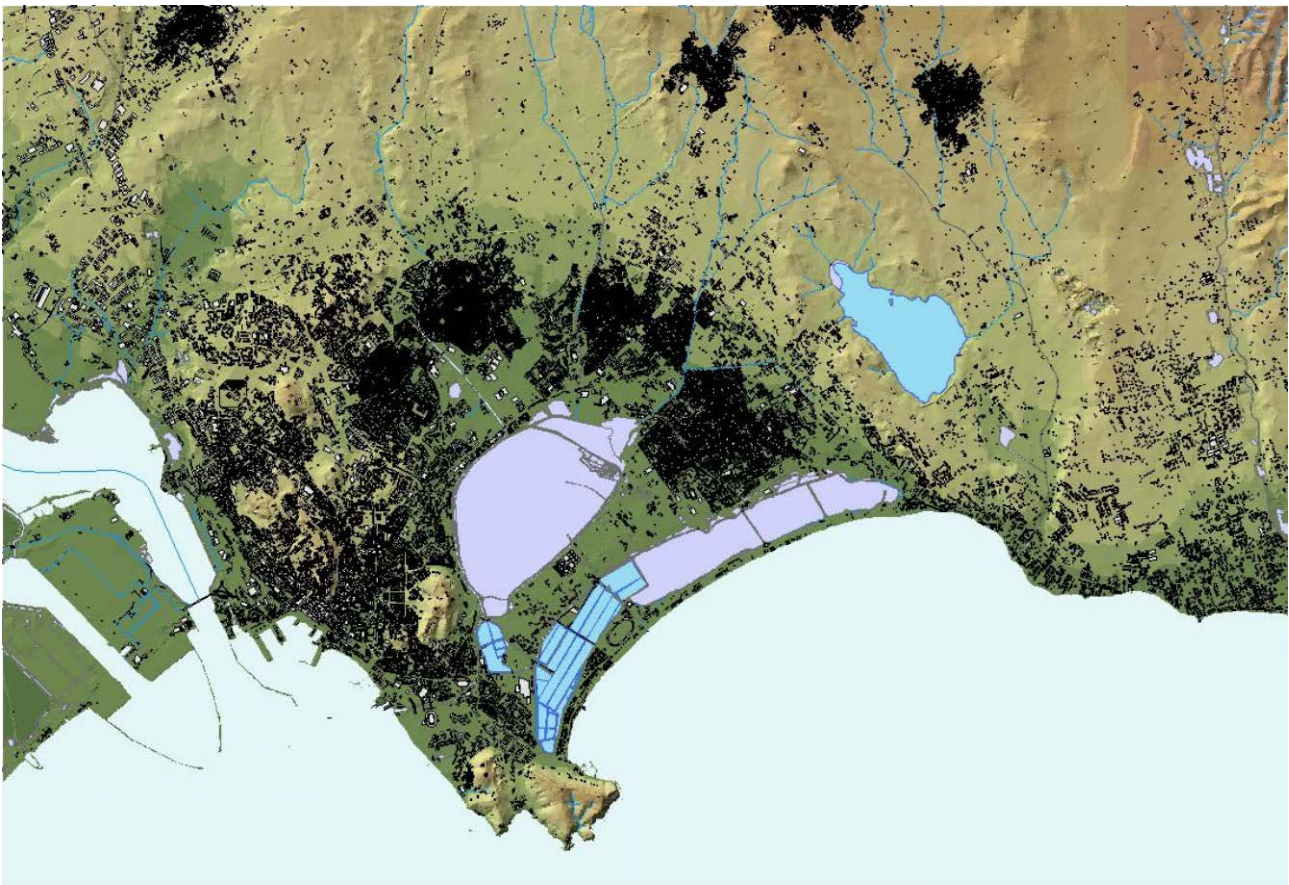
Modelli DTM con quota base 0 (sopra) e +1 (sotto) - Raffronto tra quota mare attuale e quota a +1 m s.l.m.m.: le aree in azzurro sarebbero sostanzialmente inondate ad acque ferme

Conseguentemente andranno previste attività miranti alla conservazione dell'equilibrio del sistema di circolazione idrico, dall'approvvigionamento alla consegna a quota mare variabile.

3.2 CARTA GEOMORFOLOGICA

La Carta Geomorfologica rappresenta le caratteristiche del paesaggio in riferimento ai fenomeni geologici e strutturali, geomorfologici e litologici che lo generano.

La metodologia di mappatura delle forme e dei processi a cui fa riferimento la legenda è di tipo "classico". Lo strumento principale utilizzato nella fase dell'acquisizione dei dati è stato la fotointerpretazione stereoscopica e delle ortofoto digitali o delle immagini da satellite appoggiate sul modello altimetrico del terreno. Specifiche esigenze locali hanno reso necessario il ricorso all'analisi multi temporale delle diverse informazioni fotografiche analogiche, orto fotografiche e cartografiche disponibili.



Mappa – Rapporto tra edificato e morfologia nei primi comuni dell'arco orientale del Golfo

Il lavoro è stato integrato con informazioni georiferite disponibili, provenienti da fonti bibliografiche (cartografie, banche dati geografiche, inventari etc.) e verificato attraverso un rilevamento di campagna finalizzato alla definizione delle chiavi di interpretazione e alla verifica delle forme rilevate e dei processi genetici relativi. La fase di campagna ha poi tenuto in debito conto le differenze legate alle diversità stagionali e comunque alla data di ripresa delle diverse coperture aerofotografiche analogiche, orto fotografiche e delle immagini da satellite.

Il PPR associa a taluni, processi e forme, norme di indirizzo, direttive, modalità di tutela e salvaguardia, attraverso la definizione dei valori geologici, con la costituzione di geositi e geomorfositi.

La cartografia geolitologica e quella geomorfologica, permettono, in relazione al dovuto adeguamento al PAI, la redazione di tematismi derivati che identificano le principali condizioni di pericolo per l'uomo e gli insediamenti, conseguenti all'esposizione a potenziali calamità naturali, ovvero alla normale evoluzione del territorio attraverso i processi morfologici, geologici e idrogeologici.

La Carta geomorfologica è stata strutturata secondo quanto previsto dalle "Linee guida" proposte dal Servizio Geologico Nazionale. (Quaderno serie III, n. 4) e prevedere la raffigurazione dei caratteri morfografici e morfometrici, l'interpretazione della loro origine in funzione dei caratteri geomorfici (endogeni ed esogeni), passati e presenti, individuando la sequenza cronologica con la distinzione fra forme attive e forme non attive.

3.3 I PROCESSI ATTIVI NEL SETTORE DEL PARCO

La morfologia del territorio del Parco è costituita da forme riconducibili ad alcune grandi categorie:

- Forme fluviali
- Forme di versante dovute al dilavamento;
- Forme di disfacimento subaereo.
- Forme da processi marini
- Forme da processi eolici

Nel territorio del Parco non sono presenti processi attivi di tipo carsico come viceversa accade nelle aree contermini (colli cagliaritani).

Sono altresì presenti processi antropici vari, storicamente attivi, saltuariamente attivi e attualmente attivi.

L'età delle forme policronologiche è indicata con le sigle dei due periodi estremi con segno + interposto (ad esempio Ps+A = dal Pleistocene superiore all'Attuale); quando l'età dei processi non risulta valutabile con precisione si possono utilizzare le sigle dei due periodi estremi entro i quali può essere collocata, separati dal segno - (ad esempio Pm-Ps = tra il Pleistocene medio ed il Pleistocene superiore).

Le sigle adottate per la cronologia delle forme sono:

- PI = Pliocene
- Pi = Pleistocene inferiore
- Pm = Pleistocene medio
- Ps = Pleistocene superiore
- Ol = Olocene
- A = Attuale

In particolare, i processi riscontrati sono stati classificati in atto o meno, in funzione della probabilità di riattivazione o alla frequenza di riattivazione.

Conseguentemente, la valutazione di pericolosità è incentrata sulla prima delle seguenti categorie:

- forme in evoluzione per processi attivi o riattivabili;
- forme non più in evoluzione e non più riattivabili, nelle condizioni morfoclimatiche attuali, sotto l'azione dello stesso processo morfogenetico principale.

3.3.1 FORME E PROCESSI FLUVIALI

Il forte controllo strutturale ad andamento NNW- SSE, che caratterizza l'area, si riflette sull'impostazione dei principali corsi d'acqua.

La disposizione delle diaclasi (tra loro spesso ortogonali), unita alla presenza di un variegato corteo filoniano, ha favorito lo sviluppo di un reticolo idrografico ad andamento tipicamente angolare.

Il territorio del Parco è caratterizzato dalla presenza di alcuni corsi d'acqua significativi che pervengono al suo territorio con alvei non naturali, ma frutto di numerose attività di sistemazione idraulica.

Di nessuno di tali corsi d'acqua il territorio del Parco ospita interamente il bacino idrografico.

I processi fluviali presenti non danno luogo a fenomeni franosi significativi, fatto salvo il regredire delle scarpate alluvionali nei momenti di maggior azione erosiva del corso d'acqua.

Il carattere dei corsi d'acqua è tendenzialmente stagionale e le portate tendono a ridursi a zero nel periodo estivo.

3.3.2 FORME DERIVANTI DA PROCESSI COSTIERI E LITORALI

Tra le forme derivanti dai processi costieri o litorali sono per noi rilevanti quelle a carico dei lembi di costa che, bassa o alta, vengono progressivamente modificati, o per fenomeni spot o per evoluzione progressiva.

La maggior energia è evidentemente proveniente da W e man mano che la costa ruota, il settore litorale si trova esposto e si riduce la protezione e l'effetto erosivo aumenta fino alla foce del Foxi.

Le altre forme presenti, legate a processi eolici (settore del Poetto), non vengono analizzate direttamente in quanto non suscettibili di attivare fenomeni franosi o macro movimenti di masse.

Una gran parte dei processi è oggi inattiva a causa delle importanti interferenze prodotte dalla presenza umana.

3.3.3 FORME ANTROPICHE

Tra le forme antropiche, quelle maggiormente suscettibili di operare modificazioni nel territorio e produrre pericolosità in modo artificioso, le cave sono le attività più efficienti.

Nel territorio del Parco sono presenti alcune cave di sabbie, di materiali di paleo spiaggia e paleo duna (vedi spiaggia fossile).



Foto – Nel settore di Is Arenas erano presenti alcune cave di inerti che nell'arco degli ultimi 10 anni, abbandonate, sono state quasi totalmente modellate e sistemate, salvo quella rappresentata in fotografia

La pericolosità geologica delle aree estrattive è ricondotta normativamente a Hg2 al fine di consentirne la gestione in sede autorizzativa da parte dell'ADIS.

4 LA CARTA DI SINTESI DI PERICOLOSITA' DA FRANA

La Carta di sintesi della pericolosità deriva dalla verifica dei risultati dell'analisi geomorfologica di terreno aggiornata all'anno 2017 (fenomeni effettivamente presenti sul territorio - vedi "Carta dei fenomeni franosi") e dell'analisi delle condizioni di potenziale instabilità (vedi "Carta dell'instabilità potenziale dei versanti").

La "Carta di sintesi di pericolosità da frana" fornisce pertanto il quadro delle condizioni di stabilità del territorio dei singoli sub-bacini; essa si limita alla rappresentazione dei fenomeni di dissesto in atto e dei fattori che determinano la suscettibilità dei versanti al verificarsi di movimenti gravitativi e di massa .

La "Carta di sintesi di pericolosità da frana", dovrà rappresentare la condizione di pericolosità del territorio, indicata attraverso il parametro H_g , secondo quattro livelli indicati nella Tabella 17, a ciascuno dei quali si è attribuito un "peso" su base puramente empirica:

Tabella 17 - Definizione dei livelli di pericolosità del territorio.

<i>Pericolosità</i>		
<i>Classe</i>	<i>Intensità</i>	<i>Peso</i>
H_g1	<i>Moderata</i>	0,25
H_g2	<i>Media</i>	0,50
H_g3	<i>Elevata</i>	0,75
H_g4	<i>Molto elevata</i>	1

L'attribuzione del livello (ovvero del peso) di pericolosità ad un'area discenderà dal confronto tra lo stato di fatto attuale dei fenomeni franosi e le condizioni generali di instabilità potenziale sulla base di alcuni criteri generali quali:

- prevalenza di classe di instabilità potenziale
- presenza di indizi geomorfologici
- presenza di fenomeni di dissesto in atto e di indizi di movimento
- presenza di fattori tettonici (presenza di faglie o lineazioni riconosciute)
- presenza di copertura boschiva
- presenza di fattori altimetrici
- orientazione del versante.

In particolare, qui di seguito si specificano in dettaglio i quattro livelli di pericolosità al fine di una omogenea attribuzione.

H1 - Aree a pericolosità moderata

Le aree che ricadono in questa classe sono caratterizzate da condizioni generali di stabilità dei versanti, ovvero presentano i seguenti caratteri:

- classi di instabilità potenziale limitata o assente (classe 2 e classe 1)
- presenza di copertura boschiva
- esposizione prevalente dei versanti: Nord
- litologia prevalente: depositi alluvionali sabbiosi, calcari, dolomie e calcari dolomitici, etc.

H2 - Aree a pericolosità media

Le aree che ricadono in questa classe sono caratterizzate da prevalenti condizioni di media pericolosità, in particolare da:

- classe di instabilità potenziale media (classe 3)
- fenomeni di soliflusso
- fenomeni di dilavamento diffuso
- frane di crollo non attive/stabilizzate
- frane di scorrimento attive/stabilizzate
- aree di conoidi non attivatisi recentemente o completamente protette da opere di difesa
- superfici degradate per pascolamento
- presenza di copertura boschiva
- esposizione prevalente dei versanti: Nord
- litologia prevalente: depositi alluvionali depositi sabbiosi, porfidi, marmi saccaroidi e dolomitici, graniti massicci

H3 - Aree a pericolosità elevata

Le aree che ricadono in questa classe sono prevalentemente caratterizzate da fenomeni quiescenti e potenziali tali da condizionare l'uso del territorio; in particolare da:

- classe di instabilità potenziale forte (classe 4)
- presenza di lineamenti tettonici
- pareti in roccia
- orlo di scarpata o di terrazzo
- falde e conoidi di detrito colonizzati
- fenomeni di erosione delle incisioni vallive
- frane di crollo quiescenti
- frane di scorrimento quiescenti
- deformazioni gravitative profonde di versante non attive
- aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte
- fenomeni di fluidificazione dei suoli
- fenomeni di soliflusso
- fenomeni di dilavamento diffuso e concentrato
- litologia prevalente: depositi detritici; depositi alluvionali antichi, recenti, attuali; depositi argillosi e marnosi; calcescisti, micascisti, argilloscisti; filladi; anfiboliti, gneiss fratturati; graniti alterati con copertura di sabbioni.

H4 - Aree a pericolosità molto elevata

Le aree che ricadono in questa classe sono, in prevalenza, caratterizzate da una concentrazione di fenomeni in atto tali da condizionare fortemente l'uso del territorio; in particolare da

- classe di instabilità potenziale massima (classe 5)
- falde e conoidi di detrito attivi, in particolare posizionati in quota e su versanti esposti a sud
- aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte
- canali in roccia (e non) con scarico di detrito
- frane di crollo attive
- frane di scorrimento attive
- scivolamenti rapidi in roccia, detrito, fluidificazione di terreni sciolti superficiali
- piccole frane
- deformazioni gravitative profonde di versante attive
- crolli e fenomeni di instabilità lungo l'intaglio stradale.
- litologia prevalente: detrito di falda, conoidi detritici e conoidi di deiezione, alluvioni ghiaiose, antiche e terrazzate, sabbie eoliche, sabbie, anche grossolane con livelli ghiaiosi ed intercalazioni di arenarie, tufi, tufi conglomeratici, graniti, granodioriti alterati con potenti coperture di sabbioni arcosici

5 INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO

Nell'ambito del lavoro è stata attivata un'analisi conoscitiva dei fenomeni di dissesto e delle condizioni di pericolosità e rischio sul territorio studiato.

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 Province 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.

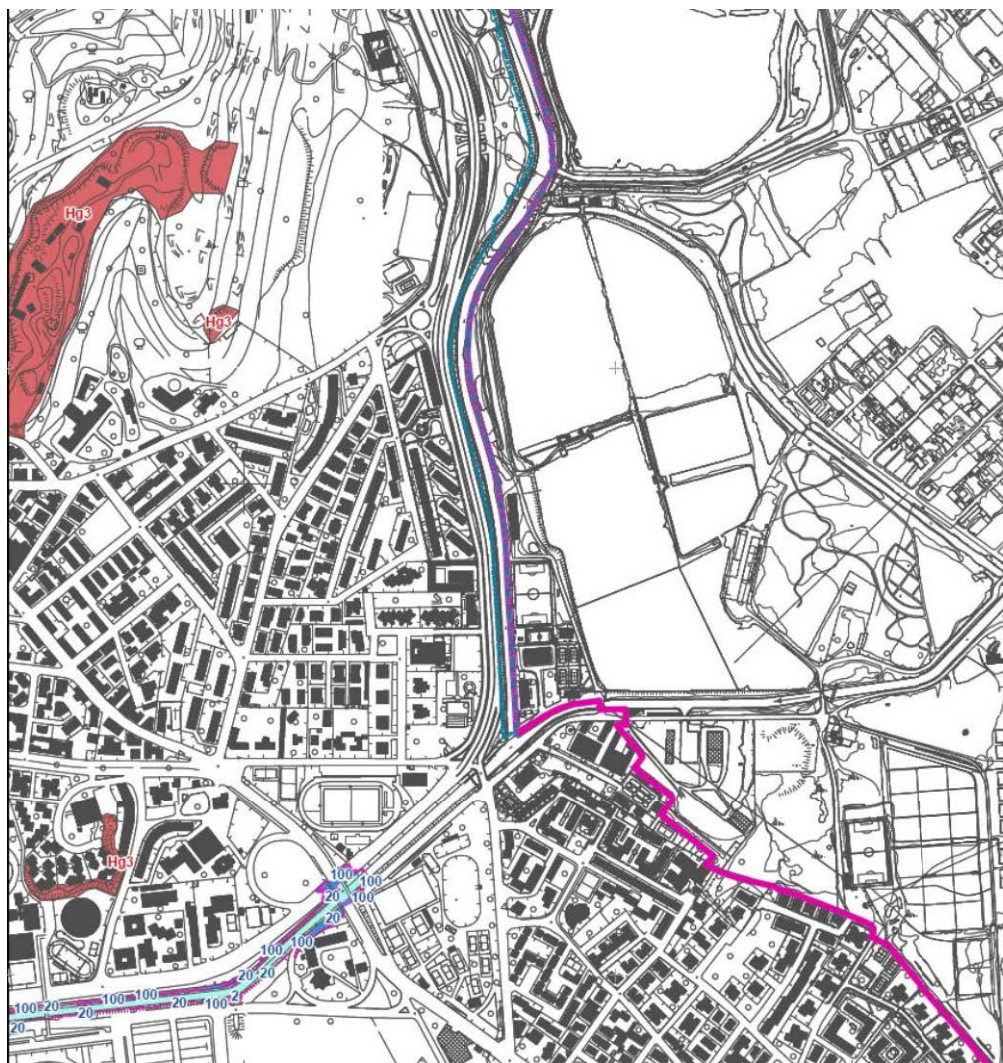
6 LA PERICOLOSITÀ DA FRANA NELLE AREE DEL PARCO E NELLE ADIACENZE

Nel territorio del Parco non sono presenti aree franose, fatto salvo per le aree di cava che andrebbero mappate come Hg2.

Nei versanti dei rilievi adiacenti, Sant'Elia e Monte Urpinu, sono presenti aree franose e processi morfologici di versante significativi, che comunque non interagiscono con il territorio del Parco



Mappa – La pericolosità vigente sul settore del Parco



Mappa – La pericolosità vigente su Monte Urpinu



Mappa – La pericolosità vigente su Calamosca – Sella del Diavolo

7 ASPETTI DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL SETTORE IN CUI INSISTE IL PARCO DI MOLENTARGIUS

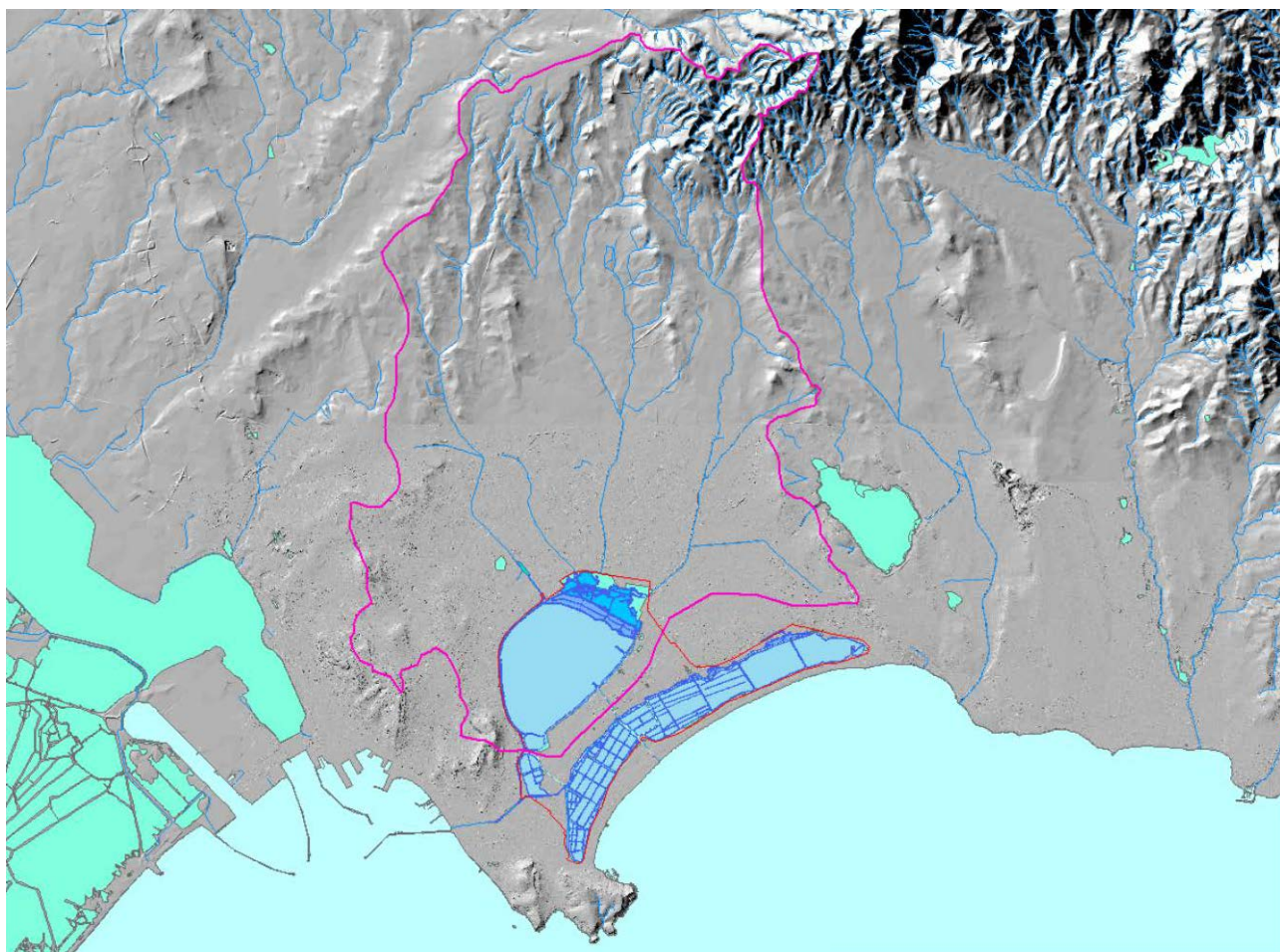
La considerazione della pericolosità idraulica si rende necessaria al fine di una complessiva verifica della interferenza della pianificazione in atto con il sistema delle pericolosità ad oggi riscontrate nell'area.

Giova inoltre richiamare che, pur trattandosi di un piano a carattere non urbanistico non è soggetto agli studi ex art. 8 comma 2 ter delle NTA PAI (agg. febbraio 2018).

In ogni caso, le competenze sarebbero ancora in capo all'Agenzia del Distretto Idrografico della Regione Sardegna, in quanto il Piano ricade in un'estensione territoriale comprendente più Amministrazioni Comunali.

7.1 INDIVIDUAZIONE DELL'AREA

Il Piano interessa il territorio del Parco di Molentargius e la sua estensione interferisce con il reticolo idrografico individuato ai fini del PAI con Deliberazione n. 3 del 30.07.2015¹



Mappa – Il bacino sotteso dal Molentargius e l'idrografia di riferimento (RAS 2018)

¹ Oggetto: Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs.49/2010 “Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna — Reticolo idrografico di riferimento per le finalità di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive

Il sistema dei corsi d'acqua, Nou, Mortu, Saliu e Cungiaus, afferisce sul Molentargius ed il bacino sotteso, dal Canale di Terramaini sotto la Fattoria, Monte Urpinu, è circa di 84.9 km².

Più compiutamente, gli elementi del reticolo idrografico con i quali il Parco si interseca sono :

1. il Riu Saliu;
2. il Riu Mortu;
3. il Riu Nou;
4. il Riu de Is Cungiaus.

8 IL SISTEMA DELLE ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI AFFERENTI IL SISTEMA DI MOLENTARGIUS

Per definire i caratteri idrogeologici dell'area sono stati analizzati gli aspetti riguardanti l'idrografia superficiale, sono stati descritti i caratteri idraulici delle formazioni rocciose presenti e sono state descritte le principali unità idrogeologiche.

8.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il territorio del Parco di Molentargius sottende una serie di bacini idrografici che afferivano la foce originaria della depressione morfologica di Molentargius.

Il sistema comprende alcuni bacini "minori" che discendono dal settore orientale della conca cagliaritana e da un lembo del rilievo del Monte Serpeddi.

L'idrografia superficiale del settore montano, è costituita da alcuni torrenti che drenano le acque del versante occidentale del Serpeddi che confluiscono in parte nel Rio is Cungiaus, da NE, e proseguono verso il confine SE del territorio comunale, attraversando l'abitato.

I torrenti che scendono lungo il versante SO di Chiccu Landiri alimentano il Rio de Guardiedda.

Il settore orientale di su Pranu alimenta il Rio di San Giovanni mentre il settore occidentale alimenta il Rio Cannas che si getta in territorio di Sestu.

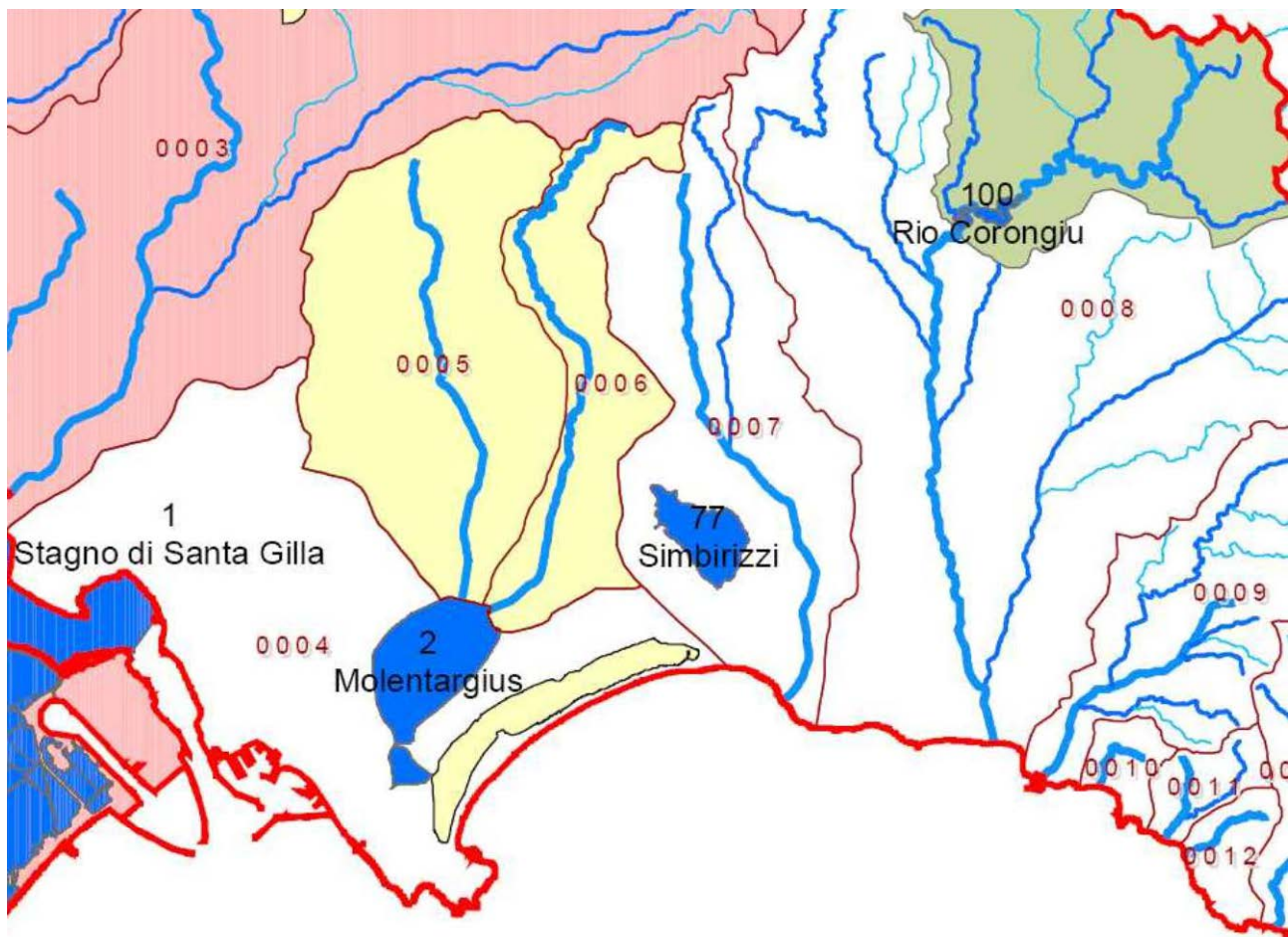
Questi ultimi bacini sono tutti caratterizzati da bacini imbriferi di limitata estensione e da regimi di tipo torrentizio, strettamente legati all'andamento delle precipitazioni.

Il pattern subdendritico del reticolo idrografico del settore paleozoico versante indica un certo controllo strutturale della rete idrografica.

Gli altri corsi d'acqua mostrano un corso declive e lineare, con pendenza ridotta e una sezione alveale scarsa, con una marcata tendenza al disalveamento nei momenti di piogge intense.

La parte montana degli impluvi è generalmente orientata NE-SO, e NO-SE, mentre nella parte pedemontana l'orientazione dominante ruota in varie direzioni.

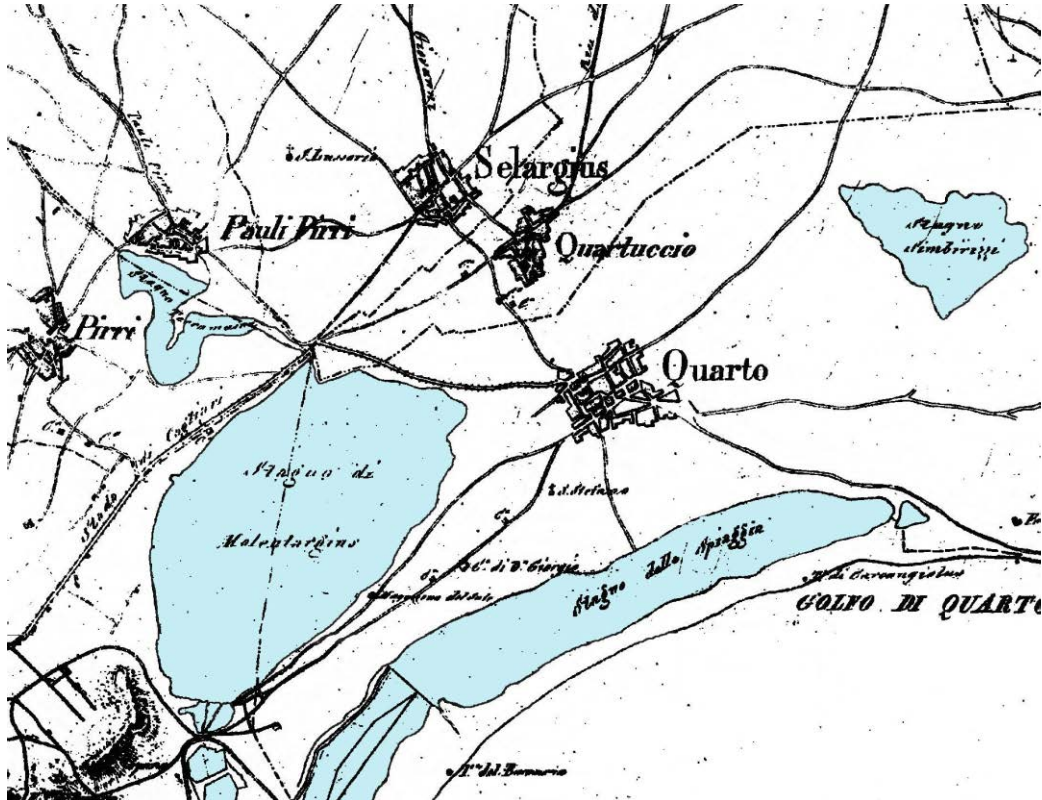
Sulla base della morfologia e delle cartografie storiche è stata ricostruita una idrografia antecedente le trasformazioni degli ultimi 3 secoli.



Mappa – La suddivisione in bacini fatta dal Piano Tutela delle Acque RAS



Il tale mappa sono evidenti le presenze di ampi specchi acquei concatenati tra loro e costituenti il recettore ultimo dei corsi d'acqua che drenano i rilievi paleozoici.

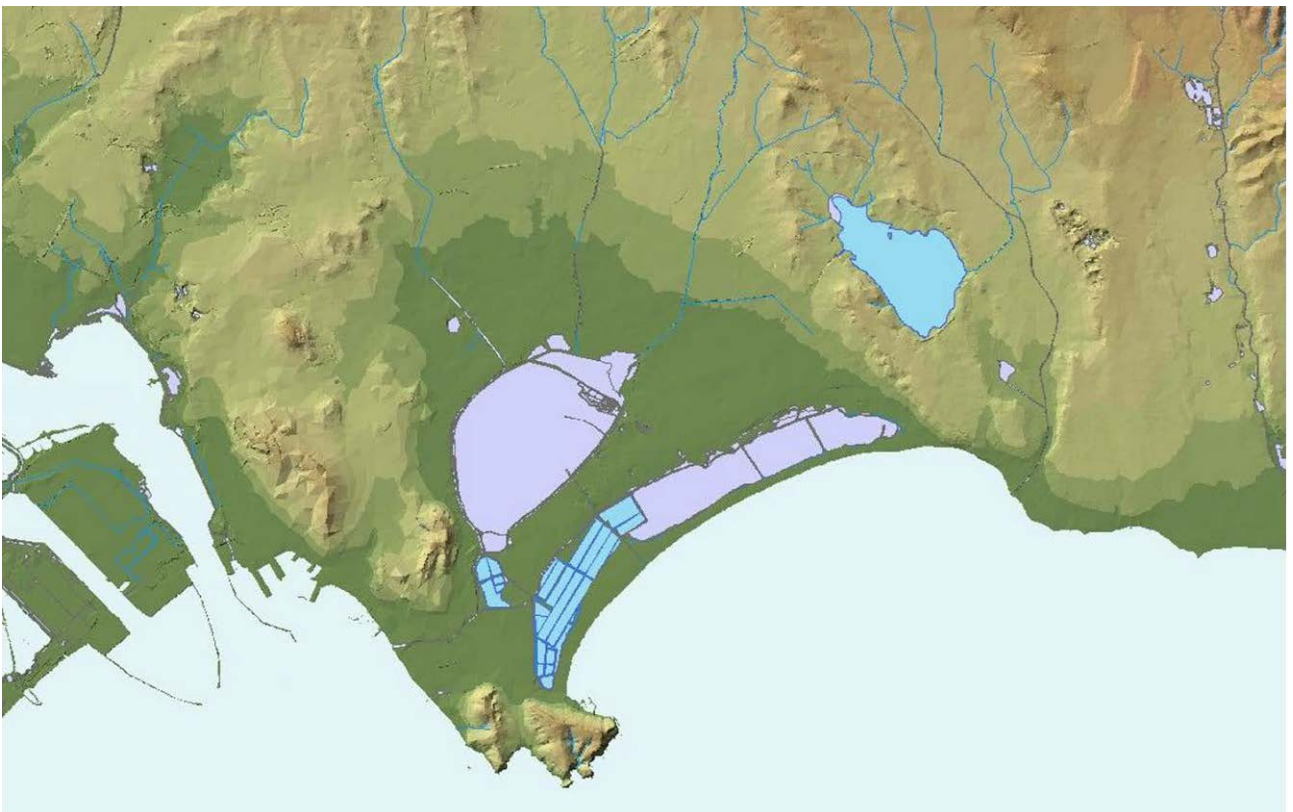


Mappa – La Marmora 1834 e sotto IGM 1900





Mappa – Idrografia antecedente le grandi modificazioni degli ultimi 300 anni



Mappa – Idrografia attuale

9 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA VIGENTE NELLE AREE DEL PARCO ED IN QUELLE ADIACENTI

Ai fini dell'individuazione del quadro vincolistico gravante nell'area, sono stati presi in considerazione i seguenti documenti:

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Sardegna approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016. Al suo interno è richiamata la mappa del danno potenziale ottenuto dall'involuppo delle seguenti carte:

- perimetrazioni della pericolosità e del rischio del P.A.I
- perimetrazioni della pericolosità e del rischio del P.S.F.F
- perimetrazioni di pericolosità presenti negli studi di dettaglio redatti ai sensi dell'art. 8, c.2 delle N.A. del P.A.I.
- perimetrazioni delle aree che sono state interessate dal fenomeno alluvionale "Cleopatra" del 18 novembre 2013.

Le perimetrazioni individuate nelle mappe di pericolosità e di rischio del PGRA fanno riferimento alla cartografia di cui sopra aggiornata a Dicembre 2014.

Si consegna di seguito un estratto del documento cartografico sopra richiamato



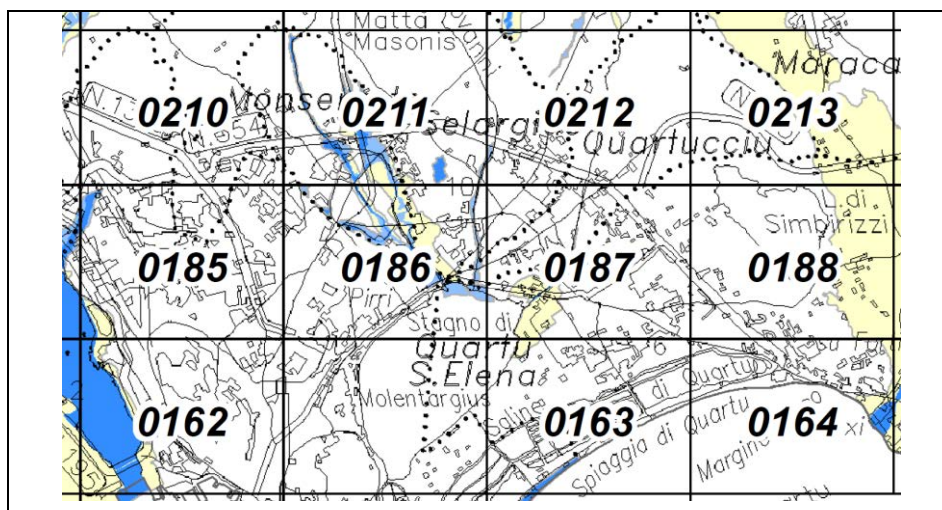


Figura 1 Stralcio del quadro di unione

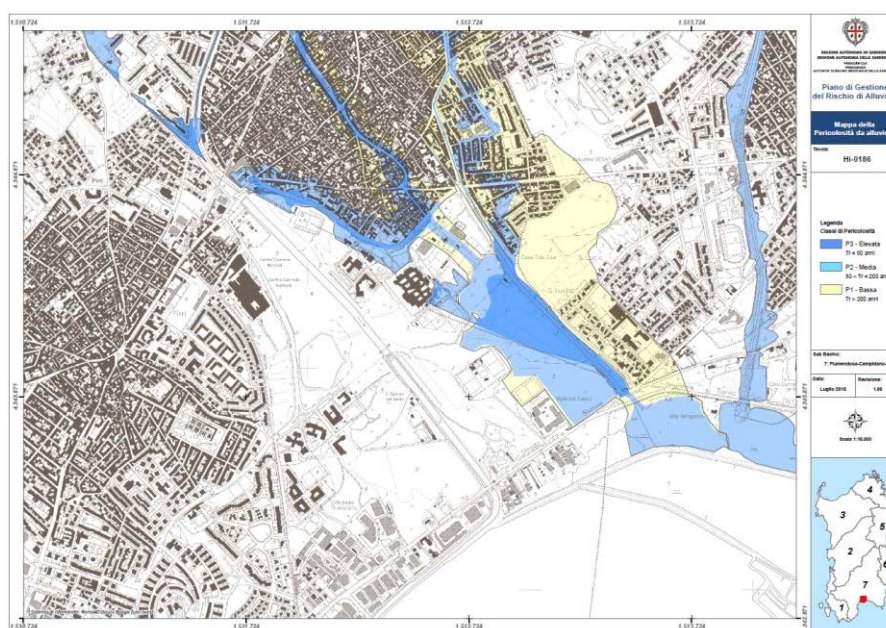


Figura 2 Tavola Hi 0186 PGRA

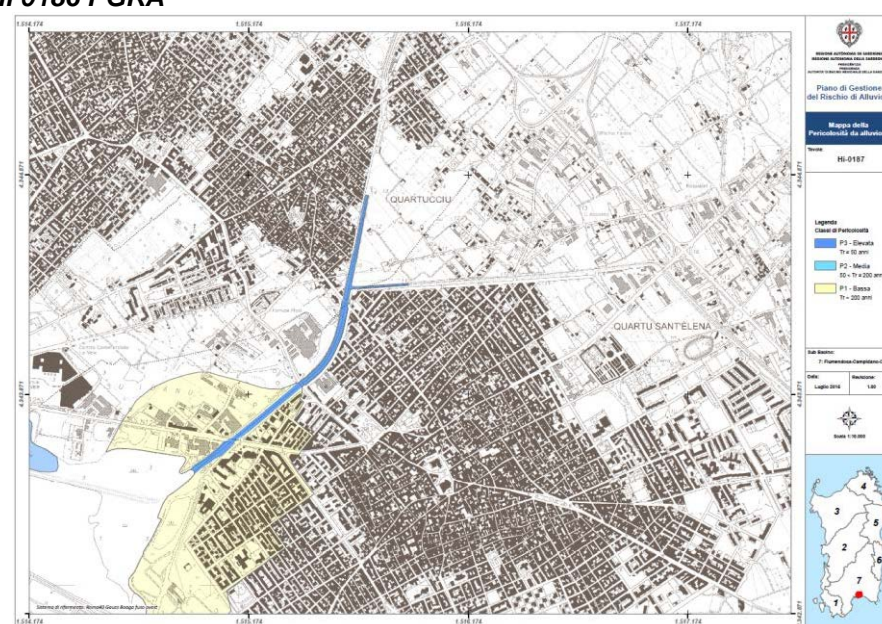


Figura 3 Tavola Hi 0187 PGRA

Di seguito si consegnano invece le determinazioni relative agli studi di dettaglio effettuati dalle Amministrazioni Comunali; per quanto attiene le amministrazioni comunali di Selargius e di Monserrato, gli studi sono stati approvati dall'Autorità di Bacino, per quanto attiene invece i rimanenti comuni coinvolti nell'ambito del progetto, gli studi sono in fase di definizione e sulle aree vigono essenzialmente le forme di salvaguardia instaurate all'atto del recepimento degli studi da parte delle singole Amministrazioni.

Si consegna di seguito una rassegna delle analisi su territorio comunale:

- *Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna N. 7 DEL 31.03.2015 avente ad oggetto: **Comune di Selargius** – Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica del territorio comunale di Selargius ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I. – Approvazione*

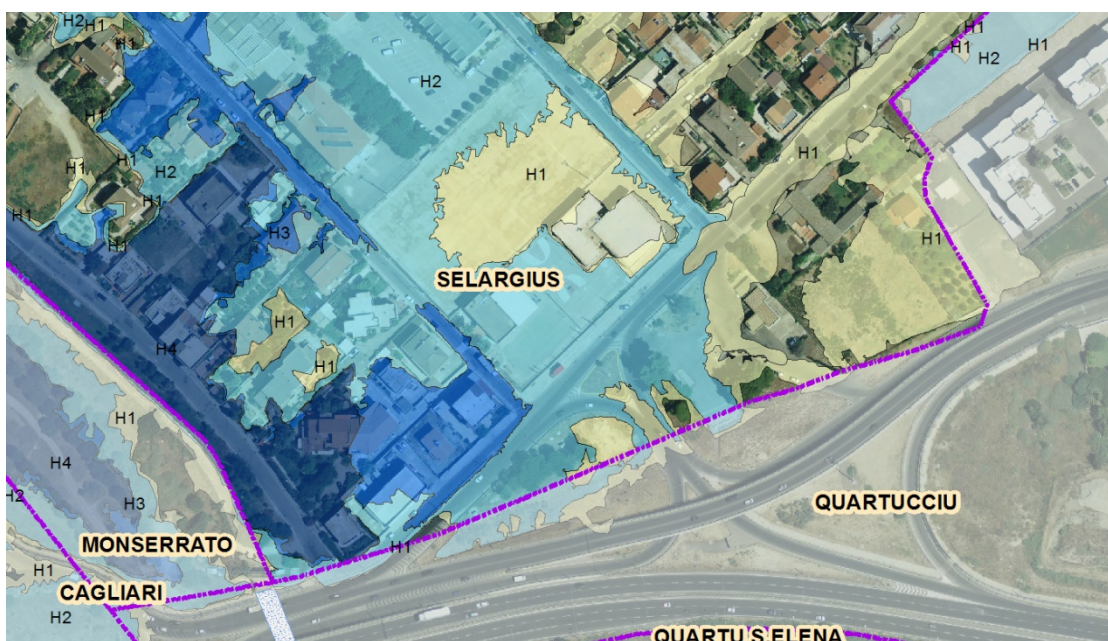


Figura 4 Stralcio aree di pericolosità idraulica sul territorio comunale di Selargius

- *Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n.8 del 7.10.2014 Avente ad oggetto **Comune di Monserrato** – Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica del territorio comunale di Monserrato ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I. – Approvazione*

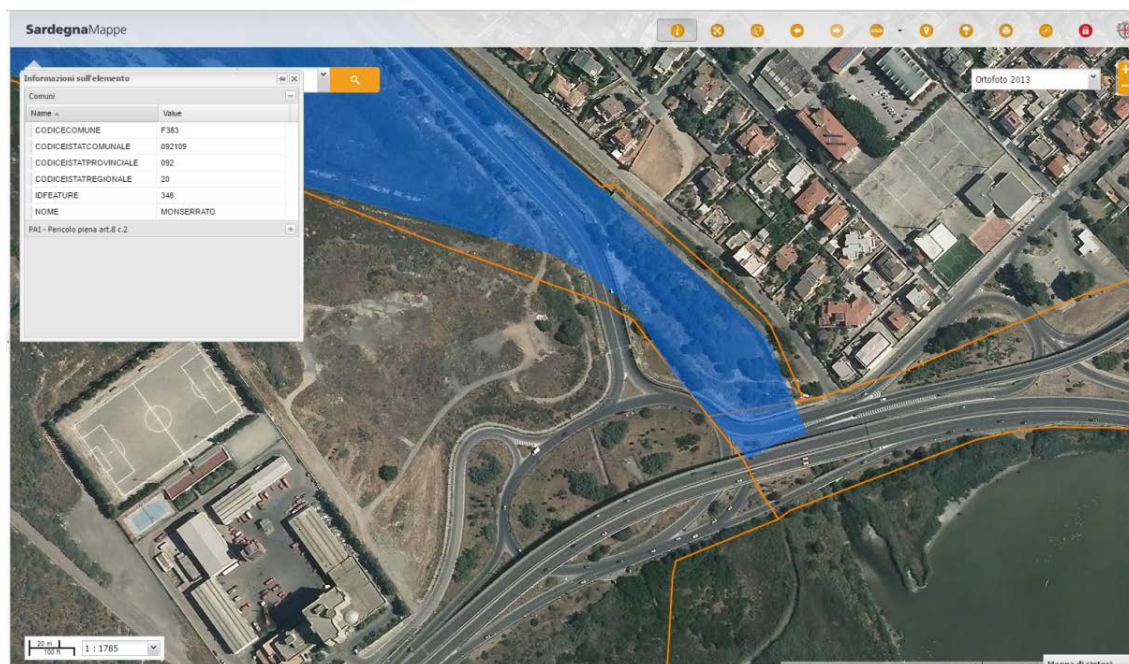


Figura 5 Stralcio aree di pericolosità idraulica sul territorio comunale di Monserrato

Studi in fase di stesura e istruttoria ma con vigenza di vincolo a seguito di adozione comunale:

- *Comune di Quartucciu: Deliberazione del Consiglio Comunale Numero 25 del 04/05/2016 avente ad oggetto: Studio di compatibilità geologica, geotecnica e idraulica ai sensi dell'Art. 8 comma 2 delle N.A. del P.A.I. esteso a tutto il territorio comunale di Quartucciu nell'ambito della pianificazione locale*



Figura 6 Stralcio aree di pericolosità idraulica sul territorio comunale

Lo studio relativo al territorio comunale di Quartu è stato archiviato dall'ADIS a seguito dell'assenza di risposte in fase di richiesta di integrazioni a seguito di una fase preliminare di istruttoria.

Le aree vigenti sul territorio di Quartu Sant'Elena sono ancora quelle derivanti dal PAI di impianto e dagli studi che ne hanno reiterato le mappature di pericolosità senza variarle.



Figura 7 Stralcio aree di pericolosità idraulica sul territorio comunale di Quartu Sant'Elena

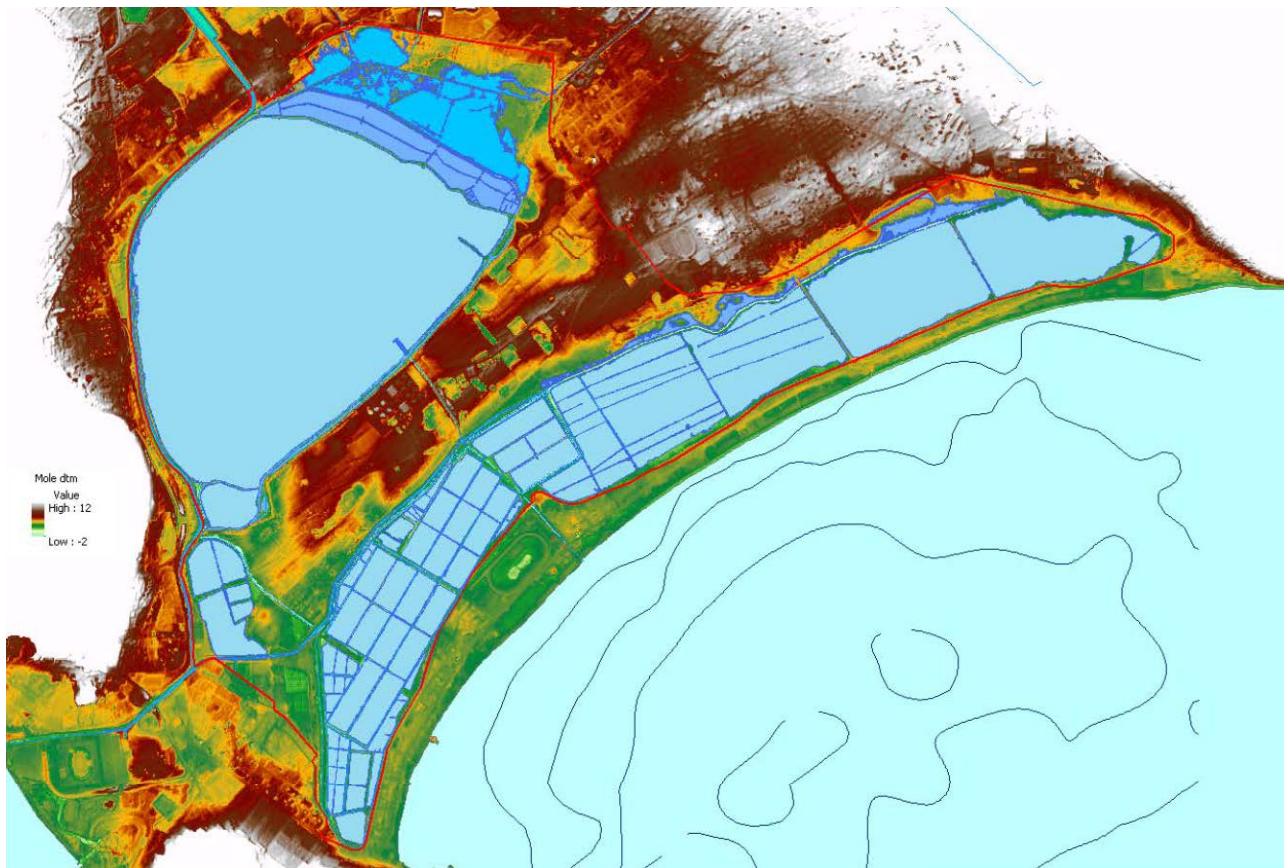
Il comune di Cagliari ha redatto degli studi parziali ed in particolare in relazione al Piano Particolareggiato del Centro Storico ed al settore dello Stadio Sant'Elia.

Le tavole allegate alla presente relazione, consegnano gli inquadramenti delle aree mappate su riportate in opportuna scala di rappresentazione.

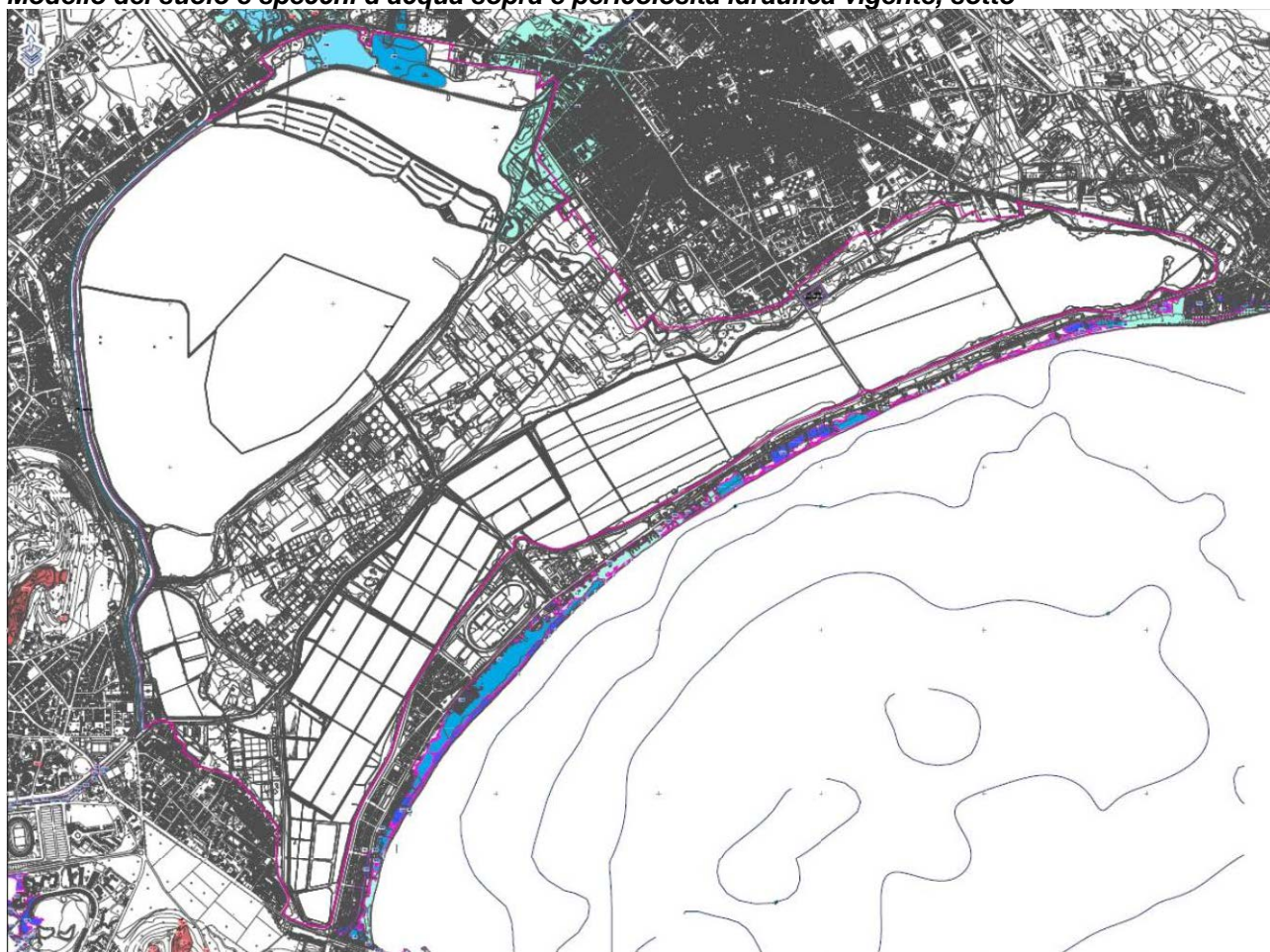
Per quanto attiene il regime vincolistico gravante sul Parco si rileva quanto segue:

- Il settore di Molentargius non è mappato in modo analitico, ma almeno lo studio l'intervento, visto nella sua globalità ricade in aree a pericolosità molto elevata (H4), elevata (H3), media (H2) e moderata (H1).
- I livelli di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), riguardano essenzialmente le aree depresse, di per se mappabili come Hi4 sulla base delle Linee Guida PAI 2000, e comunque sono costituite da modeste superfici ricadenti all'interno del Comune di Monserrato, in misura maggiore il tratto della viale Marconi ricadente nel territorio di Quartucciu e nella porzione che interseca il Viale Marconi nel territorio di Quartu Sant'Elena;

Le rimanenti porzioni del Parco, non sono esplicitamente mappate ma, tutti gli specchi d'acqua sarebbero da assoggettare a Hi4 principalmente mentre alcune altre ricadono essenzialmente in aree a pericolosità idraulica media e moderata.



Modello del suolo e specchi d'acqua sopra e pericolosità idraulica vigente, sotto



10 CRITICITÀ DEL SISTEMA DEGLI ELEMENTI IDRICI E DEL PARCO

10.1 VALUTAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ DELLA ZONIZZAZIONE PROPOSTA

Come su esposto, all'interno del Parco si possono individuare due macrocategorie di problematiche, una principale che riguarda essenzialmente l'assenza di gestione idraulica degli elementi idrici e delle aree d'acqua, ed una seconda macrocategoria, quantitativamente minoritaria che riguarda interventi di manutenzione straordinaria sui rii afferenti il sistema del Parco.

10.2 INTERAZIONE CON I DEFLUSSI

Per quel che concerne le interazioni che intercorrono tra il Parco e i deflussi dei bacini scolanti occorre vengano rispettati i principi di cui all'Art. 23 e più specificatamente a quanto previsto al comma 9 secondo cui:

“Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:

- a) migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;*
- b) migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;*
- c) non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;*
- d) non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;*
- e) limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;*
- f) favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;*
- g) salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;*
- h) non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;*
- i) adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;*

- j) non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;*
- k) assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;*
- l) garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;*
- m) garantire coerenza con i piani di protezione civile.”*

11 CONCLUSIONI

Lo studio conduce alle seguenti conclusioni:

1. la verifica delle attività di pianificazione porta ad una valutazione di sostanziale coerenza con livelli di pericolosità del P.A.I. approvate e la coerenza con quanto disposto al Titolo III capo II in merito alla disciplina delle aree di pericolosità idraulica.
2. il Piano comunque non aumenta il livello di pericolosità e di rischio esistente e non preclude la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio.

A tal proposito si evidenzia che il Piano rispetta i principi dell'Art. 23 comma 9 e non presenta impatti per quanto attiene le interazioni con i regimi idraulici.