

COMUNE DI ORISTANO

Provincia di Oristano



PIANO DI LOTTIZZAZIONE

ZONA C2c_3

IN LOCALITA' "SU FORRU DE MAEDDU"

1° STRALCIO FUNZIONALE

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E GEOLOGICA

ALL. 4

I COMMITTENTI

Sig. Catullo Aldo

INGEGNERE IDRAULICO

Ing. Saverio Liberatore



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA CAGLIARI
Dott. Ing. SAVERIO LIBERATORE

GEOLOGO

Dott. Francesco Dessi



ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
SEZIONE A
N. 652 Dott. Geo. FRANCESCO GABRIELE DESSI

Sig. Massa Salvatore

Sig. Pinna Giuseppe

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

SCALA:

Sig. Uccheddu Mario

IL SINDACO

DATA:

APRILE 2019

SOMMARIO

1	Delimitazione e caratterizzazione delle aree di interesse.....	5
1.1	Inquadramento geologico	7
1.2	Assetto litostratigrafico alla scala del sito.....	7
1.3	Inquadramento geomorfologico e caratterizzazione idrogeologica.....	7
1.4	Caratterizzazione geopedologica	8
1.5	Caratteri climatologici e Idrologia.....	8
1.6	Statistica dei fenomeni pluviometrici intensi.....	16
1.7	Eventi critici documentati	18
2	Caratterizzazione dell'intervento	20
2.1	planimetrie delle opere relative al primo stralcio funzionale.....	20
2.2	tipologie edilizie	21
3	Studi generali sulla pericolosità idraulica delle aree in studio	22
3.1	Il Piano di Assetto Idrogeologico.....	22
3.2	Elaborazioni contenute nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali	25
3.3	Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni	26
3.4	Elaborazioni di maggiore dettaglio	28
4	Ammissibilità dell'intervento	30
5	Compatibilità idraulica dell'intervento.....	31
5.1	Invarianza Geomorfologica	31
5.2	Invarianza idrologica	31
	Variazione della attitudine all'infiltrazione dei suoli.....	31
	Interventi compensativi	36
6	Elementi esposti e rischio residuo	38
7	Conclusioni	40

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1– Inquadramento dell'area di intervento (in rosso) su Carta Tecnica Regionale (rif. Gauss Boaga)	5
Figura 1.2 - Inquadramento territoriale della zona idrografica di appartenenza dell'area studiata.....	6
Figura 1.3 - Stazioni agrometeorologiche attive nella Sardegna centro occidentale (fonte: ARPAS)	9
Figura 1.4 - Stazioni meteo del Dip. Specialistico Regionale Idrometeorologico della RAS (Fonte ARPAS).....	10
Figura 1.5 - Valore medio annuale della temperatura massima (ARPAS)	11
Figura 1.6 - Direzione di provenienza del vento massimo per Alghero e Capo Frasca. (percentuali sul totale dei dati disponibili, fonte ARPAS)	12
Figura 1.7 - Valore medio annuale dell'umidità relativa massima.	12
Figura 1.8- Valore medio annuale dell'umidità relativa minima.	12
Figura 1.9 - Precipitazione cumulata in Sardegna nel trimestre da ottobre a dicembre, dal 1900 al 2011 (ARPAS)	14
Figura 1.10 - Distribuzione spaziale (Valore medio annuale) della precipitazione	14
Figura 1.11 - Deviazione standard dalla media annuale di precipitazione.....	14
Figura 1.12 - Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2009 – settembre 2010, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Palmas Arborea.	15
Figura 1.13 - Numero medio annuale di giorni piovosi	16
Figura 3.1 – Aree di pericolosità idraulica del PAI (stralcio All. Tav8 - Aree allagabili, 2004). La freccia indica la posizione dell'intervento.....	25
Figura 3.2 -PSFF: Ubicazione delle sezioni di calcolo per il tronco terminale del Tirso.....	25
Figura 3.3 - PSFF: Sezioni di calcolo prossime alla zona dell'intervento e risultati per $T_r=50$ anni.	27
Figura 3.4 - Piano di Gestione del Rischio di Alluvione. L'area di interesse, indicata dalla freccia, è caratterizzata con probabilità "bassa" P1 (Tavola Hi-0718 Sc. 1:10.000).....	28
Figura 3.5 – Pericolosità idraulica evidenziata dallo studio di compatibilità idraulica del PUC nella zona in esame (stralcio Tav. 5.8 allegata allo Studio di compatibilità idraulica del PUC. Base cartografica CTR sc. 1:10000).....	29
Figura 3.6 - – Pericolosità idraulica Hi1 nell'area in relativa allo stralcio funzionale n.1 del Piano di Lottizzazione (base scala 1:2000)	29
Figura 5.1 - Planimetria dell'area oggetto dell'intervento e quote altimetriche (CTR sc. 1:2000).	31
Figura 5.2 - Copertura del suolo (stato attuale)	32
Figura 5.3 - Copertura del suolo (stato progetto)	33
Figura 5.4 - Massimo deflusso in relazione alla durata assegnata (tempo di ritorno cinquantennale) per lo stato di fatto e quello di progetto.....	35

Figura 5.5 - PSFF: pericolosità idraulica delle aree relative al tratto terminale del f. Tirso. La freccia indica la posizione della lottizzazione.	37
Figura 6.1 - Classificazione dei principali elementi soggetti a trasformazione mediante classi omogenee di danno potenziale	39

ALLEGATI

- 1) Aree di pericolosità idraulica del PAI (All. Tav8 - Aree allagabili, 2004).
- 2) Carta Geologica dell'area di Oristano
- 3) Aree di pericolosità idraulica del Art8 (TAV5-6)
- 4) Shapefile degli elementi esposti
- 5) CDROM

PREMESSA

Il presente studio di compatibilità idraulica è redatto su incarico dei lottizzanti e si riferisce al Piano di Lottizzazione di iniziativa privata denominato "*Lottizzazione in loc. Su forru de Madeddu*" in Comune di Oristano, già approvato nel 2013 con Delib. del Consiglio Comunale (n. 71 del 07/06/2013) e per la cui attuazione si è deciso di procedere per stralci funzionali.

Lo studio fa seguito alla richiesta inviata ai lottizzanti da parte del Comune per la presentazione delle necessarie integrazioni a seguito della pubblicazione da parte dell'Amministrazione Comunale dello studio di Compatibilità Idraulica del Piano Urbanistico Comunale redatto ai sensi dell'art.8 comma 2 delle Norme del PAI.

Lo studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica dell'intero territorio comunale segue all'approvazione della variante generale al PUC avvenuta con delib. consiliare n.83 del 23/09/2014. Esso è stato adottato dal Comune di Oristano nel marzo 2016 ed inviato all'ADIS per il parere di competenza.

Successivamente, a seguito delle integrazioni presentate da parte dell'amministrazione comunale, con deliberazione n.2 del 03.07.2018 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale, lo Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 delle Norme di Attuazione del PAI relativo a tutto il territorio comunale di Oristano è stato oggetto di approvazione.

Lo studio che segue, preso atto delle modifiche intervenute nella perimetrazione delle aree considerate come idraulicamente pericolose, coerentemente a quanto già consegnato nella sua precedente revisione, inquadra territorialmente e analizza l'intervento sotto il profilo geologico, idrologico e della potenziale vulnerabilità sulla base delle nuove valutazioni contenute nella pianificazione vigente.

Valendosi anche del contributo del consulente geologo, lo studio accerta l'ammissibilità dell'intervento e la coerenza delle modalità di progettazione con i principi del vigente Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna (P.A.I.), dimostrando in particolare come l'intervento è progettato nel rispetto delle Norme di attuazione del citato Piano.

1 Delimitazione e caratterizzazione delle aree di interesse

Conformemente a quanto già consegnato nella precedente relazione, si sintetizzano gli elementi essenziali dell'intervento descritto negli elaborati progettuali.

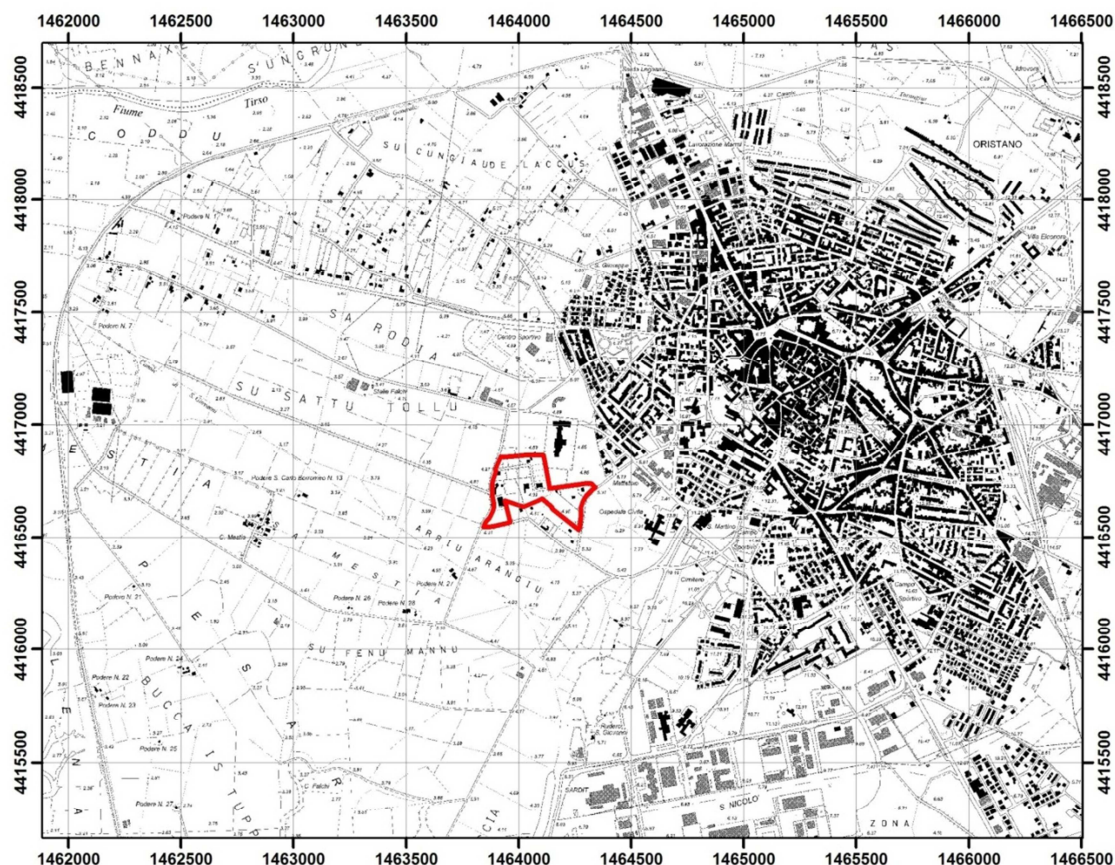


Figura 1.1– Inquadramento dell'area di intervento (in rosso) su Carta Tecnica Regionale (rif. Gauss Boaga)

L'intervento è localizzato nel territorio del comune di Oristano e l'area di interesse ricade nelle sezioni 528070, 528080 e 528110 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000 (Figura 1).

Altre informazioni riguardanti nello specifico il territorio comunale sono state integrate con elaborati aerofotogrammetrici del 2008 restituiti in scala 1:2000, e con le carte pubblicate dall'Istituto Geografico Militare (IGMI) - Serie25 e Serie50 rispettivamente in scala 1:25.000 e 1:50.000 (F° 528 della Carta d'Italia).

La delimitazione dell'unità idrografica principale di riferimento è stata effettuata in funzione della individuazione di una superficie territoriale che alimenta i corsi d'acqua di interesse e che comprende sia parte dell'area urbana che la restante porzione del

comune di Oristano. A tale scopo si è ritenuto opportuno individuare come sezione idrografica di chiusura quella del Tirso alla foce ed effettuare la delimitazione delle aree contribuenti secondo i criteri che vengono utilizzati per l'individuazione degli spartiacque.

Riguardo alla parte concernente la geologia, è stata eseguita l'analisi della bibliografia esistente e l'assetto geologico di dettaglio è stato ricostruito anche in base ai dati di alcuni sondaggi effettuati sui terreni oggetto di intervento.

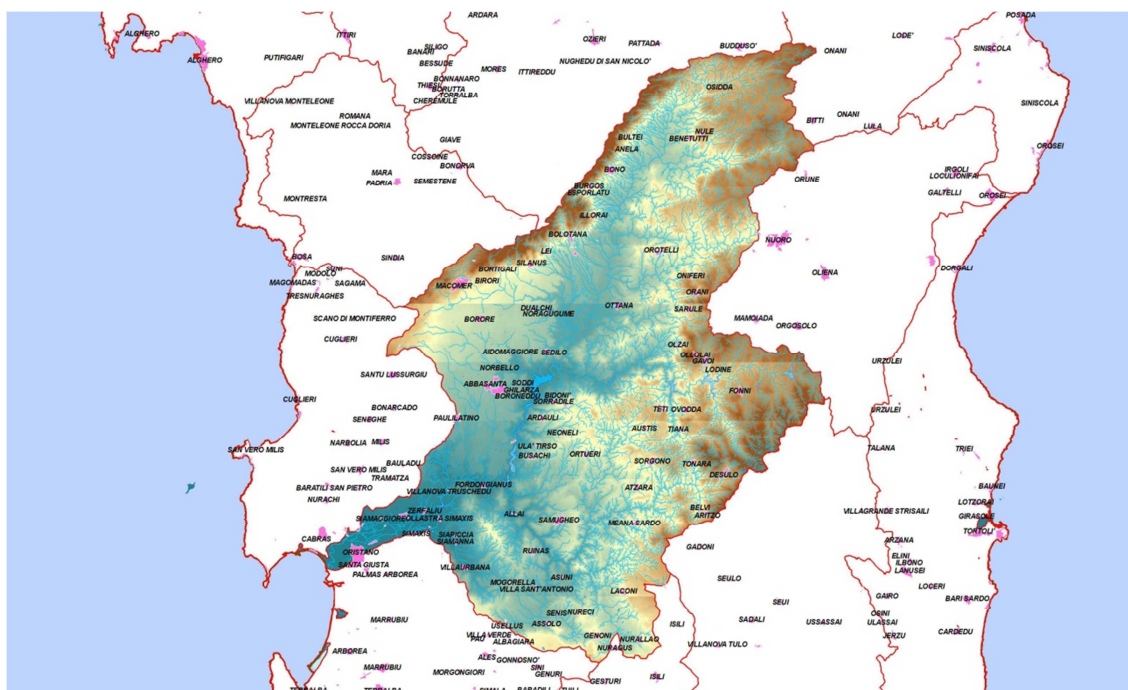


Figura 1.2 - Inquadramento territoriale della zona idrografica di appartenenza dell'area studiata.

Inoltre, è stato fatto riferimento alla cartografia geologica esistente nelle diverse scale e la stratigrafia, l'idrogeologia e la geomorfologia del settore di interesse è stata studiata anche mediante rilevamento di campagna.

Quali strumenti di base per lo studio geologico dell'area sono state utilizzate: la *Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000* resa disponibile dalla RAS (Regione Autonoma della Sardegna) di cui è riportato uno stralcio (modificato) in allegato; e il Foglio n° 217 ORISTANO della *Carta Geologica d'Italia* in scala 1:100.000 (Servizio Geologico d'Italia).

1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nello studio è stata effettuato l'inquadramento geologico dell'area, la quale caratterizzata da una piana alluvionale la cui origine è da mettere in relazione con la presenza dei corsi d'acqua in essa presenti e in particolare il Fiume Tirso.

Lo studio della documentazione bibliografica sopraccitata unitamente al rilevamento geologico dell'area vasta ha permesso di definire, a partire dal basso stratigrafico, le seguenti formazioni geologiche:

depositi pleistocenici dell'area continentale rappresentati da

- Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Questa unità prende nome da depositi del Pleistocene superiore, di età post-Tirreniano, di origine continentale, affioranti nella sezione-tipo di Portoscuso. I depositi più estesi sono costituiti da ghiaie medio-grossolane; i clasti talora raggiungono la taglia dei blocchi, sono subarrotondati e subangolosi. Essi presentano una stratificazione incrociata concava con canali molto piatti (max 1-2m) che raramente si approfondiscono anche sul substrato. Sono presenti anche livelli e lenti ghiaiose a stratificazione piano-parallela. Lo spessore totale può superare i 10 metri, ma più frequentemente è di alcuni metri. Questi depositi rappresentano i residui di estese conoidi alluvionali terrazzate coalescenti di vaste porzioni, che delimitano il bordo del Campidano al raccordo con i rilievi.

sedimenti alluvionali:

- Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE.
- Depositi alluvionali: ghiaie da medie a molto grossolane prevalenti, con lenti e sottili livelli di sabbie; sabbie prevalenti; limi ed argille prevalenti. Tali depositi affiorano lungo gli attuali corsi d'acqua che incidono l'area studiata (OLOCENE).

1.2 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO ALLA SCALA DEL SITO

Le formazioni geologiche che affiorano nell'area direttamente interessata dalla realizzazione delle opere previste in progetto sono riferibili ad un deposito alluvionale caratterizzato da sabbie con subordinati limi ed argille.

1.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

L'assetto geomorfologico dell'area direttamente interessata dalla realizzazione delle opere in progetto, in accordo con le caratteristiche delle aree di piana alluvionale, è

caratterizzato dalla dominanza di un morfotipo sub-pianeggiante e con acclività molto ridotte. I processi geomorfologici prevalenti che interessano l'area vasta sono comunque riconducibili a fenomeni erosivi areali, di modesta intensità dovuti prevalentemente alle acque di ruscellamento.

La rete idrografica dell'area oristanese oltre al Fiume Tirso è caratterizzata da un articolato sistema di canalizzazioni e opere di drenaggio realizzate per l'irrigazione e miglioramento fondiario. Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, la presenza delle alluvioni sabbiose, ghiaiose e limo-argillose sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici, favoriscono la formazione di falde multistrato.

Dall'analisi della cartografia disponibile e da un'attenta valutazione durante i sopralluoghi effettuati è emerso che nell'area non si rilevano fenomeni di dissesto attivi o potenziali che possano interferire con la realizzazione delle opere previste in progetto.

1.4 CARATTERIZZAZIONE GEOPEDOLOGICA

L'assetto geopedologico del territorio in questione risulta caratterizzato in prevalenza da suoli profondi ad evoluzione molto spinta e subordinatamente da suoli più immaturi debolmente sviluppati o di origine recente, con una scarsa differenziazione degli orizzonti. Questi ultimi, appartenenti alle fasi tardive del Pleistocene ed all'Olocene, si trovano per lo più localizzati in corrispondenza di alcuni depositi alluvionali e soprattutto nelle aree peristagnali e perilagunari, in quanto la continua deposizione e il rimaneggiamento dei sedimenti non favoriscono la formazione di veri e propri orizzonti pedogenetici.

Per questi motivi la permeabilità di questo tipo di suoli è molto variabile: ciò significa sostanzialmente che laddove lo scheletro scarseggia a favore della matrice limoso-argillosa, è possibile il verificarsi di un ristagno di acque meteoriche.

1.5 CARATTERI CLIMATOLOGICI E IDROLOGIA

Nel seguito sono sinteticamente delineati alcuni aspetti salienti riguardanti il clima riguardanti le aree in studio specificando –ove esistano– dati, misure e documenti che riguardino Oristano e la zona limitrofa, al fine di descrivere un quadro il più aderente possibile alla realtà di dell'area.

Nell'esaminare gli aspetti climatici della zona è apparso opportuno richiamare alcune caratteristiche climatiche generali e, per il reperimento dei dati ed il loro

inquadramento generale, ci si è avvalsi di varie fonti di informazione, fra le quali in larga misura, del lavoro di Pinna¹ dei dati del Servizio Agrometeorologico della Sardegna il quale utilizza una rete di 53 stazioni dislocate in tutta l'Isola.

Per i fini che interessano la presente relazione si osserva che sono diverse e gestite da molti enti le varie stazioni meteorologiche presenti nel territorio di Oristano.

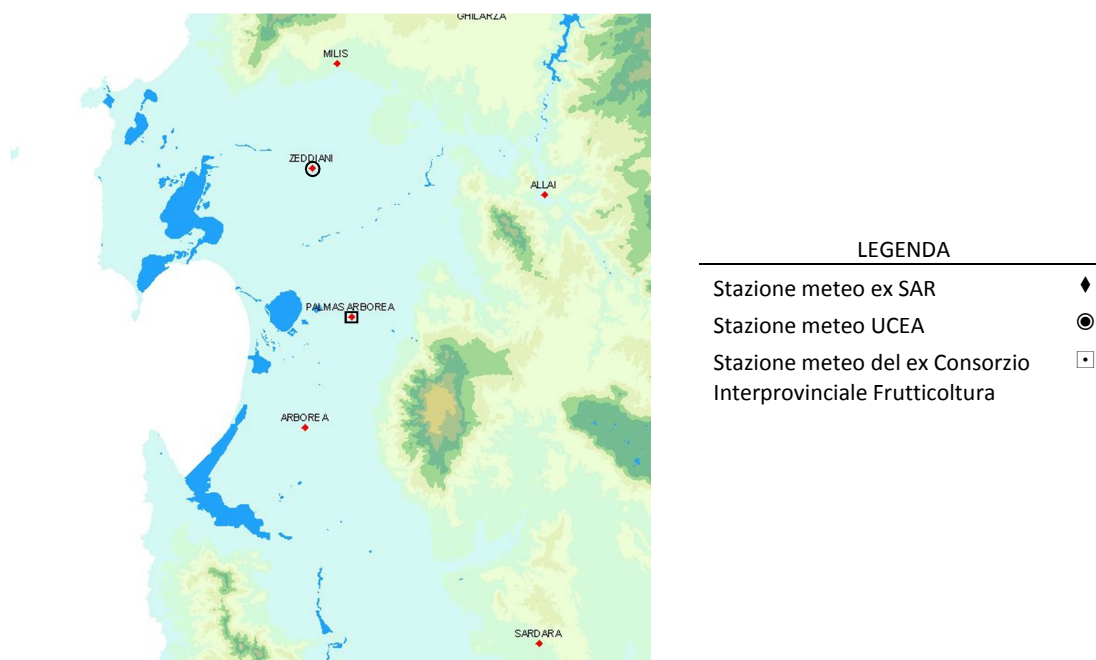


Figura 1.3 - Stazioni agrometeorologiche attive nella Sardegna centro occidentale (fonte: ARPAS)

¹ Pinna M. "Il Clima della Sardegna", pubblicato dall'Istituto di Geografia dell'Università di Pisa (1954)

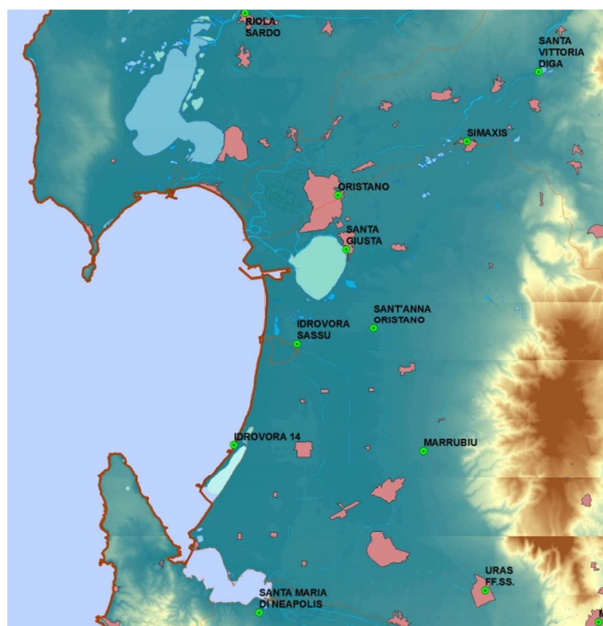


Figura 1.4 - Stazioni meteo del Dip. Specialistico Regionale Idrometeorologico della RAS (Fonte ARPAS)

Come noto, il principale fattore di influenza sul clima della Sardegna è costituito dalla posizione geografica. L'isola si trova in piena area climatica mediterranea, tra il dominio dei venti occidentali e quello delle masse d'aria calda tropicali. Dal punto di vista climatico il bacino occidentale mediterraneo presenta condizioni particolari sia per la posizione, per la cintura di terre e rilievi che lo circondano ed infine per il contatto che esso ha con l'Oceano e col deserto. La Sardegna, la Corsica e le Baleari lo dividono in tre aree distinte, ciascuna delle quali possiede un proprio sistema di correnti marine, il cui ritmo d'insieme è regolato dal flusso delle acque oceaniche che si spostano da Gibilterra verso il Mediterraneo orientale, con spessore peraltro limitato dall'esigua profondità dello stretto.

Nel quadro climatico generale, l'andamento annuo della **temperatura dell'aria** non presenta caratteri originali rispetto a quello di altri paesi mediterranei. In estate la temperatura è elevata e nei mesi di luglio e agosto tutta la Sardegna meridionale si trova compresa entro l'isoterma di 25 °C. Le temperature estive, nelle contrade costiere della Sardegna, eguagliano quelle si registrano nella Penisola lungo il tratto del litorale tirrenico compreso tra l'Argentario e il Golfo di Salerno. L'azione moderatrice del mare è ben manifestata nell'andamento delle temperature medie. Si verifica infatti il perdurare delle basse temperature invernali, ancora nei mesi di marzo e aprile nelle stazioni interne e montane, mentre in quelle costiere la media di questi mesi si

approssima già ai 15 °C. Alla fine della primavera (giugno) si ha invece un incremento verso gli alti valori estivi, più spiccato nelle zone interne e più moderato lungo le coste.

Per i valori medi mensili si può notare che le variazioni tra un mese ed il successivo permettono di individuare due precisi periodi di marcate transizioni: marzo-aprile e settembre-novembre, che delimitano le due stagioni climatiche tipiche delle regioni mediterranee, così come due periodi (luglio e agosto, dicembre e febbraio) con temperature medie sostanzialmente costanti.

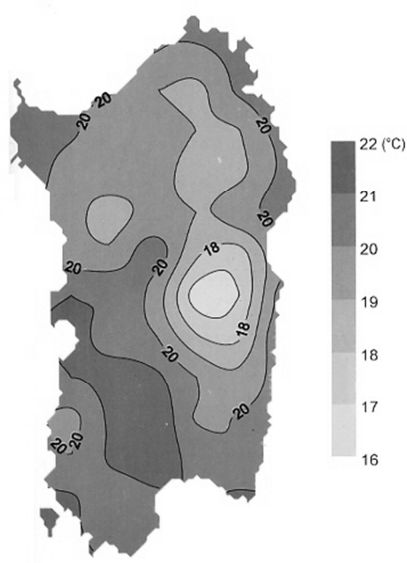


Figura 1.5 - Valore medio annuale della temperatura massima (ARPAS)

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

scarti dalla media che invece si registrano nell'andamento di altri elementi del clima, e in particolare nel regime delle precipitazioni.

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

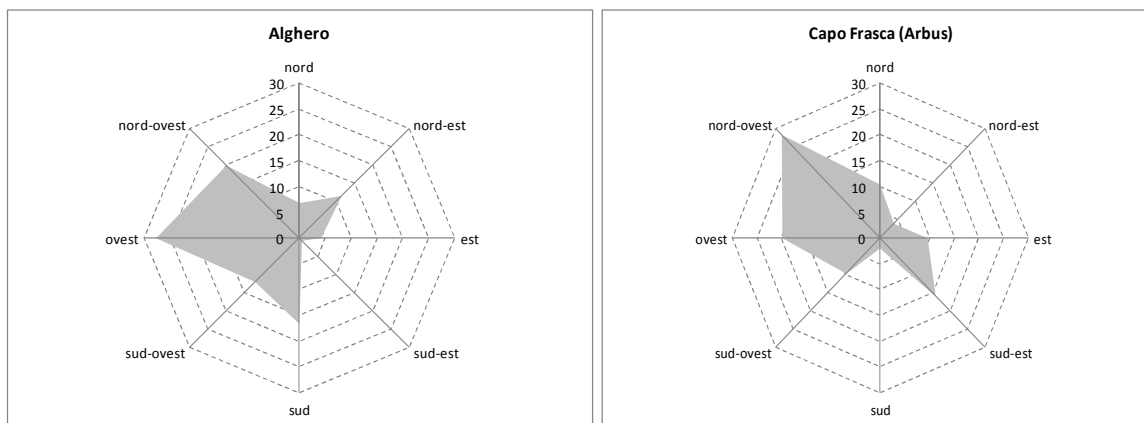


Figura 1.6 - Direzione di provenienza del vento massimo per Alghero e Capo Frasca. (percentuali sul totale dei dati disponibili, fonte ARPAS)

Anche lo studio **dell'umidità relativa** si presenta di notevole interesse in quanto essa è determinata da un rapporto tra quantità di vapore e temperatura. Essa presenta dei valori notevolmente diversi nelle varie regioni e in periodi più brevi ha delle forti oscillazioni a seconda della natura e della provenienza delle masse d'aria che interessano l'isola.

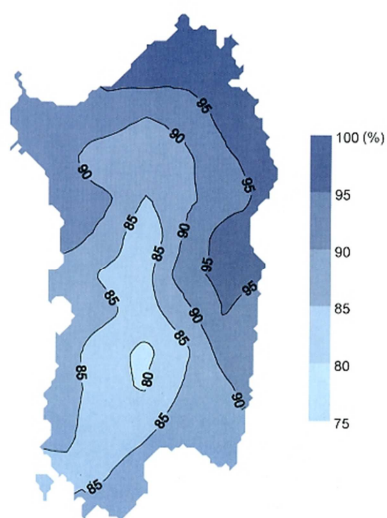


Figura 1.7 - Valore medio annuale dell'umidità relativa massima.

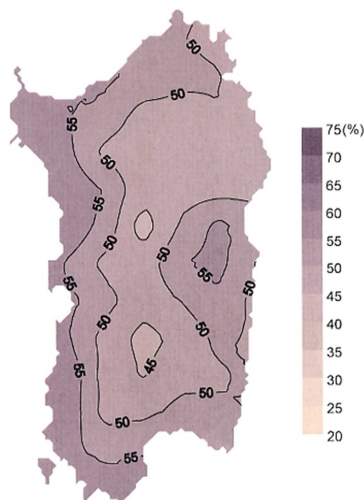


Figura 1.8- Valore medio annuale dell'umidità relativa minima.

Per il basso indice di umidità e la notevole frequenza del vento, rare sono nell'isola le nebbie. Nelle stagioni piovose tuttavia si hanno delle nebbie nelle ore notturne in alcune zone di pianura, data la notevole irradiazione termica del terreno e lungo le

coste, specie in prossimità degli stagni e dei fiumi. La formazione di queste nebbie è dovuta all'incontro di aria fredda incanalata dalle foci fluviali con aria calda stazionante sul mare. Al grado di umidità è collegato poi il valore dell'evaporazione. Sulla evaporazione dal terreno e dagli specchi d'acqua, come sulla traspirazione delle piante, ha inoltre grande influenza il vento, in quanto esso è assai frequente e in misura tanto maggiore quanto più è secco e violento.

L'indice di nebulosità è notevole e ciò si deve al fatto che le masse d'aria giungono generalmente umide per aver attraversato ampi tratti di mare, con forti variazioni mensili. La nebulosità determina una diminuzione della radiazione diretta a vantaggio di quella diffusa e che fa diminuire l'insolazione che per l'isola si può valutare in 6,2 ore al giorno, pari a 2260 ore all'anno.

Sempre con riferimento al quadro climatico generale, **le precipitazioni** sono costituite quasi esclusivamente dalle piogge cicloniche che le depressioni barometriche apportano al loro passaggio; si verificano pertanto quando l'isola è interessata da tali perturbazioni, con punte massime nei periodi in cui le traiettorie cicloniche presentano la maggior frequenza lungo il 40° parallelo. Le caratteristiche generali delle precipitazioni possono riassumersi con le seguenti caratteristiche:

- dei notevoli scarti dalla media nei singoli totali annui,
- un elevato indice di intensità
- una irregolare distribuzione stagionale.

Gli scostamenti dalla media sono tali che la quantità di pioggia di qualche anno può superare il doppio della media o esserne inferiore della metà. Se scostamenti di tale entità non sono frequenti, scarti del 25% e del 30% si verificano in tutte le località e devono essere considerati come normali per il regime pluviometrico della Sardegna. Nella figura seguente, che riporta la serie storica delle cumulate annue, mostra come il cumulo 2010-2011 è stato più elevato di molti di quelli che lo hanno preceduto, con valori comparabili a quelli del 1990-1991, 1995-1996, 2003-2004 e 2004-2005.

Dallo studio della piovosità in rapporto all'altitudine risulta che nell'isola l'aumento delle precipitazioni con l'altezza del rilievo non obbedisce ad alcuna legge definita. Dall'esame dei dati appare che la piovosità media annua segna un aumento costante ma non regolare dal livello del mare, dove le stazioni costiere registrano una media di 565 mm, fino ai 400 metri; nella fascia di 3-400 m la media è di 807 mm e tra le due zone di 2-300 m e 3-400 m si verifica l'incremento maggiore: 129 mm in 100 m.

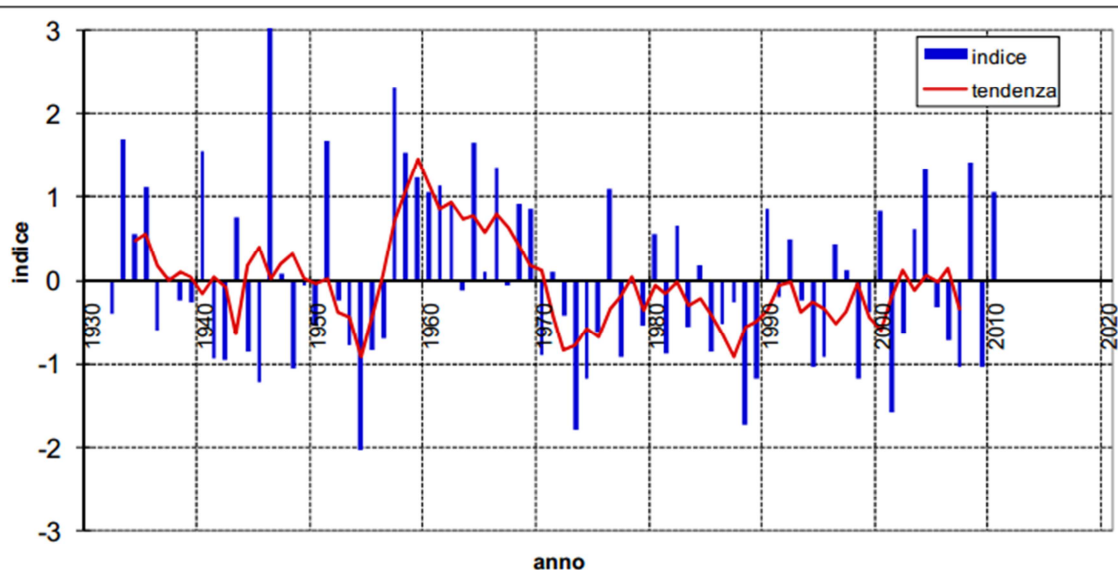


Figura 1.9 - Precipitazione cumulata in Sardegna nel trimestre da ottobre a dicembre, dal 1900 al 2011 (ARPAS)

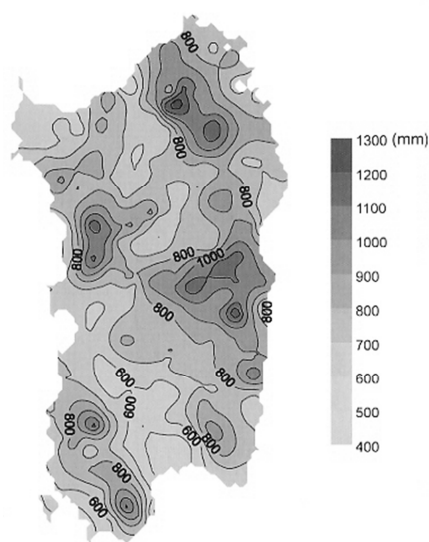


Figura 1.10 - Distribuzione spaziale (Valore medio annuale) della precipitazione

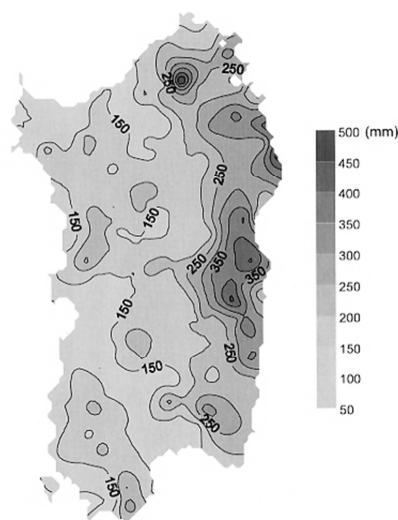


Figura 1.11 - Deviazione standard dalla media annuale di precipitazione

Pertanto l'aumento complessivo dal livello del mare fino a 400 m è di ben 242 mm, con un gradiente medio di 0,6 mm per metro. Più in alto, nella fascia di 4-500 m si nota una diminuzione nei totali stagionali ed annui rispetto alla zona sottostante, poiché la somma delle precipitazioni è di 767 mm, la più vicina alla media generale calcolata per tutta la Sardegna (775 mm).

L'esame della distribuzione altimetrica delle piogge sulle varie zone della Sardegna porta ancora ad un'interessante constatazione: si osserva infatti che in autunno, come in primavera, le zone di pianura presentano una diversa percentuale di precipitazione rispetto alle località montane. Nelle regioni poste tra il livello del mare e i 400 m le piogge autunnali superano sempre quelle primaverili. A maggior altitudine invece queste ultime possono presentare una leggera prevalenza.

La distribuzione spaziale media delle piogge nell'intera superficie dell'isola è indicata dalla carta delle isoiete costruita con le medie delle osservazioni disponibili. Ben chiaro appare dalla carta il contrasto fra le zone orientali e quelle occidentali. Nel versante occidentale un'ampia zona con piovosità inferiore ad 1 m all'anno si allunga da Nord a Sud, nel settore orientale in corrispondenza del Gennargentu si registrano livelli di piovosità compresi tra un metro ed un metro e mezzo l'anno, ed una ampia fascia con piovosità pari a circa 1 m l'anno.

Poiché l'apporto delle precipitazioni non presenta apprezzabili aumenti tra i 500 e gli 800 m di altitudine, una notevole estensione presentano le zone comprese tra le isoiete di 750 e 1000 m.

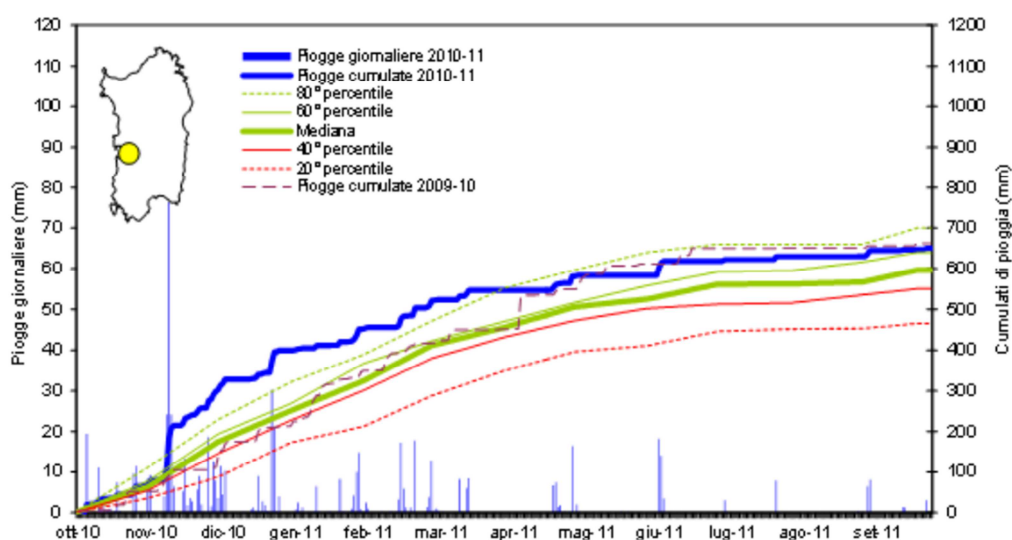


Figura 1.12 - Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2009 – settembre 2010, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Palmas Arborea.

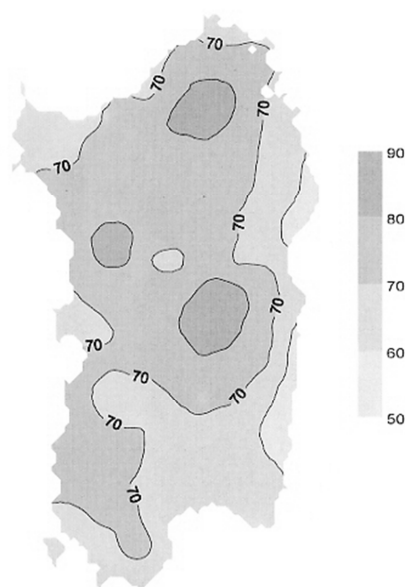


Figura 1.13 - Numero medio annuale di giorni piovosi

1.6 STATISTICA DEI FENOMENI PLUVIOMETRICI INTENSI

Lo studio dei fenomeni intensi di precipitazione può considerarsi un argomento a parte rispetto a quelli fin qui citati, per i riscontri che implica in ambito ingegneristico nella funzionalità delle opere di interesse idraulico locale e regionale.

In generale, l'intensità oraria delle precipitazioni raggiunge in Sardegna punte ragguardevoli, legata al fatto che le precipitazioni sono spesso provocate da perturbazioni del fronte mediterraneo che si abbattano accompagnate da venti assai forti e le precipitazioni, generalmente in relazione col fronte freddo, hanno perciò carattere temporalesco e durata relativamente breve. Piogge violente a carattere di rovesci sono frequenti soprattutto nella prima fase della stagione piovosa (ottobre), quando possono verificarsi dei nubifragi che in poche ore danno non di rado 100-150 mm di pioggia (167 mm tra le 7AM e le 8AM a Capoterra il 22 ottobre 2008), quantità che può rappresentare quindi una frazione cospicua delle precipitazioni dell'intera stagione invernale e del totale annuo.

Nel secolo passato, il 1951 fu un anno critico per tutta l'Isola così come nel resto dell'Italia: nell'ottobre del 51 in Sardegna, a Sicca d'Erba (in comune di Arzana) caddero circa 1500 mm e nello stesso anno gli eventi tragici del Po e nel Polesine, allagamenti nelle Murge, nella regione alpina valanghe immense si abbattano su case e villaggi, l'Arno e il Reno in piena; nella Campania, l'Ofanto straripa con il Crati nel Cosentino, il Sinni e l'Agri in Basilicata mentre la Lucania è sepolta da 2 metri di neve.

Per passare ad eventi temporalmente più vicini, gli inverni dal 2004 al 2007 sono stati eccezionali per quanto concerne sia il numero che l'intensità degli eventi: a Villanova Strisaili 700 mm di pioggia e nel Capoterrese si sono avuti 441 mm in 12 ore il 22 ottobre 2008.

Una classificazione generale, introdotta nel 1969² sulla base delle piogge intense registrate dalla rete pluviometrica dal 1922 al 1968, raggruppa le stazioni pluviometriche e dunque le località ricadenti nel territorio di influenza, in quattro distinti gruppi che si distinguono in relazione ad un assegnato intervallo di valori attribuiti alle piovosità medie e agli scarti per le varie durate di pioggia, dal più moderato al più alto. Per ciascun gruppo è stata calcolata una equazione di possibilità climatica la quale esprime l'altezza di precipitazione probabile in relazione alla durata della pioggia. Nella classificazione le stazioni del terzo gruppo pluviometrico sono disposte nella fascia centro orientale dell'Isola ad eccezione di due casi nei quali le stazioni sono dislocate nelle zone montuose del Sulcis, mentre nel quarto gruppo sono comprese solo stazioni che giacciono nella fascia orientale, dove si verificano gli eventi più intensi.

Secondo la suddetta classificazione, il territorio di Oristano, inteso come porzione del bacino di interesse come già delineato nei capitoli precedenti, comprende aree ricadenti nei topoi di stazioni del primo gruppo pluviometrico, caratterizzate da un regime di piogge dotate di intensità relativamente basse alle varie durate e tempi di ritorno. L'esame della carta dei topoi comunque consente di stabilire che la quasi totalità del bacino può essere considerato come pluviometricamente appartenente al primo gruppo, il cui regime pluviometrico –come detto- si caratterizza dal possedere valori statistici di intensità media di precipitazione tra i più moderati tra quelli riscontrati nell'Isola. Alcune stazioni di misura tuttavia sono state classificate al secondo gruppo.

Una più recente seconda classificazione pluviometrica di tutte le stazioni di misura dislocate nell'Isola, al pari della precedente, è valida anche per la zona in esame, e considera i dati di pluviometria su tutto il territorio regionale fino al 1989. Anche in questo caso, la caratterizzazione porta a considerare statisticamente la zona occidentale dell'isola e quindi anche le aree dell'Oristanese come dotate di una intensità di pioggia relativamente moderata rispetto ad altre località con esposizione orientale.

² Puddu P. "Determinazione di zone pluviometriche omogenee per le piogge di breve durata mediante l'uso delle piogge massime giornaliere" (1969)

Dal punto di vista ingegneristico, l'una e l'altra classificazione propongono ciascuna le corrispondenti curve di possibilità pluviometrica le quali esprimono analiticamente il legame statistico tra l'altezza di precipitazione, la durata dell'evento e il tempo di ritorno ad esso associato, espresso nella forma $h(T,t)=a t^n$ nella quale i parametri a ed n sono dati dalle espressioni contenuti, tra l'altro, nelle Linee Guida del PAI.

Tabella 1.1 – Coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica TCEV (CNR-VAPI, 2000) applicabili alla zona dell'Oristanese ed ad altre aree dell'isola, assegnato il tempo di ritorno e la durata della precipitazione

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$
	$n=-0.18488+0.22960*\text{Log}(T)-3.3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-1.0469*10^{-2}-7.8505*10^{-3}*\text{Log}(T)$

1.7 EVENTI CRITICI DOCUMENTATI

Al fine di effettuare una indagine sugli eventi alluvionali storicamente registrati e attinenti all'area in studio, è stato interrogato l'archivio delle Aree Vulnerate Italiane che costituisce spesso una fonte documentale ampia ed organizzata che descrive gli eventi alluvionali e franosi pregressi e ne descrive i danni provocati. L'archivio fa parte delle elaborazioni riferite al cosiddetto Progetto AVI³ che venne commissionato dal Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile al Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDICI), del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), allo scopo di realizzare un censimento delle aree storicamente colpite da calamità geologiche ed idrauliche. L'archivio raccoglie informazioni storiche relative a frane ed inondazioni avvenute in Italia nel corso del XX secolo in Italia e contiene catalogati circa 35000 eventi. A ciascuna località è attribuita un record di archivio che riporta tutte le informazioni disponibili (numero del sito, nome del comune, nome della località, data dell'evento, periodo, tipologia dell'evento). Le mappe allegate al censimento riportano le località colpite e i siti sono stati localizzati in genere a scala 1:100.000 e, dove possibile a scala 1:25.000, sulla base delle informazioni storico-cronachistiche disponibili.

Nell'archivio sinteticamente descritto, gli eventi che hanno interessato il territorio comunale di Oristano sono catalogati in 16 record relativi ad altrettanti eventi di piena registrati, dei quali il più lontano cronologicamente risale dall'alluvione del 11 febbraio

³ CNR- Catalogo dei... Progetto AVI [online] <http://sici.irpi.cnr.it>

1917, come indicato nella Tabella 1 che riporta anche il riferimento alla scheda presente nell'archivio.

Tabella 1 - Eventi catalogati nell'archivio AVI e riguardanti il comune di Oristano

RECORD	LOCALITA'	DATA	AMBIENTE FISIOGRAFICO	FIUME
600445	Oristano - Strada di accesso all'abitato	2/4/1979	Pianura	F. Tirso
600562	Oristano (campagne di)	11/1/1987	Pianura	
600409	Oristano (campagne di)	25/6/1976	Pianura	
4600003	Oristano (Comune di)	2/12/1958		Canali
600214	Oristano (Comune di)	18/9/1963	Pianura	Canali di irrigazione
6600005	Oristano (Comune di)	16/11/1991		F. Tirso
600361	Oristano (Comune di)	13/4/1974	Pianura	F. Tirso
4600004	Oristano (Comune di)	22/11/1961		F. Tirso
600274	Piana di Oristano	17/12/1968	Pianura	F. Tirso
600206	Piana di Oristano	1/2/1963	Pianura	F. Tirso
600163	Piana di Oristano	14/12/1958	Montagna	F. Tirso
600019	Piana di Oristano	11/2/1924	Collina	F. Tirso
4600001	Piana di Oristano	11/2/1917		F. Tirso

2 Caratterizzazione dell'intervento

Dalla relazione di accompagnamento inserita negli elaborati del piano di lottizzazione si deducono le caratteristiche dell'intervento che, nei paragrafi seguenti, vengono sintetizzate permettendo di evidenziarne gli aspetti attinenti allo studio di compatibilità idraulica. Si evidenzia inoltre come la realizzazione dell'intervento sia prevista in stralci funzionali.

2.1 PLANIMETRIE DELLE OPERE RELATIVE AL PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

L'area oggetto dell'intervento è posta in località denominata "Su Forru de Madeddu" nella zona ovest della città, immediatamente fuori dal centro abitato attuale, già individuata dal Piano Urbanistico Comunale come zona di espansione, ed ha una estensione di 7.8 Ha con una popolazione insediabile di circa 500 abitanti. Le opere di urbanizzazione prevedono la realizzazione delle sistemazioni stradali, edifici residenziali e per l'istruzione, spazi attrezzati a parco e parcheggi.

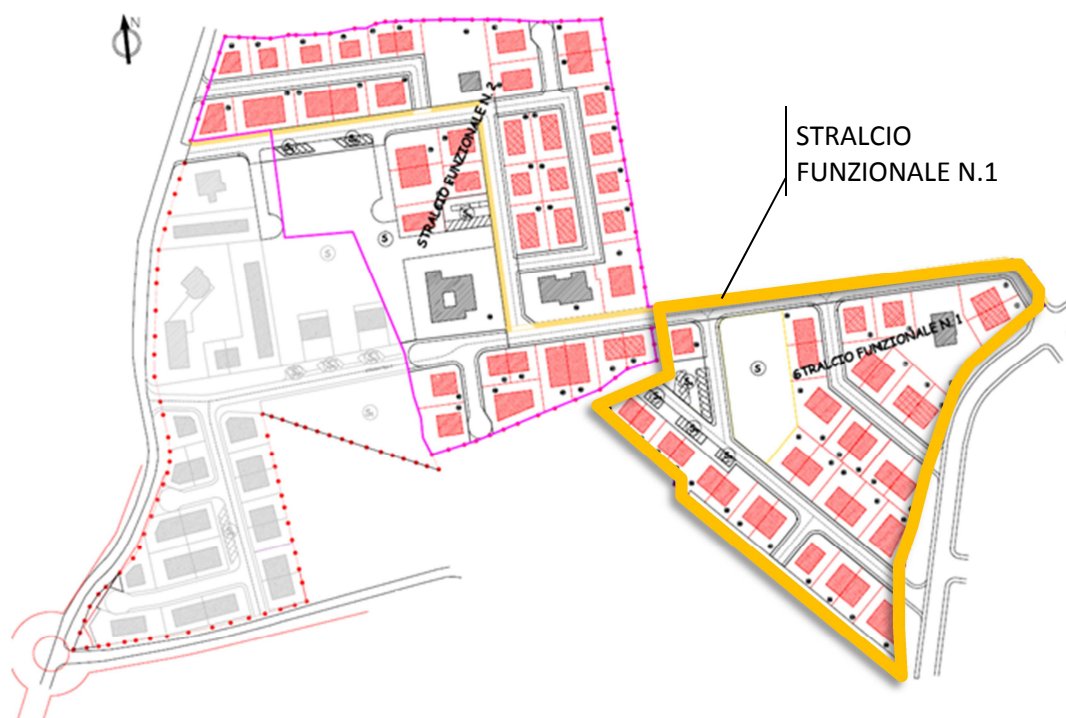


Figure 1 - Planimetria della lottizzazione e stralcio funzionale n.1 oggetto del presente studio di compatibilità

Con riferimento agli obbiettivi del presente studio, la superficie territoriale inclusa nello stralcio funzionale n.1 che interessa le aree evidenziate nella figura precedente ammonta a circa 2.3 ettari.

Le infrastrutture a rete sono costituite dalle opere stradali, dalle opere per l'illuminazione pubblica e quelle per le telecomunicazioni. Le connessioni elettriche e quelle di segnale sono realizzate mediante linee interrate.

La rete fognaria delle acque bianche prevede l'utilizzo di condotte di raccolta in cemento del Ø300 e caditoie al lato di raccolta delle strada (dotate di pendenza trasversale) con distanza non superiore a 20m l'una dall'altra. Le acque meteoriche della lottizzazione verranno conferite in parte nella condotta urbana esistente e in parte nella rete di canali di dreno esistenti nel confine con la zona agricola.

2.2 TIPOLOGIE EDILIZIE

Le tipologie edilizie previste sono costituite esclusivamente da abitazioni (singole o binili) che si svilupperanno su due piani, fuori terra e dunque privi di locali al di sotto della quota di marciapiede. I singoli lotti saranno delimitati nel retro con recinzioni permeabili (a giorno) e privi delle stesse sul fronte principale. Nelle figure seguenti sono consegnati vari stralci degli elaborati progettuali che evidenziano le tipologie edilizie e le quota di calpestio interne degli edifici. Si evidenzia l'assenza di locali seminterrati.

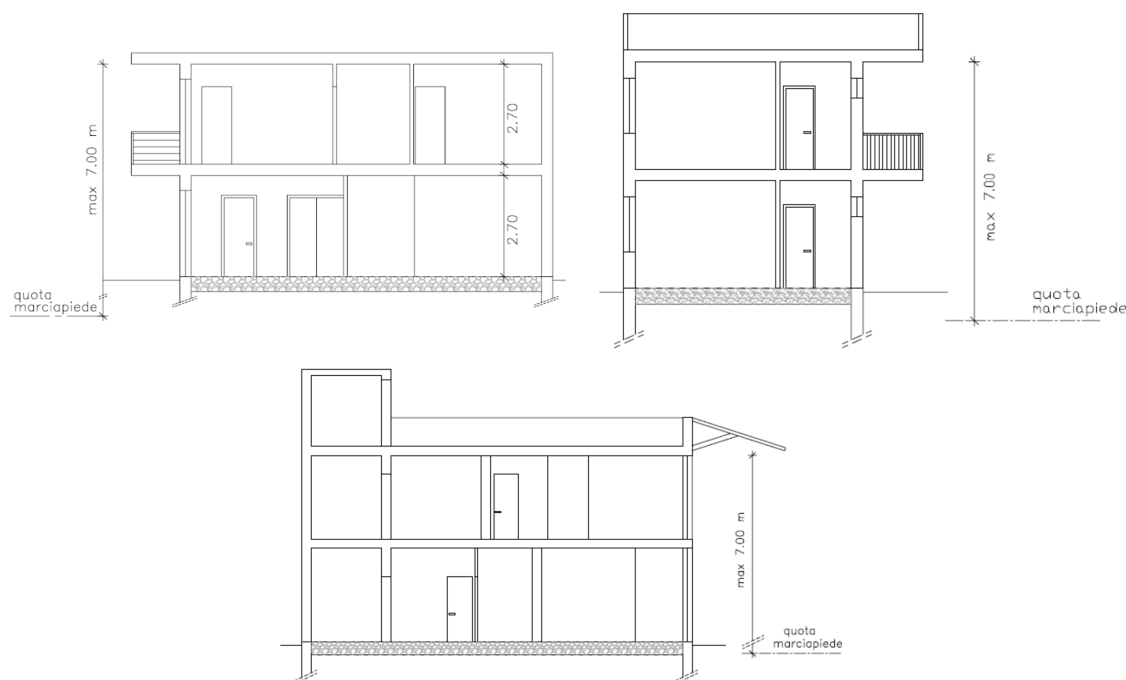


Figure 2 – Tipologie edilizie previste nell'intervento

3 Studi generali sulla pericolosità idraulica delle aree in studio

3.1 IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

In conformità al D.P.C.M. del 29 settembre 1998 *“Atto di indirizzo e coordinamento per i criteri relativi agli adempimenti di cui all’art.1, commi 1 e 2 del D. Legge n.180 del 11/06/1998”*, e come riportato nelle *“Linee Guida” delle Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia* (RAS, 2000), la procedura di individuazione delle aree a rischio idraulico prevede, per ogni bacino idrografico, una prima identificazione dei tronchi critici del reticolo idrografico.

La Normativa individua tre classi di probabilità di evento o classi di pericolosità in relazione alle quali è prescritta la perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica. Per la loro determinazione si effettua il calcolo delle portate di piena in sezioni idrografiche sufficientemente significative, relativamente a tempi ritorno di 50 anni, 100 anni, 200 anni e 500 anni, determinate attraverso i metodi correntemente adottati dall'idrologia per la Sardegna.

Nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna (2004), il calcolo dei livelli idrici per ciascun tronco critico è stato condotto con tecniche di modellazione idraulica nell'ipotesi di moto permanente. Se i livelli calcolati sono contenuti tra le sponde dell'alveo, la sezione trasversale della corrente sarà costituita dalla sezione esaminata, mentre se il livello idrico supera le sponde anzidette, la sezione trasversale risulterà dall'unione della sezione arginata con la piana alluvionale compresa tra il corso d'acqua e la isoipsa corrispondente al livello idrico per la portata di calcolo. In base ai profili così determinati sono state definite come allagabili tutte le porzioni di territorio contigue al corso d'acqua le cui quote del piano di campagna risultino minori di quelle del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate.

Sulla Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10.000 il PAI del 2004 ha individuato le aree inondabili e quindi quelle a pericolosità secondo i livelli previsti dalle citate indagini idrologiche ed analisi idrauliche. Nel PAI sono state perimetrate le aree a pericolosità idraulica per ciascuna delle classi previste nel D.P.C.M. 29/09/1998 e recepite nelle NdA del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna. In particolare, sono rappresentati:

- il perimetro delle aree di esondazione con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (pericolosità idraulica molto elevata – Hi4)

- la fascia di elevata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 50 e i 100 anni (Hi3);
- la fascia di media pericolosità, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra 100 e 200 anni (Hi2);
- la fascia di moderata pericolosità idraulica, per esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra 200 e 500 anni (Hi1).

Nella Normativa il rischio è considerata una grandezza connessa sia alla pericolosità idraulica (Hi) che alla natura degli elementi (E) soggetti a esposizione, in relazione ai quali viene definito il *grado di rischio* secondo la formulazione prevista nella letteratura tecnica e ripresa nel DPCM:

$$R_i = H_i \times E \times V$$

Come nelle aree in esame, qualora si ha la presenza sia di centri urbani che di aree rurali abitate, il Decreto prevede di assumere $E=E_4=1$. Il termine V esprime la vulnerabilità intesa come *capacità a resistere alla sollecitazione indotte dall'evento* e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. In conformità a quanto indicato nel citato Decreto, ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, si assumerà $V=1$. Inoltre, poiché la stima del fattore V dovrà necessariamente essere approfondita, le linee guida prevedono la possibilità, in fasi successive di approfondimento dei piani, di poter provvedere ad una opportuna ricalibratura del parametro sulla base di studi specifici di settore.

La Normativa prescrive che, a seguito della sovrapposizione della perimetrazione della pericolosità idraulica con la sussistenza di attività umane in esse svolte, tenendo conto delle classi di pericolosità idraulica descritte, sono determinate le aree a rischio idraulico, le quali sono distinte in quattro classi a gravosità crescente come di seguito descritte:

- rischio moderato (Ri1): per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- rischio medio (Ri2): per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- rischio elevato (Ri3): per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

- rischio molto elevato (Ri4): per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.

Tra gli effetti di tale delimitazione, il PAI prevede l'individuazione degli interventi di salvaguardia, ovvero di contromisure tendenti a mitigare il livello di rischio attraverso la programmazione di interventi urgenti e di interventi a più lungo termine. Inoltre sono previste "misure di salvaguardia" tendenti alla tutela ed alla conservazione del patrimonio ambientale e dei beni culturali.

La scheda informativa B2cpTC06_2 e B2cpTC06_3 del PAI (Bacino Idrografico n. 2) riporta una descrizione della pericolosità idraulica accertata per la zona in studio, per la quale il modello evidenzia come la presenza delle arginature sia in generale adeguata al contenimento delle piene con tempo di ritorno bicentenario, nel tratto a valle della traversa di S. Vittoria fino alla foce.

Infatti l'alveo del fiume presenta, per tutto il tratto a valle della diga di Santa Vittoria fino al Mare, un'arginatura su ciascuna sponda realizzata a partire dagli anni '30 nell'ambito dei lavori di bonifica del Campidano di Oristano. Alla fine degli anni '80 il Consorzio di Bonifica ha eseguito alcuni interventi di manutenzione delle arginature per un limitato tratto in prossimità dell'abitato di Oristano.

In zona di Silì, lo studio rileva come necessario un intervento di controllo e manutenzione lungo tutte le arginature, in particolare per la presenza di abbassamenti delle quote dei cigli in corrispondenza dei punti di passaggio di bestiame e di rampe carrabili di scavalco o siti interessati da attraversamenti di condotte idriche.

Per il tratto terminale, ove il corso si presenta con andamento meandriforme tipico dei tratti di pianura e in corrispondenza della foce ove esso è prevalentemente allo stato naturale, si rileva inoltre la presenza di fenomeni erosivi in atto sulle banche golenali in corrispondenza dei vertici delle anse dell'alveo di magra, in particolare in sponda sinistra. In alcuni tratti, per effetto delle piene ricorrenti, si sono manifestati preoccupanti avvicinamenti delle anse al piede degli argini maestri, ravvedendo la necessità di intervenire mediante opere di protezione spondale.

Come evidenziato nella figura seguente, nelle aree di interesse indicate dalla freccia, nel PAI non sono risultate situazioni di pericolosità derivanti dalla piena del Tirso per nessuno dei tempi di ritorno considerati dal Piano.

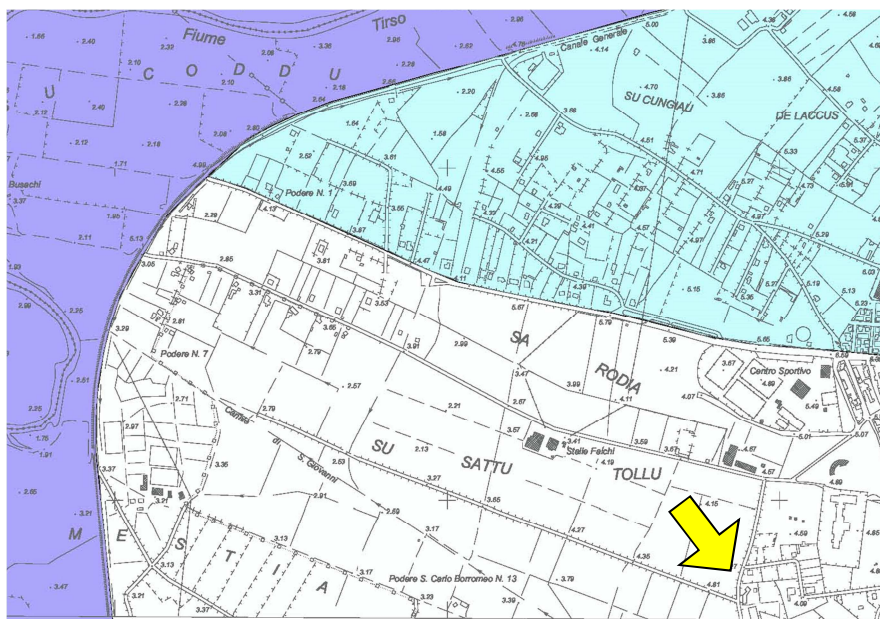


Figura 3.1 – Aree di pericolosità idraulica del PAI (stralcio All. Tav8 - Aree allagabili, 2004). La freccia indica la posizione dell'intervento.

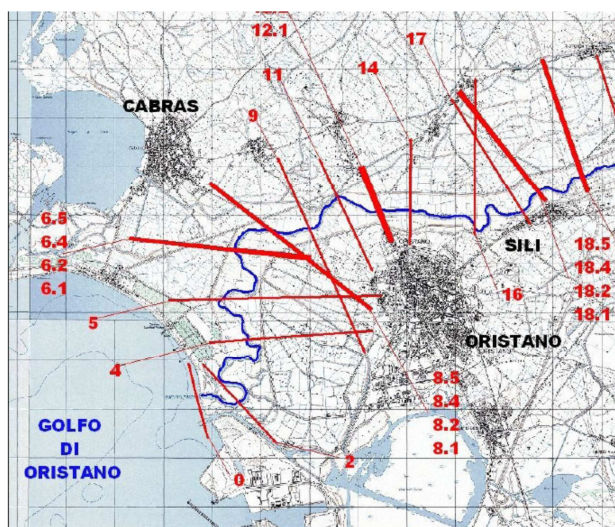


Figura 3.2 -PSFF: Ubicazione delle sezioni di calcolo per il tronco terminale del Tirso

3.2 ELABORAZIONI CONTENUTE NEL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI

L'allegato monografico del PSFF che riguarda lo studio idraulico del f. Tirso con il rispettivo bacino idrografico complessivo propone una sostanziale rielaborazione delle procedure di determinazione delle portate a valle della Diga Cantoniera rielaborando

conseguentemente nuove perimetrazioni delle fasce di pericolosità idraulica relative a ciascuna probabilità di allagamento.

Come si può osservare dalla figura seguente che riporta uno stralcio delle perimetrazioni suddette, le fasce di pericolosità individuate per il f. Tirso sono notevolmente più estese rispetto a quelle previste nel vigente PAI. Come evidenziato nella Figura 5.5, **per l'area di sedime destinata all'intervento in esame, il piano prevede un livello di pericolosità di tipo C determinata con criterio geomorfologico il cui tempo di ritorno della piena ad essa associata è fatto corrispondere formalmente alla pericolosità di tipo Hi1 (Tr compreso tra 200 e 500 anni).**

Nell'allegato al progetto di Piano che tratta dell'analisi idraulica effettuata per il tronco idrico di interesse (f. Tirso) nel tratto compreso tra la traversa di S. Vittoria fino alla foce, sono state individuate le sezioni di calcolo più prossime all'area di intervento (Figura 3.2 e Figura 3.3) ove, in prossimità delle quali, peraltro non si manifesta alcuna criticità (sinistra idraulica).

3.3 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Il PGRA, coerentemente con il PAI e con il PSFF precedentemente i cui risultati sono stati esposti nei paragrafi precedenti, individua per la zona di interesse dell'intervento in esame una pericolosità di livello basso (P1) secondo la classificazione della D.Lgs.49/2010. Infine le aree in argomento non risultano essere state coinvolte dall'evento alluvionale del 18.11.2013.

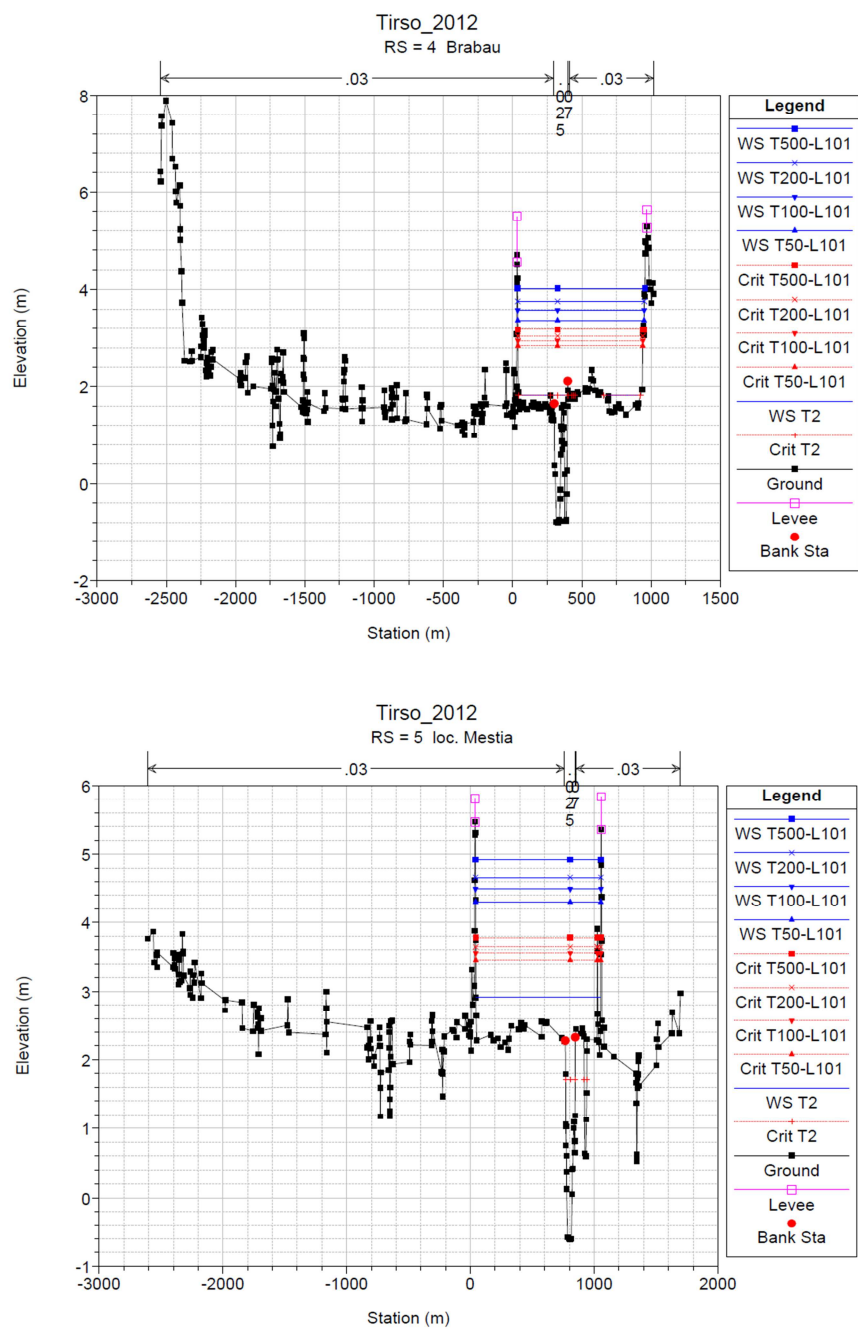


Figura 3.3 - PSFF: Sezioni di calcolo prossime alla zona dell'intervento e risultati per $Tr=50$ anni.

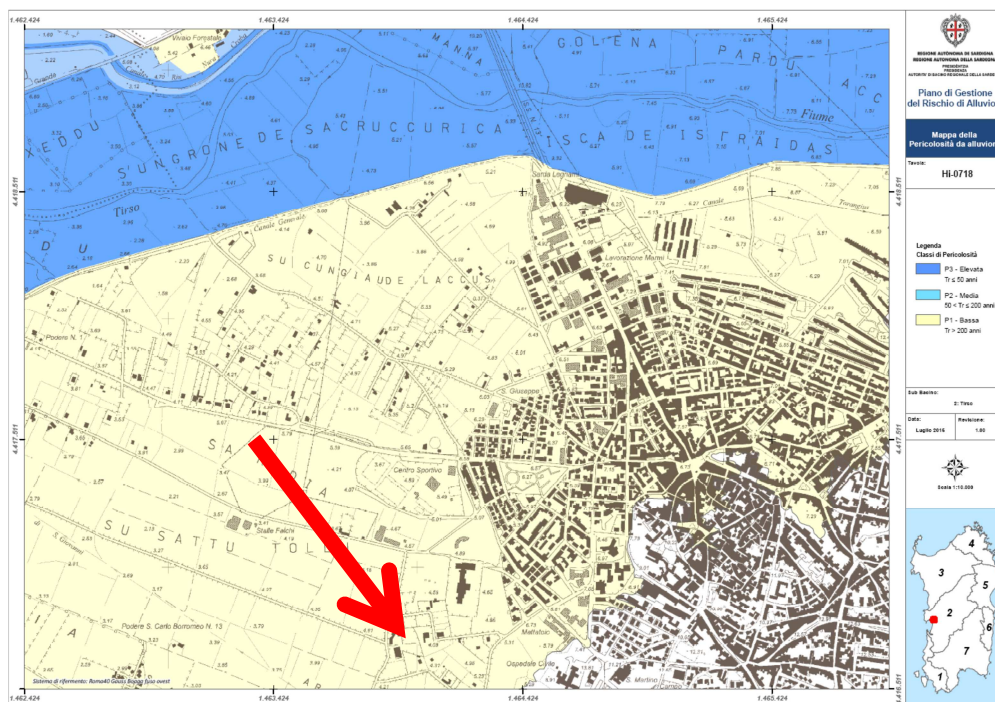


Figura 3.4 - Piano di Gestione del Rischio di Alluvione. L'area di interesse, indicata dalla freccia, è caratterizzata con probabilità "bassa" P1 (Tavola Hi-0718 Sc. 1:10.000)

3.4 ELABORAZIONI DI MAGGIORE DETTAGLIO

Lo studio di Compatibilità Idraulica ex art. 8 delle Norme di Attuazione del PAI ha studiato la pericolosità idraulica di tutto il territorio comunale e in particolare dell'area compresa tra l'abitato di Oristano e l'argine di sponda sinistra del Tirso.

Con riferimento all'area di interesse per questo studio, la pericolosità idraulica risultante dalle analisi è stata consegnata nella Figura seguente tratta dalla "Tavola 5.8 – Carta del Pericolo iniluppo (Quadro 8 – scala 1:4.000)".

L'area interessata, come più volte rimarcato, ricade in prossimità del perimetro edificato della zona Ovest di Oristano a circa 350 m dall'Ospedale civile in un'area che, dal punto di vista idrografico, appare dotata di una rete molto sviluppata di canali di dreno appartenente alla rete di drenaggio principale facente capo al Rio S. Giovanni.

Rimandando a quello studio i dettagli delle elaborazioni svolte, nella Figura 3.5 è presentata l'estensione delle aree ritenute a pericolosità idraulica nello studio di compatibilità idraulica recentemente approvato.

Come evidenziato anche nella Figura 3.6, la pericolosità idraulica relativa all'area di interesse è stata valutata di tipo Hi1 e pertanto, relativamente agli usi del territorio e alle opere di trasformazione ammissibili valgono le indicazioni di cui all'art. 30 delle Norme di Attuazione del PAI.

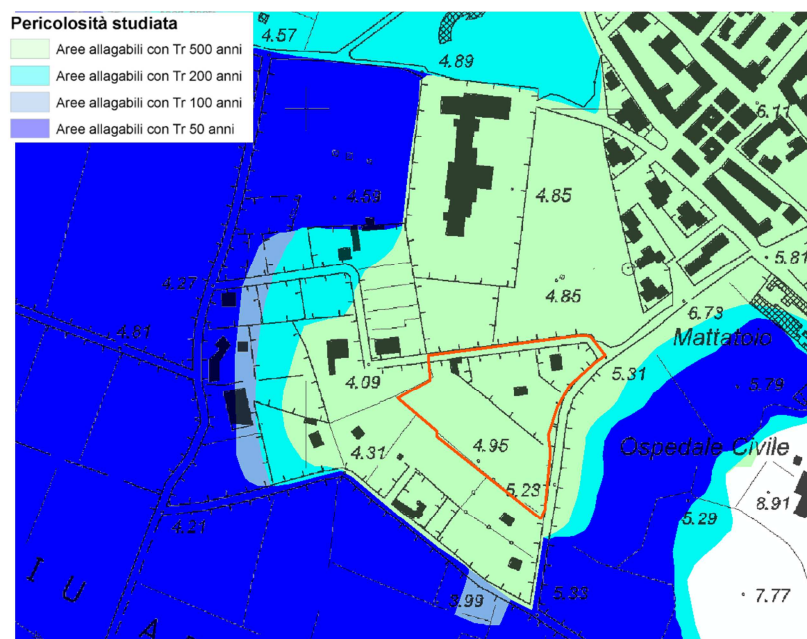


Figura 3.5 – Pericolosità idraulica evidenziata dallo studio di compatibilità idraulica del PUC nella zona in esame (stralcio Tav. 5.8 allegata allo Studio di compatibilità idraulica del PUC. Base cartografica CTR sc. 1:10000)

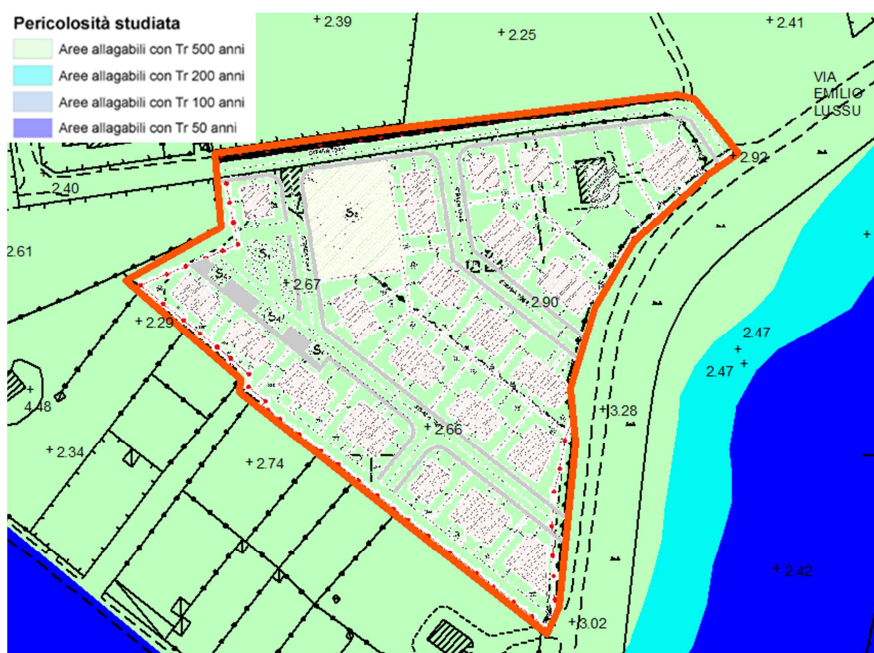


Figura 3.6 - – Pericolosità idraulica Hi1 nell'area in relativa allo stralcio funzionale n.1 del Piano di Lottizzazione (base scala 1:2000)

4 Ammissibilità dell'intervento

Ai sensi delle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico, con riferimento alla Figura 3.6, dall'esame degli studi esposti nel capitolo precedente e per la sovrapposizione dei perimetri delle aree classificate come dotate di pericolosità, si rileva quanto segue: le aree oggetto di intervento sono interessate da **pericolosità idraulica di tipo moderato Hi1** (o P1) e quindi l'ammissibilità dell'intervento è regolata dalle indicazioni dell'art. 30 delle citate Norme;

Nel citato art. 30 delle NdA la disciplina concernente gli usi ammissibili sono quelli stabiliti dagli strumenti urbanistici, dai regolamenti edilizi ed dai piani di settore vigenti.

Tali elementi descrittivi, in relazione con le opere previste, inducono a valutare in senso favorevole l'ammissibilità di tale tipologia di intervento con i disposti della normativa di tutela.

5 Compatibilità idraulica dell'intervento

Nel seguito sono presentate le valutazioni richieste ai sensi dell'artt.24 e, con riferimento all'art. 47 delle Norme di Attuazione del PAI, l'estensione dell'intervento (2.3 ettari) individua quest'ultimo come di Classe "C".

5.1 INVARIANZA GEOMORFOLOGICA

Sempre dagli elaborati di relazione contenuti tra quelli del piano di lottizzazione non si individuano previsioni di sostanziali variazioni altimetriche connesse alla sistemazione dei terreni.

Attualmente le quote esistenti variano lievemente con massimo scarto di circa 1 metro (Figura 5.1).

Non sono previste realizzazioni di locali in scavo (rimesse, seminterrati etc).



Figura 5.1 - Planimetria dell'area oggetto dell'intervento e quote altimetriche (CTR sc. 1:2000).

5.2 INVARIANZA IDROLOGICA

Variazione della attitudine all'infiltrazione dei suoli

L'intervento in studio, implicando una edificazione, in una o più fasi che si protraggono nel tempo, di superfici di copertura per edifici o manufatti, può determinare un incremento potenziale della produzione di deflusso netto, in quanto una parte della superficie esposta alla pioggia zenitale, allo stato attuale costituita dal suolo naturalmente permeabile, viene sostituita dalle superfici di copertura degli edifici caratterizzate da quasi totale impermeabilità.

Complessivamente quindi ne potrebbe risultare un incremento della produzione di deflusso netto che verrà di seguito quantificato in termini di coefficiente udometrico, calcolato determinando la variazione di deflusso corrispondente alle mutate condizioni di permeabilità ed uso del suolo.

Per la determinazione della risposta idrologica dell'area in termini di deflusso verrà utilizzato un metodo empirico che adotta la metodologia Curve Number dell'US-NCRS valutando che, dal punto di vista della permeabilità del substrato, quest'ultimo è classificabile come a permeabilità medio bassa (tipo C della classificazione NCRS).

Il tempo di ritorno assunto per l'analisi che segue è di 50 anni mentre per la determinazione della pioggia critica è stato considerato un evento della durata di 30 minuti.

Per la determinazione della pioggia totale è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica valutata con l'ausilio della distribuzione statistica TCEV valida per la zona in esame conformemente al metodo riportato in riportato in Deidda, Sechi et al.



Figura 5.2 - Copertura del suolo (stato attuale)



Figura 5.3 - Copertura del suolo (stato progetto)

Tabella 5.1- Modificazioni del parametro CN nella valutazione del deflusso netto

classe di uso STATO DI FATTO			classe di uso STATO DI PROGETTO		
	Area (mq)	CN II		Area (mq)	CN II
edifici	378	98	edifici	5598	98
strade asfaltate	0	98	strade asfaltate	5984	83
aree verdi o non pavimentate	1006	78	aree verdi o non pavimentate	11968	79
strade mcadam o lastricate	1444	87	parcheggi pavimentati	240	86
colture agricole	20535	83	colture agricole	0	83
incolto	427	79	incolto	0	79
Totale	23790	83.2	Totale	23790	84.5

Alla variazione di uso del suolo riportata negli elaborati di lottizzazione viene fatta corrispondere una variazione del paramento CN in ragione di come indicato in letteratura (condizione AMC 2).

Nella Tabella 5.1 sono riportate le estensioni territoriali soggette a modificazione e il corrispondente valore del parametro adottato, sia per la situazione attuale che per quella di progetto. Il valore risultante è mediato pesando i vari contributi secondo le variazioni di uso del suolo indicate.

I valori di massima altezza idrica ritenibile e di assorbimento del terreno sono consegnati in Tabella 5.2.

Tabella 5.2 - Valori di ritenzione nel terreno e assorbimento iniziale

STATO ATTUALE				STATO DI PROGETTO			
CN II – CN III	CN	83.2	91.9	CN II – CN III	CN	86.6	92.7
Stima massima capac. Rit.	S	22.3	mm	Stima massima capac. Rit.	S	31.88	mm
Assorbimento iniziale	Ia	4.5	mm	Assorbimento iniziale	Ia	6.4	mm

Tale durata è quindi presa a riferimento per la valutazione del maggior deflusso che costituisce l'impatto dal punto di vista idrologico della realizzazione dell'intervento.

L'evento di riferimento stabilito nelle linee guida del PAI per la valutazione delle risposta idrologica del suolo ha tempo di ritorno di 50 anni ed è relativo alla pioggia di durata pari a 30 minuti la cui cumulata è valutata mediante le curve di possibilità pluviometrica valide per l'area in esame; in particolare, è stata applicata la curva che utilizza la distribuzione TCEV relativa alla sottozona 1 con pioggia indice pari a 50 mm (parametri $n_1=0.316$, $a_1=20.69$, $n_2=0.10933$, $a_2=2.22705$). La precipitazione è stata rappresentata mediante uno ietogramma di tipo Chicago a scansione temporale di 1 minuto, con parametro $r=0.375$, il quale ha fornito all'istante di picco un'altezza di pioggia pari a 8 mm.

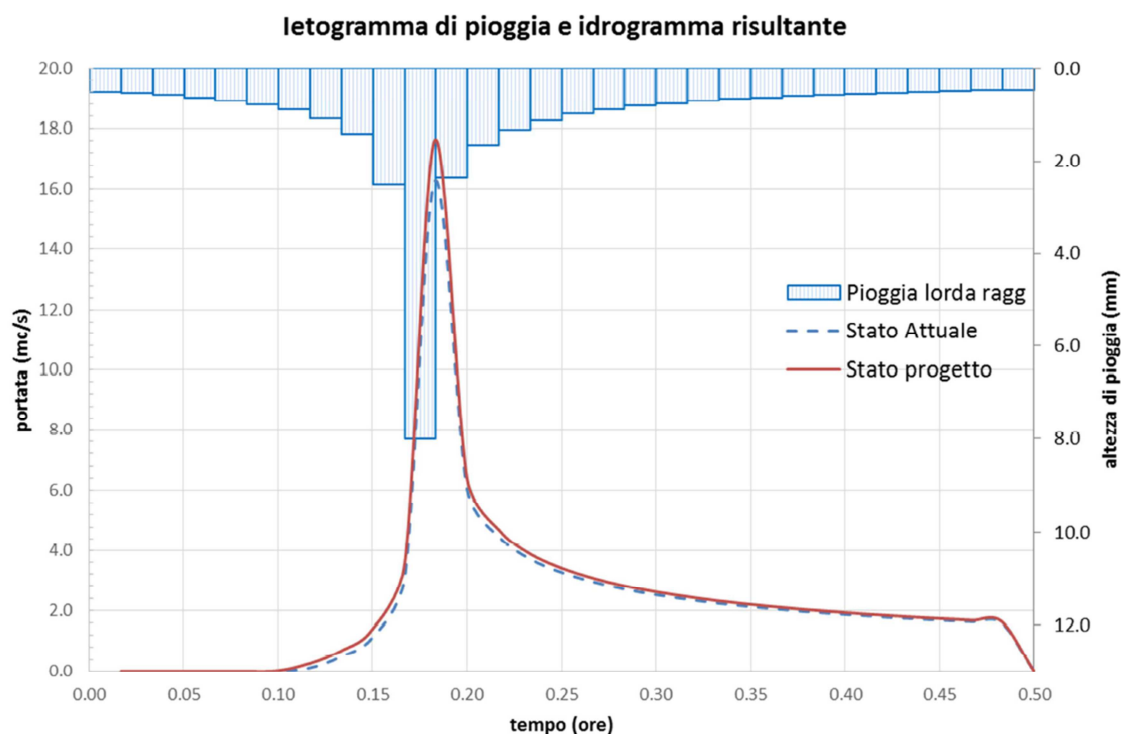


Figura 5.4 - Massimo deflusso in relazione alla durata assegnata (tempo di ritorno cinquantennale) per lo stato di fatto e quello di progetto

Tabella 3 – Grandezze relative al calcolo della pioggia netta nella situazione di fatto e in quella di progetto

STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
Durata pioggia	30 min	Durata pioggia	30 min
Cumulata di pioggia totale	34.3 mm	Cumulata di pioggia totale	34.3 mm
Numero intervalli	30	Numero intervalli	30
Pioggia Netta	17.1 mm	Pioggia Netta	18.2 mm
Infiltrato	17.2 mm	Infiltrato	16.1 mm
coeff di afflusso	0.50	coeff di afflusso	0.53
step temporale	1 min	step temporale	1 min
Volume affluito	8 164 m ³	Volume affluito	8 164 m ³
Volume deflusso	4 067 m ³	Volume deflusso	4 323 m ³

Come evidenziato anche dalla tabella, il maggior volume di deflusso prodotto a seguito della trasformazione di tali aree ammonta a $(4323-4067)=256$ mc.

Nella figura precedente è consegnato l'idrogramma generato dalla precipitazione di riferimento in entrambe le situazioni studiate e in essa si evidenzia come la portata massima allo stato attuale dei suoli sia valutata in 16.3 mc/s.

Interventi compensativi

Nel paragrafo precedente è stato descritto come, la maggiore produzione di deflusso conseguente alla impermeabilizzazione di una porzione delle aree di intervento, ha modificato la risposta idrologica complessiva del suolo.

La maggiore produzione di deflusso è stata quantificata statisticamente in circa 256 m³ per l'evento di riferimento della durata di 0.5 ore e tempo di ritorno di 50 anni.

Gli aspetti compensativi da attuare a norma dell'art 47 del Titolo V delle NdA del PAI, dovranno prevedere il rilascio graduale di tale volume nella rete di drenaggio esistente a valle delle opere senza variare sostanzialmente la risposta idrologica complessiva del bacino di appartenenza.

L'invarianza della risposta idrologica potrà essere realizzata prevedendo **canalizzazioni di raccolta interne per le acque meteoriche provenienti dalle coperture (sia a falde che orizzontali) che potranno essere collettate mediante tubazioni del diametro nominale del Ø250 (media lungo tutta la rete principale).**

Si osserva che nella planimetria allegata al piano di lottizzazione è desumibile che la condotta di raccolta delle acque bianche sia prevista mediante rete di tubazioni della lunghezza di complessivi 580 m che corrisponde ad un volume di invaso di circa 30 m³ (considerando una sezione liquida pari al 75% dello speco), essendo la restante porzione del maggior volume di deflusso adeguatamente laminata mediante un'area di adeguata superficie disperdente destinata allo scopo.

Piano di Lottizzazione in località "Su Forru de Madeddu" – Stralcio Funzionale

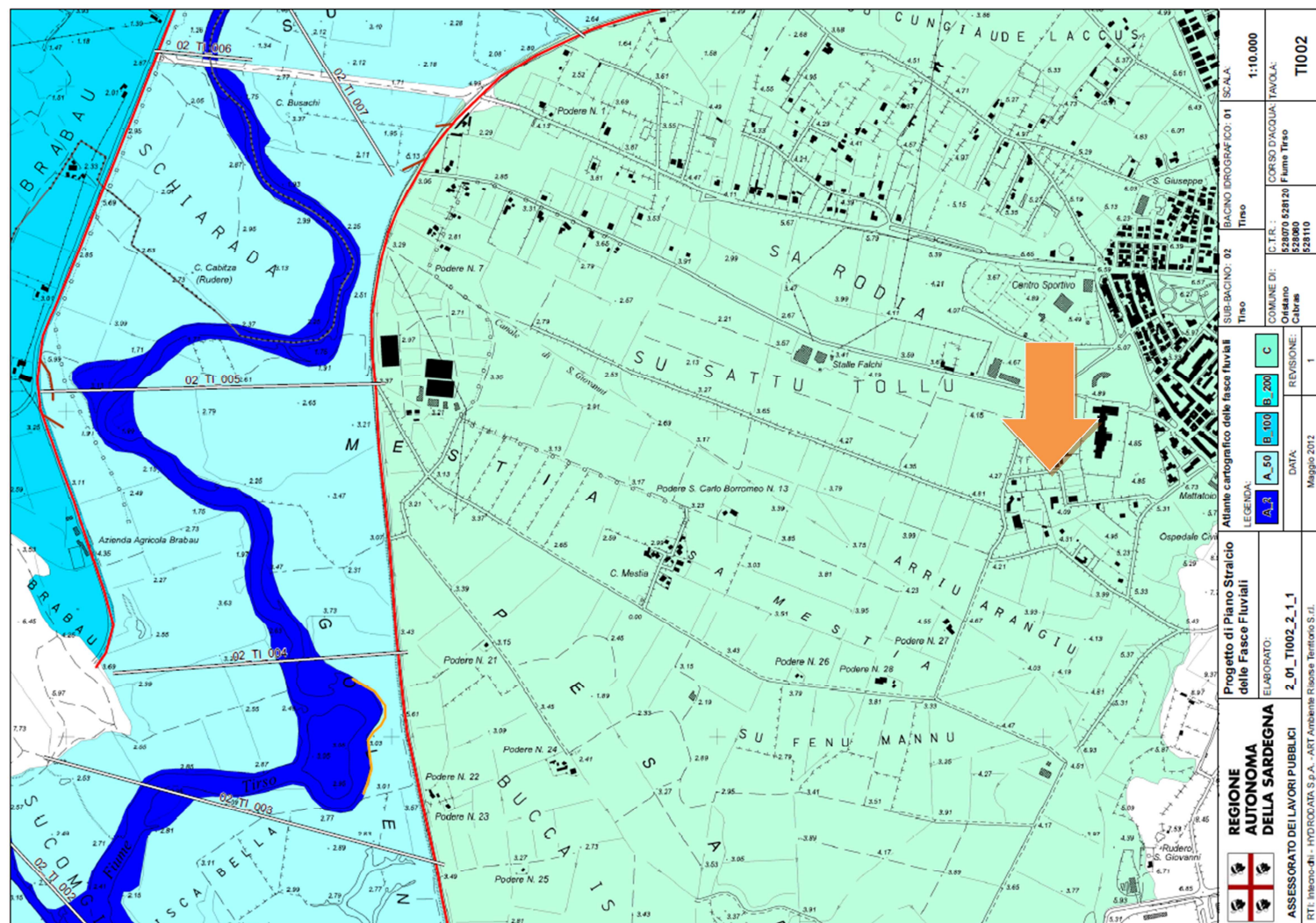


Figura 5.5 - PSFF: pericolosità idraulica delle aree relative al tratto terminale del f. Tiro. La freccia indica la posizione della lottizzazione.

6 Elementi esposti e rischio residuo

Al fine di effettuare la classificazione dei beni esposti, in aderenza con quanto indicato nel D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, ciascun elemento soggetto a trasformazione come rappresentato schematicamente nella Figura 6.1 seguente, è stato classificato utilizzando la caratterizzazione degli elementi in quattro classi di danno potenziale come descritto nella Tabella 6.1.

In particolare, tutte le nuove edificazioni sono state classificate come di seguito riportato:

- elemento: zona residenziale
- descrizione: edificio civile
- codice: 1 a
- fonte: Comune
- vulnerabilità: 1
- classe di danno: E4/D4

Riguardo alla viabilità prevista nel piano, questa è stata classificata come “strade comunali” corrispondenti alla classe di danno E2/D2.

Nello shapefile allegato è consegnata la tabella degli attributi redatta in conformità a quanto richiesto dall’Agenzia Regionale del Distretto Idrografico per l’aggiornamento del sistema informativo territoriale regionale (SITR).

Tabella 6.1 - Le classi omogenee di Danno Potenziale

D4	(Danno potenziale molto elevato):	aree in cui si può verificare la perdita di vite umane, ingenti danni ai beni economici, naturali storici e culturali di rilevante interesse, gravi disastri ecologico –ambientali;
D3	(Danno potenziale elevato):	aree con problemi per l’incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico, aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sedi di importanti attività produttive;
D2	(Danno potenziale medio):	aree con limitati effetti sulle persone e sul tessuto socioeconomico. Aree attraversate da infrastrutture secondarie e attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico;
D1	(Danno potenziale moderato o nullo):	comprende le aree libere da insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene.

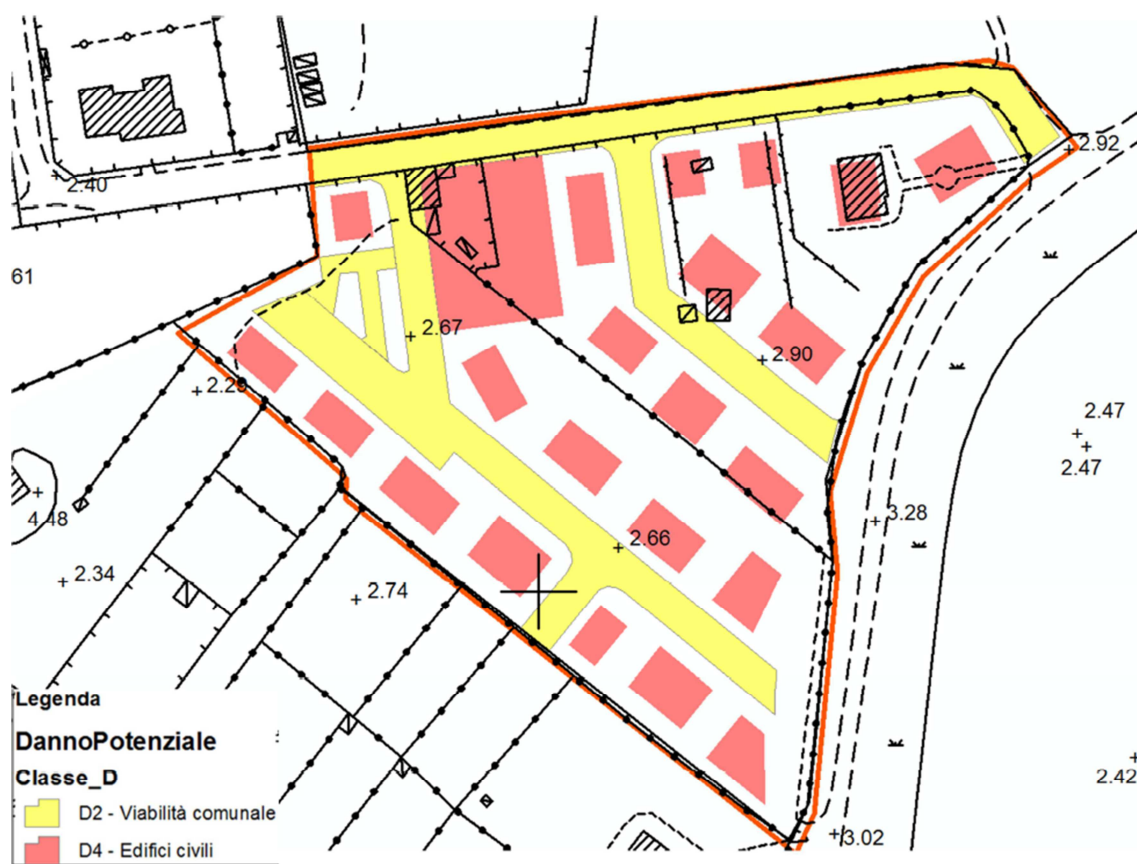


Figura 6.1 - Classificazione dei principali elementi soggetti a trasformazione mediante classi omogenee di danno potenziale

Come già osservato, la pericolosità dell'area indicata nello studio realizzato dall'Amministrazione comunale è riferita alla classe Hi1 (pericolo moderato) e per effetto della misura di salvaguardia prevista nel D. Lgs 152/2010 e nell'art.23 c.14 delle NdA, allo stato attuale è applicabile quanto prescritto dall'art. 30 delle stesse NdA per le aree a pericolosità moderata.

Inoltre, con riferimento alla classificazione del danno relativo alle aree occupate dagli edifici, si determina un incremento delle condizioni di rischio che dal grado Ri1 assume il grado Ri2.

Si osserva tuttavia che tale aumento:

- a) è sostenibile in quanto strettamente connesso all'intervento come espressamente assentito dalle norme urbanistiche
- b) è compensato dalle misure di attenuazione messe in atto (compatibilità e invarianza).

Per quanto tale, in definitiva, l'incremento di rischio è ammissibile ai sensi dell'art. 23 comma 9) delle NdA del PAI.

7 Conclusioni

Nello studio sono state affrontate ed esaminate tutte le tematiche di interesse per la caratterizzazione dell'area di intervento, effettuata con l'ausilio e l'elaborazione di dati provenienti dalla letteratura tecnica in materia di idrologia, idraulica, geologia ed idrogeologia.

Nell'ambito degli studi disponibili e delle conoscenze in materia di prevenzione del rischio idraulico rappresentati dalla pianificazione regionale in materia di assetto idrogeologico, l'area in studio è stata individuata sulla Cartografia Tecnica allegata ai seguenti Piani:

- Piano di Assetto idrogeologico approvato con Del. dell'Assessorato dei Lavori Pubblici n.54/33 del 30/12/2004 e ss. mm. ii,
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) approvato con Delib. del Comitato Istituzionale n. 2 del 17.12.2015 dell'ADIS;
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) della Sardegna;
- Studio di Compatibilità Idraulica del Piano Urbanistico Comunale ai sensi dell'art. 30bis delle Norme di Attuazione del PAI redatto dal Comune di Oristano, adottato nel marzo 2016 ed inviato all'ADIS per il parere di competenza.

In particolare, come evidenziato nella relazione, per le aree di interesse dell'intervento di lottizzazione in studio:

- il PAI **non individua situazioni di pericolosità** derivanti da allagamenti per nessuno dei tempi di ritorno considerati dal Piano;
- il PSFF ha evidenziato come l'area in esame **ricade nelle perimetrazione di fascia "C"** di carattere geomorfologico per la quale valgono le prescrizioni contenute negli strumenti urbanistici vigenti per la zona in esame (art.30 e 30bis delle NdA);
- lo studio redatto dall'Amministrazione del Comune di Oristano **ha individuato pericolosità idrauliche di grado Hi1.**

Inoltre, il contributo del consulente geologo, mediante il rilevamento geologico dell'area, ha permesso di definire i caratteri stratigrafici, idrogeologici e geomorfologici evidenziando come, dall'analisi della cartografia disponibile e da un'attenta valutazione durante i sopralluoghi effettuati, **sia emerso che nell'area non si rilevano fenomeni di dissesto attivi o potenziali che possano interferire con la realizzazione delle opere previste in progetto.**

Sulla base delle precedenti valutazioni, lo studio ha verificato in senso favorevole:

- l'ammissibilità dell'intervento ai sensi delle NdA del PAI;
 - la compatibilità dell'intervento e la coerenza delle modalità di progettazione con i principi e i contenuti del PAI.
-