Comune di Terralba
Provincia di Oristano

STUDIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PER LA PERICOLOSITA' E IL RISCHIO IDRAULICO

art. 8, comma 2, Norme di Attuazione PAI

Il Sindaco
Arch. Sandro Pili

l'Ufficio tecnico
Geom. Romano Pitzus
Ing. Claudia Cenghialta

responsabili per lo studio

Ing. Paolo Scarteddu

Ing. Fabrizio Staffa

Geol. Maurizio Costa

collaborazione

Dott. Marco Pillosu

Allegato A - Relazione tecnico illustrativa

Data: Luglio 2021

COMUNE DI TERRALBA – PROVINCIA DI ORISTANO

STUDIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PER LA PERICOLOSITA' E IL RISCHIO IDRAULICO

Art. 8 comma 2 delle N.T.A. del PAI

ALLEGATO A – Relazione tecnico illustrativa

Coordinamento e responsabili dello Studio

Ing. Paolo Scarteddu

Ing. Fabrizio Staffa

Geol. Maurizio Costa

1 Premessa 3
1.1 Definizione della pericolosità idraulica Hi 4
1.2 Elementi esposti al rischio 5
1.2.1 La Carta degli Elementi a Rischio secondo il PGRA 5
1.2.2 La Carta degli Elementi a Rischio per la variante al PAI 8
1.3 Classificazione delle aree a rischio 9
1.3.1 Rischio idraulico 9
1.4 Allegati dello studio di assetto idrogeologico parte idraulica 11
2 Analisi Storica e studi pregressi. 12
2.1 Analisi storica delle modificazioni geomorfologiche dell'alveo del Rio Mogoro 12
2.2 Eventi censiti negli archivi piene dell'AVI (catastrofi idrogeologiche) 13
2.3 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) 15
2.4 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) 16
2.5 Evento calamitoso "Cleopatra" del Novembre 2013 18
2.6 Piano gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) 19
2.7 Aggiornamento del P.G.R.A. e scenario 0 sul Rio Mogoro 20
3 Assetto fisico- Ambientale 22
3.1 Inquadramento geolitologico 22
3.2 Inquadramento geomorfologico 23
3.2.1 Inquadramento idrogeologico 25
3.3 Inquadramento idrografico 26
4 Modellazione 2D degli ambiti fluviali vallivi - Rio Mogoro 27
4.1 Obbiettivi dello studio 27
4.2 Risultati dello studio per il tratto vallivo del Rio Mogoro in agro di Terralba. 27
5 Analisi idraulica del reticolo minore drenante il Comune di Terralba 33
5.1 Tronchi critici individuati 33
5.2 Modellazione in moto permanente del Canale delle Acque alte. 35
5.3 Portate utilizzate per la modellazione idraulica 36
5.4 Risultati delle verifiche idrauliche e principali criticità rilevate 36
6 Disciplina delle aree a pericolosità idraulica 37
6.1 Aree a pericolosità idraulica molto elevata Hi4 37
6.2 Aree a pericolosità idraulica elevata Hi3 42
6.3 Aree a pericolosità idraulica media Hi2 43
6.4 Aree a pericolosità idraulica moderata Hi1 44
6.5 Disciplina delle area Hi* a vulnerabilità per le per le persone minore o uguale a 0,75 44

1 Premessa

Gli indirizzi per la pianificazione urbanistica contenuti nelle Norme di Attuazione (NdA) del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) definiscono che, indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrate dal PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici, i Comuni assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di assetto idrogeologico concernenti la pericolosità e il rischio idraulico, in riferimento ai soli elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico regionale (Art. 8 comma 2 delle NdA).

Inoltre, l'art. 4 comma 5 delle medesime NdA stabilisce che in sede di traslazione delle indicazioni del PAI sugli strumenti urbanistici esistenti vengano evidenziati, attraverso analisi di maggiore dettaglio ovvero accertamenti tecnici condotti in sede locale, situazioni indefinite o per le quali si renda necessaria una definizione di scala non presente negli elaborati del PAI, che in questa sede si configura come variante al PAI secondo specifiche procedure amministrative (art . 37). Tale studio infatti recepisce le indicazioni dell'art. 37 comma 3, lett. g, secondo il quale "sono tra gli altri motivi di eventuali varianti del PAI: [..] le verifiche di sicurezza in attuazione delle direttive regionali emanate ai sensi delle norme tecniche di attuazione del Piano di assetto idrogeologico (PAI)", poiché le aree a pericolosità idraulica, e di conseguenza le aree a rischio idraulico, vengono qui adeguate a seguito delle risultanze ottenute dalle verifiche idrauliche di sicurezza per le opere interferenti e i canali tombati che ricadono all'interno del territorio comunale di Terralba; tale verifica viene in questa sede recepita e i documenti disponibili riportati nell'Allegato C (*Report delle Infrastrutture esistenti di attraversamento e altre opere interferenti: C.1 - Inquadramento territoriale delle opere interferenti, C.2 - Schede di caratterizzazione delle opere interferenti, C.3 - Quadro sinottico delle opere interferenti*). Le nuove norme PAI aggiornate a giugno 2020, definiscono che gli studi comunali di assetto idrogeologico non si limitano a identificare le pericolosità ma devono definire anche il rischio e le opere di mitigazione e costituiscono di fatto variante al PAI.

Il presente Studio di Assetto Idrogeologico per la pericolosità e il rischio idraulico del territorio del Comune di Terralba è sviluppato nell'ambito del nuovo Piano Urbanistico Comunale (PUC), attualmente in corso di redazione per l'adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna.

Lo Studio di Assetto Idrogeologico per la pericolosità e il rischio idraulico, in questa fase, approfondisce a scala locale le aree di pericolosità e di rischio idrogeologico definite dal PAI e delimita puntualmente le aree di significativa pericolosità idraulica non perimetrate direttamente dal PAI, coerentemente con quanto disposto dall'art. 8 comma 2, comma 3 e comma 5 e dal correlato art. 26 comma 1 lettera a) delle NdA del PAI. Infatti il dettato normativo stabilisce che, in sede di adeguamento o redazione degli strumenti urbanistici, i reticoli idrografici minori gravanti sui centri abitati siano delimitati puntualmente anche se non perimetrati direttamente dal PAI, e che i Comuni nel riportare a scala locale le aree di pericolosità e rischio idrogeologico dovranno verificare la previsioni urbanistiche con le condizioni di dissesto idrogeologico presenti o potenziali evidenziati dal PAI stesso (art. 4 comma 6). Inoltre, a queste aree, individuate o meglio dettagliate secondo le procedure metodologiche indicate nelle Linee Guida del PAI, si applicano le prescrizioni definite per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata, media e moderata di cui agli articoli relativi al Capo II delle NTA, con effetto sulla disciplina urbanistica del PUC.

Nel presento studio è stata condotta una analisi geologica e geomorfologica di tutto il territorio del Comune di Terralba, al fine di individuare i processi ed eventuali criticità in atto o potenziali connesse alla dinamica di scorrimento delle acque superficiali, funzionale alla analisi idrologica-idraulica di dettaglio per la perimetrazione delle nuove aree a pericolosità idraulica. Le analisi idrologiche ed idrauliche dei fenomeni di piena sono state condotte per tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni in accordo con quanto prescritto dal PAI

Sardegna. Dal punto di vista idraulico la propagazione dell'evento estremo ricostruito è stata eseguita tramite un modello idraulico monodimensionale largamente utilizzato in campo internazionale, HECRAS. L'utilizzo di tale modellistica idraulica consente la perimetrazione delle aree di allagamento per diversi tempi di ritorno come richiesto dal PAI secondo le 4 classi di pericolosità idraulica: molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1). Le aree di pericolosità idraulica così individuate e la relativa disciplina definita dal PAI sono quindi assunte dal nuovo PUC in adeguamento al PPR e al PAI, che introduce nelle norme dello strumento urbanistico le misure di salvaguardia previste per gli ambiti a diversa pericolosità idraulica. Nel processo di costruzione del PUC in adeguamento al PPR e al PAI, lo Studio di Assetto Idrogeologico per la pericolosità e il rischio idraulico per l'intero territorio comunale di Terralba, costituisce parte integrante dei documenti di Piano, secondo quanto previsto dal citato art. 8, nonché dalle "Linee guida per l'adeguamento del PUC al PAI", approvate con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 18.07.2007 dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna (BURAS n. 29 del 10.09.2007 parte I e II).

Infine, si evidenza che nel presente studio sono stati integralmente recepiti gli esiti della "Modellazione 2D degli ambiti fluviali vallivi del Rio Mogoro", con particolare attenzione alla determinazione dei valori dell'indice di "Vulnerabilità per le persone" Vp ≤ 0,75 e conseguente individuazione delle aree Hi*, in applicazione dell'Art. 8 commi 5bis, 5ter, 5quater e 5 septies delle NdA del PAI. Tali risultati derivano dallo studio condotto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra l'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari, finalizzato alla predisposizione del Piano di Gestione del Rischio alluvioni sui principali corsi d'acqua del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna , ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE in data 23.10.2007 e dell'art. 7 del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49".

1.1 Definizione della pericolosità idraulica Hi

La pericolosità idraulica è definita come la probabilità di superamento della portata al colmo di piena; in accordo al DPCM 29/09/98 è ripartita in 4 livelli, pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Pericolosità		Frequenza (1/T)	Periodo di ritorno (anni)
Hi1	**Bassa**	**0.002**	**500**
Hi2	**Moderata**	**0.005**	**200**
Hi3	**Alta**	**0.01**	**100**
Hi4	**Molto alta**	**0.02**	**50**

Scopo dell'indagine idraulica è stato dapprima quello di calcolare i livelli idrici nei singoli tratti per poi verificare se fossero contenuti o meno all'interno delle sezioni arginate. Sono state così considerate come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua le cui quote del piano di campagna risultavano minori di quelle del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate. In questo modo sono state individuate le aree potenzialmente a rischio secondo la classificazione della tabella sopra indicata:

- AREA Hi4: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni
- AREA Hi3: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni
- AREA Hi2: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni
- AREA Hi1: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.

1.2 Elementi esposti al rischio

Al fine di predisporre le mappe del rischio idraulico, è stata effettuata su tutto il territorio comunale un'analisi degli elementi esposti al rischio, che sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi.

1.2.1 La Carta degli Elementi a Rischio secondo il PGRA

La caratterizzazione degli elementi esposti al rischio si è basata sulla cartografia del danno potenziale predisposta, in coerenza con il D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, la Direttiva 2007/60/CE del 23.10.2007 e gli indirizzi operativi predisposti dal MATTM, nell'ambito della redazione della "Proposta di Piano di gestione del rischio di alluvioni" (d'ora in poi PGRA), adottata con Deliberazione del Comitato Istituzionale della Regione Autonoma della Sardegna n. 1 del 30 luglio 2015.

Il PGRA ha definito quattro classi omogenee di danno potenziale, di seguito riportate, che tengono conto del danno alle persone, di quello al tessuto socio-economico ed ai beni non monetizzabili:

- ***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.

Tali quattro classi sono state ottenute attraverso un'analisi semplificata, in cui **D = E x V**, dove:

E = elementi a rischio, che sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi, ed ai quali è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1, a seconda della classificazione attribuita allo stesso elemento.

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento, e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Nelle valutazioni effettuate la vulnerabilità è stata assunta pari all'unità.

Così come richiesto dall'art. 6 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, nel PGRA la caratterizzazione del danno potenziale atteso è stata effettuata facendo riferimento anche ai seguenti elementi:

numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;

infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole etc);

beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area potenzialmente interessata;

distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;

impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente

interessate, individuate all'allegato 9 alla parte terza del decreto legislativo n. 152 del 2006.

Il PGRA ha individuato sei macrocategorie degli elementi a rischio, ognuna delle quali è composta, a sua volta, da sottocategorie specifiche, che sono evidenziate nella tabella di seguito riportata:

Macrocategoria	Descrizione macrocategoria	Codice	Elemento	Peso	Classe E	Classe D	Fonte
Zone urbanizzate	Agglomerati urbani, nuclei abitati con edificazione diffusa e sparsa, zone di espansione, aree commerciali e produttive, con indicazione sul numero di abitanti potenzialmente interessati da possibili eventi alluvionali – *corrispondenza con la classe A del DPCM 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera a, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010*)	1a	Zone residenziali	1	E4	D4	UDS - RAS
		1b	Zone industriali e commerciali	1	E4	D4	UDS - RAS
			Zone industriali, commerciali ed insediamenti produttivi	1	E4	D4	SIRA
		1c	Aree verdi urbane	0,50	E2	D2	UDS - RAS
Strutture Strategiche	Ospedali e centri di cura pubblici e privati, centri di attività collettive civili, sedi di centri civici, centri di attività collettive militari – *corrispondenza con la classe E del DPCM 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera b, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010*	2a	Strutture Ospedaliere, Sanitarie e Scolastiche	1	E4	D4	ADIS DBMP - RAS
		2b	Edifici pubblici, anche al di fuori delle aree residenziali	1	E4	D4	DBMP - RAS
		2c	Aree ricreative e sportive	1	E3	D3	UDS - RAS
		2d	Aree cimiteriali	1	E3	D3	UDS - RAS
Infrastrutture strategiche	Linee elettriche, metanodotti, oleodotti, gasdotti e acquedotti, vie di comunicazione di rilevanza strategica sia carrabili che ferrate, porti e aeroporti, invasi idroelettrici, grandi dighe. Per le strade carrabili andranno riportate almeno tre tipologie: autostrade, strade di grande comunicazione e le strade di interesse regionale, tralasciando i tronchi, anche asfaltati, di interesse locale – *corrispondenza con la classe C del DPCM 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera b, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010*	3a	Reti di comunicazione e trasporto primarie	1	E4	D4	UDS - RAS
			Reti di comunicazione e trasporto strategiche	1	E4	D4	ADIS DBMP - RAS
		3b	Reti di comunicazione e trasporto primarie	1	E3	D3	ADIS DBMP - RAS UDS - RAS
		3c	Reti di comunicazione e trasporto secondarie	0,50	E2	D2	DBMP - RAS
		3d	Strutture ed impianti a supporto delle reti di comunicazione e trasporto che non ricadono nelle aree residenziali	1	E4	D4	UDS - RAS
		3e	Reti tecnologiche e di servizio, strutture tecnologiche a supporto delle reti	1	E3	D3	PPR SIRA
		3f	Fognature e impianti di depurazione	1	E3	D3	SIRA
					E4	D4	SIRA
Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse	Aree naturali, aree boscate, aree protette e vincolate, aree di vincolo paesaggistico, aree di interesse storico e culturale, zone archeologiche – *corrispondenza con la classe D del DPCM 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera c, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010*	4a	Aree di rilievo storico-culturale e archeologico	1	E4	D4	PPR UDS - RAS
		4b	Aree Protette	0,50	E4	D4	Geoportale

Macrocategoria	Descrizione macrocategoria	Codice	Elemento	Peso	Classe E	Classe D	Fonte
Zone interessate da attività economiche, industriali o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale	Ai sensi di ai sensi di quanto individuato nell'allegato I del D.L. 59/2005), zone estrattive, discariche, depuratori, inceneritori – *corrispondenza con la classe B del DPCM 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera d, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010*	5a	Aree estrattive	0,75	E3	D3	UDS - RAS
		5b	Discariche	1	E3	D3	SIRA UDS - RAS
		5c	Cantieri	1	E3	D3	UDS - RAS
		5d	Impianti a rischio	1	E4	D4	DBMP - RAS SIRA
Zone agricole, zone umide, corpi idrici	Zone destinate ad uso agricolo o caratterizzate da elementi di naturalità	6a	Superfici agricole seminative	0,50	E2	D2	UDS - RAS
		6b	Zone agricole permanenti ed eterogenee	1	E2	D2	UDS - RAS
		6c	Aree boscate e prati	0,20	E1	D1	UDS - RAS
		6d	Zone umide	0	E1	D1	UDS - RAS
		6e	Corpi idrici	0	E1	D1	PSFF UDS - RAS
		6f	Superfici a vegetazione rada	0	E1	D1	UDS - RAS

Sulla base dello schema di legenda precedentemente illustrato, il PGRA ha previsto l'attività di predisposizione della cartografia degli elementi a rischio, utilizzando come base generale della nuova copertura la Carta dell'Uso del Suolo regionale aggiornata al 2008. Su tale cartografia è stata effettuata l'analisi della legenda e successivamente predisposta la tabella di conversione per consentire la rappresentazione degli elementi a rischio.

Tale base è stata oggetto di un successivo aggiornamento ed integrazione con ulteriori informazioni territoriali quali viabilità, strutture strategiche, aree sottoposte a tutela, beni di valenza storico-culturale, che sono state desunte dalle cartografie disponibili.

Una prima integrazione si è basata sul censimento delle "infrastrutture e strutture strategiche" presenti sul territorio regionale, a cui, in coerenza con l'art. 6 del D.Lgs. n. 49/2010, il PGRA ha attribuito una classe di danno potenziale molto elevata, pari a 4; nello specifico tali elementi sono costituiti da strade, ferrovie ed edifici pubblici, quali ad esempio edifici scolastici, sanitari, di culto, legati alle amministrazioni pubbliche o militari.

Per l'individuazione delle Strutture Sanitarie, suddivise a loro volta in strutture ospedaliere, case di cura, strutture di accoglienza e riabilitazione e R.S.A, gli autori del PGRA hanno provveduto ad analizzare i contenuti del portale RAS "Sardegna Salute" e a reperire gli elenchi di tali strutture. L'analisi dei suddetti elenchi ha permesso di individuare informazioni quali la tipologia e l'ubicazione (sotto forma di indirizzo) delle strutture sanitarie censite. Sulla base di tali informazioni è stata effettuata una ricerca web della geolocalizzazione della struttura, mediate l'utilizzo degli strumenti di ricerca disponibili (Google Maps, Google Earth, funzione di ricerca indirizzi e toponimi del Geoportale RAS). Tale geolocalizzazione ha permesso di individuare con precisione gli edifici sul territorio le cui geometrie sono state successivamente estratte dal Database Multi Precisione (DBMP) disponibile presso il Geoportale della RAS oppure, laddove esse non fossero state disponibili, create mediante digitalizzazione di esse a partire dalle immagini satellitari georiferite disponibili.

Oltre alle Strutture Sanitarie, la cartografia del PGRA ha individuato le Strutture Scolastiche, suddivise a loro volta in Istituti comprensivi, scuole dell'infanzia, scuole primarie, scuole secondarie di primo e di secondo grado. A tal fine si è provveduto ad estrarre ed analizzare gli elenchi di tali strutture disponibile nel sito del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della

Ricerca (MIUR). L'analisi dei suddetti elenchi ha permesso di individuare informazioni quali la tipologia e l'ubicazione (sotto forma di indirizzo) delle strutture scolastiche censite. Sulla base di tali informazioni è stata effettuata la geolocalizzazione delle strutture, mediante la metodologia precedentemente descritta, e la loro ubicazione cartografica.

La cartografia del danno potenziale predisposta nell'ambito della redazione del PGRA ha individuato anche le aree sottoposte a tutela a seguito dell'applicazione delle norme settoriali di salvaguardia (beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse). Di seguito sono riportate le categorie individuate, distinte per singolo tematismo cartografico:

- ***Aree Naturali Protette:*** Aree marine protette, Aree marine protette internazionali, Monumenti naturali, Parchi nazionali, Parchi regionali;
- ***Aree di Interesse Naturalistico:*** Siti di interesse comunitario (SIC), Zone di protezione speciale (ZPS), Oasi permanenti di protezione faunistica, Aree di interesse faunistico, Aree di interesse botanico;
- ***Aree sottoposte a Vincolo Paesaggistico:*** Acque pubbliche (Corsi d'acqua tutelati ex art.142-D.Lgs 42/04), Aree a quota superiore a 1200m, Fascia dei 300 m (costiero), Massimo invaso dei laghi (fascia dei 300 m), Vincoli costieri, Zone RAMSAR;
- ***Aree sottoposte a Vincolo Urbanistico:*** Aree incendiate (annualità dal 2015 al 2020).

Infine, nell'ambito delle attività di redazione del PGRA la cartografia predisposta ha integrato anche le coperture inerenti la rappresentazione della viabilità, delle reti tecnologiche degli insediamenti produttivi e delle zone interessate da attività economiche, industriali o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale (ai sensi di quanto individuato nell'allegato I del D.L. 59/2005) presenti sul territorio regionale. Tali coperture sono state estratte dal Geoportale RAS e dai dati disponibili nel Sistema informativo regionale ambientale.

1.2.2 La Carta degli Elementi a Rischio per la variante al PAI

Per la realizzazione della Carta degli Elementi a Rischio del territorio comunale di Terralba per la Variante al PAI, la cartografia del PGRA relativa al danno potenziale è stata integrata con le seguenti coperture:

- perimetri delle aree percorse da incendi tra il 2015 e il 2020 all'interno del territorio comunale; a tali aree, soggette a vincolo urbanistico per 10 anni, è stata associata la classe E4, coerentemente con lo schema di legenda del PGRA;
- zonizzazione urbanistica; a ciascuna zona individuata dallo strumento urbanistico comunale è stata associata una categoria di elemento a rischio coerente con lo schema di legenda del PGRA e, conseguentemente, è stata attribuita a ciascuna zona una classe E1, E2, E3 o E4. L'effettiva attuazione delle previsioni dello strumento urbanistico comunale, in particolare per le zone omogenee classificate C, D, F, G e S, è stata valutata attraverso la consultazione delle ortofoto AGEA (Agenzia per le erogazioni in agricoltura) realizzate dal Consorzio TeA nel corso del 2016 e delle foto aeree rese disponibili dal servizio Google Maps (data ultimo volo: 23 aprile 2017).

È stata inoltre svolta una ricognizione finalizzata a integrare gli impianti coni pannelli solari e la mappatura delle reti di comunicazione strategiche (strade statali e reti ferroviarie), delle reti di comunicazione primarie (strade provinciali) e delle reti di comunicazione secondarie (strade comunali), classificate rispettivamente E4, E3 ed E2.

Tali coperture, al termine del processo di verifica e omogeneizzazione, sono confluite nella copertura principale attraverso una procedura di geoprocessing (Union); successivamente, ai nuovi poligoni così ottenuti è stata assegnata, secondo un principio cautelativo, la classe E più elevata tra quelle derivanti dai diversi strati informativi presi in considerazione

dall'analisi.

È stata infine verificata, e nel caso corretta, la congruenza geometrica e topologica delle geometrie attraverso gli strumenti messi a disposizione dallo strumento client GIS utilizzato per la creazione dello shapefile; in particolare sono stati eliminati gli eventuali errori di chiusura plano-altimetrici, le sovrapposizioni di aree o porzioni di esse (Overlap) e le zone di vuoto tra poligoni adiacenti (Gaps).

1.3 Classificazione delle aree a rischio

1.3.1 Rischio idraulico

Una volta individuati e classificati gli elementi a rischio, è stato possibile ricavare, mediante una procedura di overlay mapping, le aree a rischio idraulico.

A tale riguardo, le "Linee Guida per le attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia" elaborate dal Piano di Assetto Idrogeologico della RAS sulla base di quanto stabilito dalla Legge 3 agosto 1998, n. 267, definiscono il rischio idraulico secondo la formula:

$$R_i=H_i*E*V$$

R_i = rischio idraulico, quantificato secondo 4 livelli (tabella successiva);

H_i = pericolosità (natural Hazard) idraulica;

E = elementi esposti al rischio idraulico;

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazione indotte dall'evento e, quindi, dipendente dal grado di perdita degli elementi a rischio E, nel caso del manifestarsi del fenomeno.

Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, secondo quanto si evince dal DPCM, è assunta pari all'unità. Stante la difficoltà di effettuare analisi di dettaglio sui singoli elementi, comunque esulanti dai limiti delle attività previste dal dispositivo di legge, a tutti gli elementi è stato attribuito un valore di vulnerabilità unitario, agendo, quindi, nella direzione della maggiore cautela.

Inoltre, nelle suddette linee guida il rischio idraulico è stato strutturato in 4 classi a seconda dell'intensità e dei possibili effetti sul territorio. Di seguito si riporta la descrizione degli effetti associata a ciascuna delle 4 classi di rischio idraulico:

- ***R_{i4} (rischio molto elevato):*** sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socioeconomiche
- ***R_{i3} (rischio elevato):*** 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 socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
- ***R_{i2} (rischio medio):*** 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
- ***R_{i1} (rischio moderato):*** danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali.

La sovrapposizione della carta della pericolosità idraulica agli elementi a rischio determina, secondo la griglia definita dal PGRA riportata nella tabella seguente, il livello di rischio idraulico.

Classificazione delle aree a rischio idraulico							
Classe	**Intensità**	**Valore**	**Classe di danno potenziale**	**Pericolosità / t_r (anni)**			
				P3/H_{i4}	**P2/H_{i3}**	**P2/H_{i2}**	**P1/H_{i1}**
				$t_r \leq 50$	**$50 < t_r \leq 100$**	**$100 < t_r \leq 200$**	**$200 < t_r \leq 500$**
R_{i4}	**Molto elevato**	**≤0,02**	**D4**	**R_{i4}**	**R_{i3}**	**R_{i3}**	**R_{i2}**
R_{i3}	**Elevato**	**≤0,01**	**D3**	**R_{i4}**	**R_{i3}**	**R_{i3}**	**R_{i1}**
R_{i2}	**Medio**	**≤0,005**	**D2**	**R_{i3}**	**R_{i2}**	**R_{i2}**	**R_{i1}**
R_{i1}	**Moderato o nullo**	**≤0,002**	**D1**	**R_{i1}**	**R_{i1}**	**R_{i1}**	**R_{i1}**

Il risultati della valutazione del rischio idraulico nel territorio comunale sono rappresentati nella "***Tavola 10 - Rischio idraulico",*** allegata al presente studio di assetto idrogeologico.

1.4 Allegati dello studio di assetto idrogeologico parte idraulica

A. Relazione tecnico illustrativa

A.1Analisi idrologica e idraulica di dettaglio

B.1Risultati delle simulazioni idrauliche - Risultati numerici

B.2 Risultati delle simulazioni idrauliche - Sezione idrauliche di moto permanente

B.3 Risultati delle simulazioni idrauliche - Profili idraulici di moto permanente

D. Schede degli interventi di mitigazione

C. Report delle Infrastrutture esistenti di attraversamento e altre opere interferenti

- C.1 - Inquadramento territoriale delle opere interferenti
- C.2 - Schede di caratterizzazione delle opere interferenti
- C.3 - Quadro sinottico delle opere interferenti

Elaborati cartografici

1. Tavola 1 – Inquadramento territoriale dell'area di studio – Comune di Terralba (1:25.000)
2. Tavola 2 - Aree di pericolosità idraulica vigente (PAI – PSFF – PRGA) (scala 1:10.000)
3. Tavola 3 - Aree di pericolosità derivanti da inondazioni costiere (scala 10.000)
4. Tavola 4 - Reticolo idrografico sulla base della Deliberazione Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015 e su base cartografica IGM '58-'65 (scala 1:25.000)
5. Tavola 5 – Bacini idrografici analizzati con denominazione delle aste considerate (scala?)
6. Tavola 6 - Curve Number per ciascun bacino analizzato (scala ?)
7. Tavola 7 - Pericolosità idraulica – Territorio comunale (scala 1.10.000)

7.a Tavola 7.a- Pericolosità idraulica – Abitato di Terralba - Zona nord(scala 1:2.000)

7.b Tavola 7.b- Pericolosità idraulica – Abitato di Terralba – Zona sud(scala 1:2.000)

8. Tavola 8 - Vulnerabilità per le persone - Territorio comunale (scala 1.10.000)

8.a Tavola 8.a - Vulnerabilità per le persone - Abitato di Terralba Zona Nord (scala 1:2.000)

8.b Tavola 8.b - Vulnerabilità per le persone - Abitato di Terralba Zona Sud (scala 1:2.000)

9. Tavola 9 - Danno potenziale (scala 1:10.000)
10. Tavola 10 - Rischio idraulico (scala 1:10.000)

10.1 Tavola 10.1 – Interventi di mitigazione (scala 1:10.000)

SHP Files

1. Inquadramento territoriale dell'area di studio – Comune di Terralba

5. Bacini idrografici analizzati con denominazione delle aste considerate

8. Pericolosità Idraulica derivante dallo studio, con indicazione delle sezioni studiate e delle fasce di prima salvaguardia (Hi)

8. Vulnerabilità per le persone (modellazione 2D)

8. Sezioni Idrauliche e sezioni di controllo utilizzate

8. Perimetrazioni ex art.30ter

9. Danno Potenziale (E)

10. Rischio Idraulico (Ri)

10.1 Interventi di mitigazione

2 Analisi Storica e studi pregressi.

2.1 Analisi storica delle modificazioni geomorfologiche dell'alveo del Rio Mogoro

Nella "Relazione Monografica di bacino idrografico – Minori tra Fluminimannu di Pabillonis e il Tirso" del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, si riporta un'analisi delle modificazioni geomorfologiche che hanno interessato l'asta del Rio Mogoro.

Dall'analisi della cartografia dell'IGM, relativa agli anni '50 del secolo scorso, si rileva che le modificazioni del tracciato del corso d'acqua sono del tutto trascurabili; l'attuale sistemazione idraulica deriva dai lavori di bonifica effettuati negli anni '20 che hanno modificato completamente il tracciato del Rio Mogoro nella Piana Costiera.

Nell'ambito del summenzionato Piano Stralcio della Fasce Fluviali è stata effettuata la ricostruzione del tracciato originario del Rio Mogoro, che transitava prima in prossimità dei limiti nord-orientali dell'abitato di Terralba, quindi subito a sud di Marrubiu e infine confluiva nell'ex stagno di Sassu.

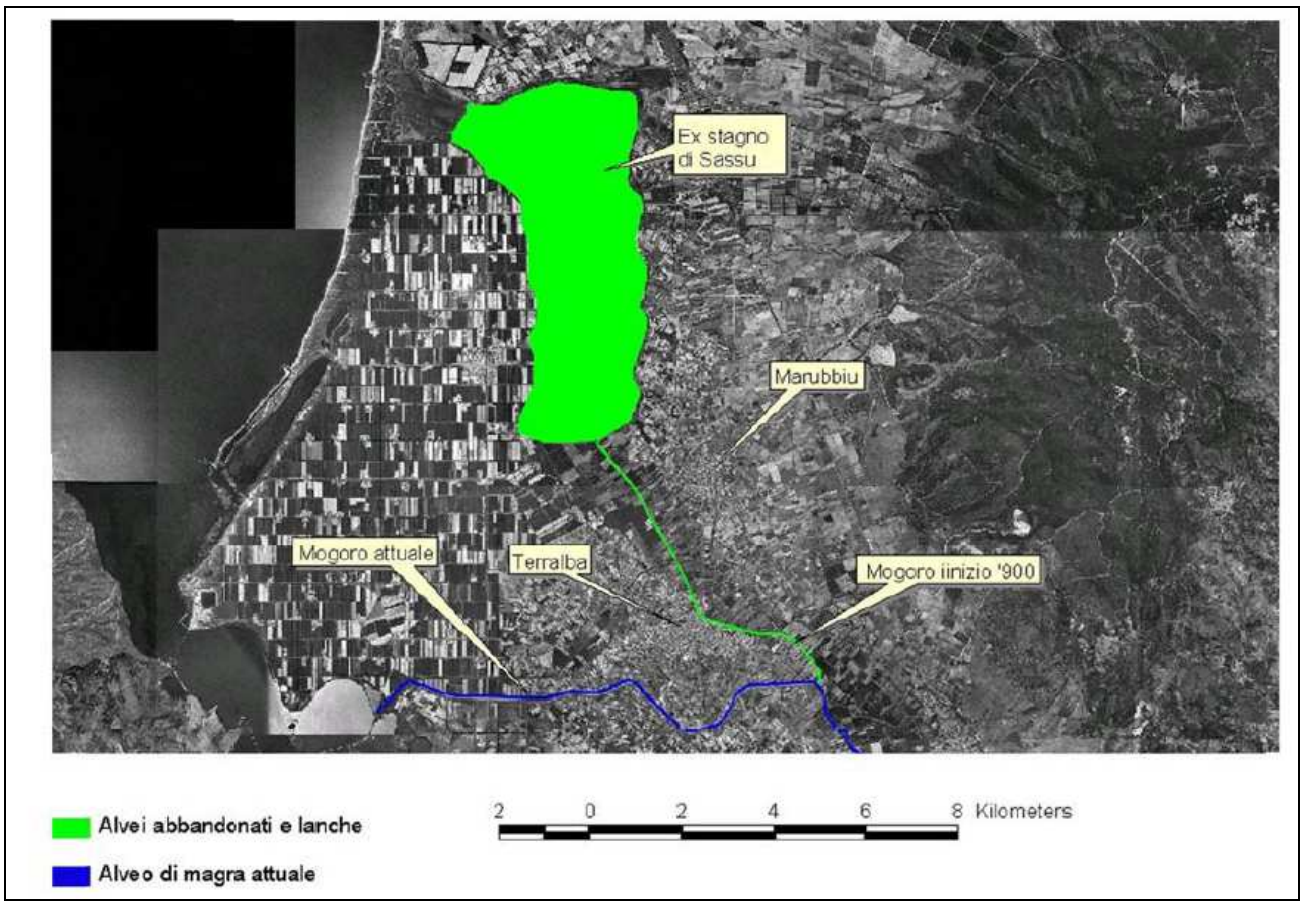


Figura 2.1: Ricostruzione del tracciato storico del Rio Mogoro estratta dalla relazione monografica del PSFF

Ne consegue che la principale criticità idraulica è il punto in cui si ha l'inizio del diversivo realizzato nel secolo scorso, anche perché il tratto subito a monte del nodo è quello in cui maggiori sono i problemi del sistema arginale. Una loro eventuale rottura comporterebbe il pericolo di allagamenti lungo l'originale fondovalle, con conseguenze soprattutto per alcuni settori dell'abitato di Terralba costruiti attorno al tracciato del vecchio alveo. Ovviamente sarebbero a rischio anche tutte le aree di bonifiche che ricadono all'interno del perimetro dell'ex stagno di Sassu.

2.2 Eventi censiti negli archivi piene dell'AVI (catastrofi idrogeologiche)

Il Territorio Comunale di Terralba, oltre all'evento calamitoso " Cleopatra" del 2013, negli anni, è stato interessato più volte da fenomeni alluvionali di intensità variabile e che, oltre ai danni ingenti arrecati all'agro e alle borgate, hanno anche colpito parzialmente il centro urbano. Nell'archivio piene del Registro AVI sono censiti, per il territorio Comunale di Terralba, nel periodo 1928-2000 complessivamente 20 eventi, dei quali in Figura 2.2 viene riportato un elenco con la data dell'evento, la scheda di rilevamento ed il sito interessato.

Nella Figura 2.3, viene anche rappresentata la carta con la localizzazione areale degli eventi.

Numero Sito	***Località***	***Data***	***Scheda S4:***
20095065006	Baiangius (tra i territori di Terralba e San Nicolò d'Arcidano)	31/12/2000	10600032
20095065001	Marceddì	22/12/1979	600462
20095065001	Marceddì	11/3/1965	600237
20095065007	Merceddì	12/2000	10600032
20095065008	Merceddì	12/2000	10600032
20095065002	Stagno San Giovanni	22/11/1961	4600004
20095065003	Terralba	14/2/1966	600244
20095065003	Terralba	7/11/1983	600518
20095065003	Terralba	31/1/1986	600551
20095065003	Terralba	27/10/1990	600608
20095065003	Terralba	4/9/1967	600263
20095065003	Terralba	3/5/1957	600149
20095065003	Terralba	25/12/1961	600196
20095065003	Terralba	26/12/1964	600228
20095065004	Terralba	11/3/1965	600237
20095065003	Terralba	5/11/1966	600249
20095065000	Terralba (Comune di)	12/2000	10600032
20095065000	Terralba (Comune di)	25/6/1976	600409
20095065005	Terralba (Comune di)	29/3/1928	600032
20095065005	Terralba (Comune di)	10/2/1930	600048

Figura 2.2: Informazione tratta dal Sistema informativo delle catastrofi idrogeologiche - Progetto AVI –

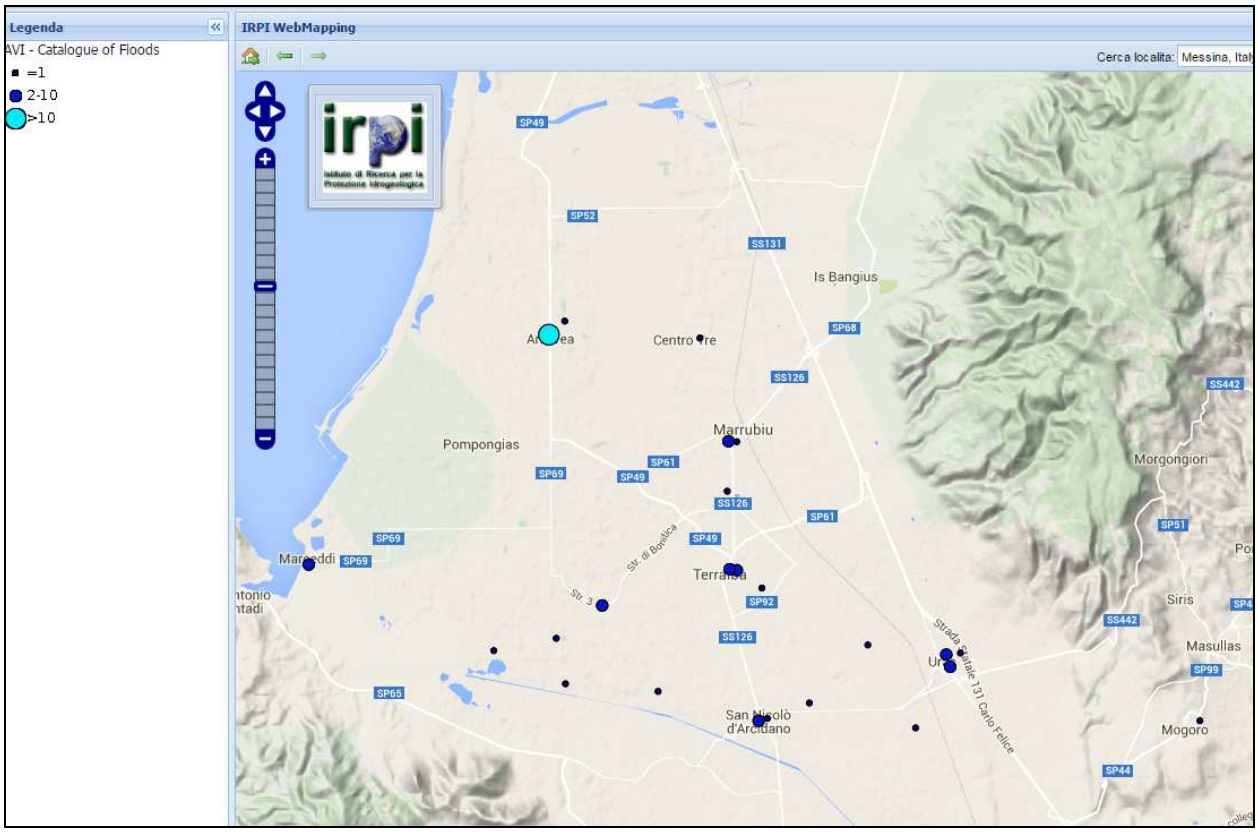


Figura 2.3: Immagine tratta dal Sito http://webmap.irpi.cnr.it/ dell'area interessata dagli eventi

2.3 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna, è redatto ai sensi della legge n. 183 del 18.5.1989 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il P.A.I ,approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006, all'interno del territorio comunale di Terralba non ha individuato alcuna aree a pericolosità idraulica, i tronchi critici individuati hanno interessano esclusivamente una parte dei compluvi presenti sul versante occidentale e nord-occidentale del Monte Arci (Riu Cannas, Riu Craccheras e Riu Tamis) che confluiscono nel Canale delle Acque Alte, limitatamente alle sezioni sottese all'altezza della S.S. 131. Per tutti i compluvi studiati è stata delimitata una fascia di pericolosità idraulica molto elevata, in particolare a est del territorio comunale sono stati individuati una serie di tronchi critici, che di fatto, trovano nel rilevato delle SS 131 un limite fisico. Questi impluvi minori fanno parte del tronco critico denominato ***B2TC014*** sul PAI.

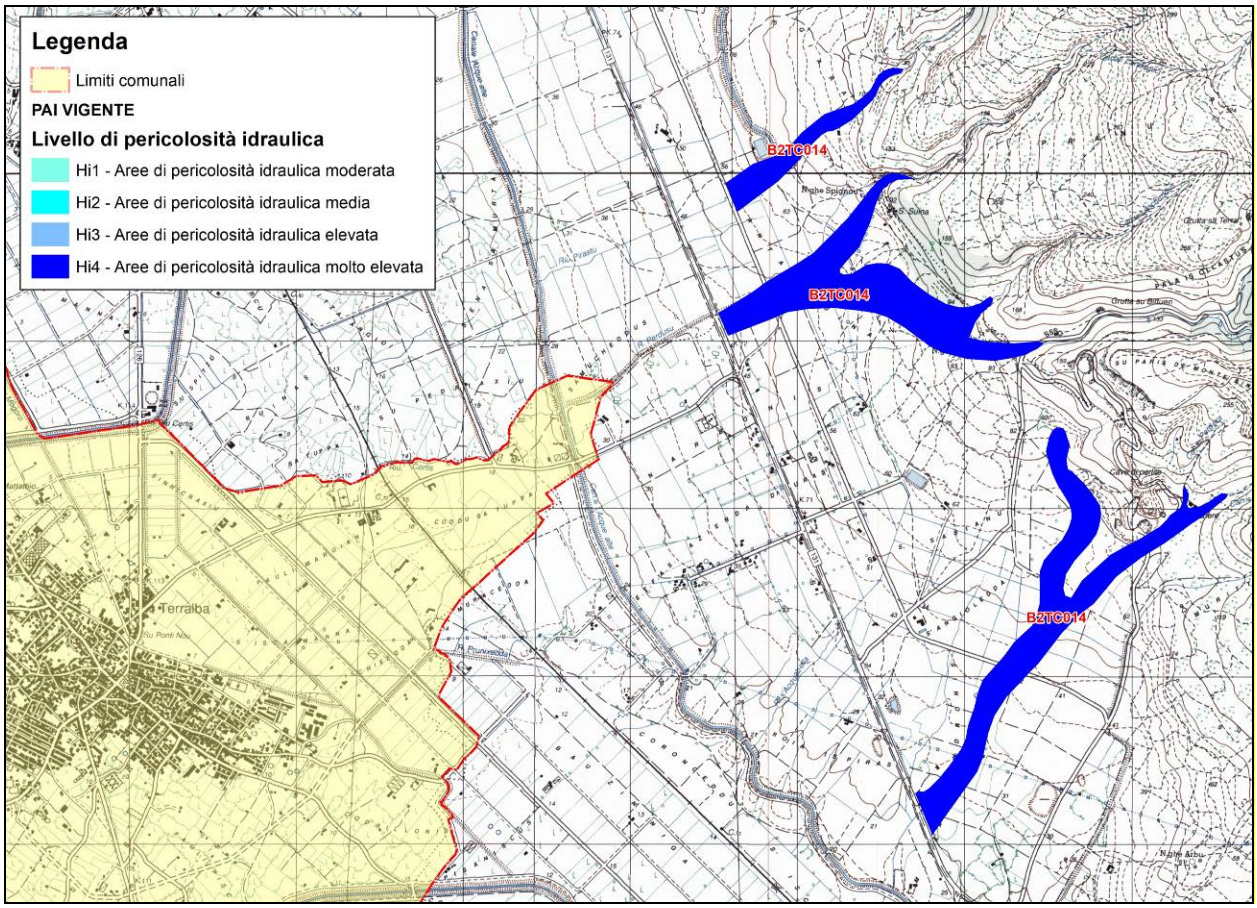


Figura 2.4: Aree a pericolosità idraulica del PAI vigente.

2.4 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183. Esso, ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il PSFF, costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali. Nello specifico, dal momento che il reticolo idrografico gravante sul territorio Comunale di Terralba, non è stato interessato dallo studio del PAI, il PSFF , con l'analisi condotta sul Rio Mogoro, rappresenta l'unico studio di bacino che ha indagato, il territorio Comunale.

Il PSFF, è stato adottato definitivamente con Delibera del C.I. dell'Autorità di Bacino della Sardegna n.2 del 17/12/2015, e comprende oltre all'atlante cartografico delle fasce fluviali nel quale sono individuate le aree a pericolosità idraulica , anche dei report sul territorio dei singoli sub –bacini relativi alla vegetazione , alle aree di movimentazione inerti alle opere idrauliche presenti nelle aste idrauliche indagate.

Il PSFF, gradua le aree di pericolosità idraulica in cinque livelli di pericolosità in funzione del tempo di ritorno della portata di piena che le determina , e cioè :

A2 – Aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente ad un periodo di ritorno di 2 anni (corrispondente alla pericolosità Hi4 del PAI);

A50 – Aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente ad un periodo di ritorno di 50 anni (corrispondente alla pericolosità Hi4 del PAI);

B100 – Aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente ad un periodo di ritorno di 100 anni (corrispondente alla pericolosità Hi3 del PAI);

B200 – Aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente ad un periodo di ritorno di 200 anni (corrispondente alla pericolosità Hi2 del PAI);

C - Fascia Geomorfologica – ovvero Aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente ad un periodo di ritorno di 500 anni o più (corrispondente alla pericolosità Hi1 del PAI);

Il PSFF, essendo un piano che non sostituisce ma integra il PAI, prescrive che in caso di sovrapposizione di aree tra PAI e PSFF, vengano prese in considerazione, cautelativamente fra le due, quella a maggiore pericolosità idraulica. Nel caso specifico del settore in studio, si rileva, che il PSFF, ha individuato nell'ambito del territorio Comunale, notevoli estensioni di aree a pericolosità idraulica che interessano quasi integralmente il perimetro urbano e buona parte di quello extraurbano , con livelli di pericolosità anche molto elevati.

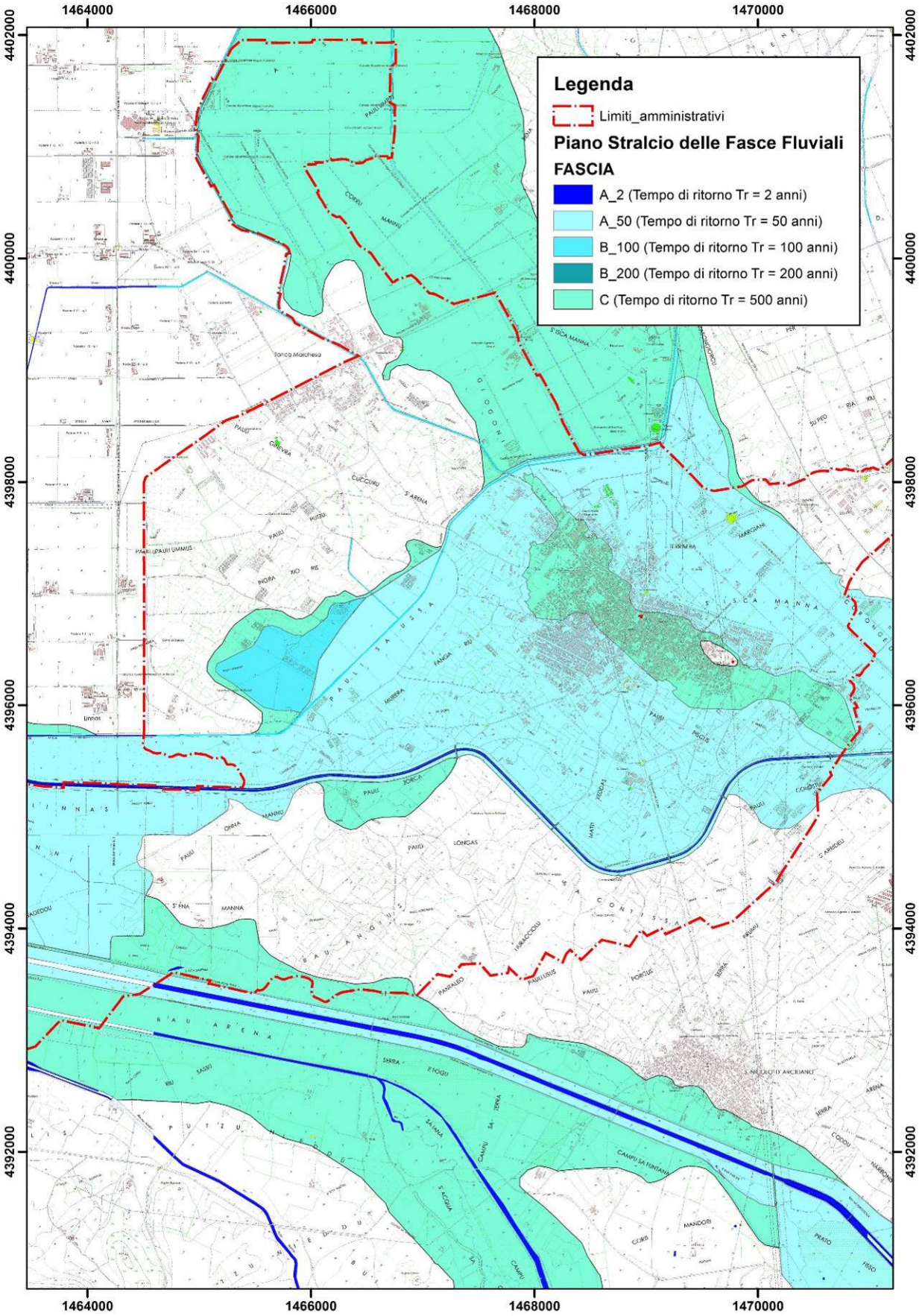


Figura 2.5: Stralcio cartografico della pericolosità idraulica mappata dal PSFF

2.5 Evento calamitoso "Cleopatra" del Novembre 2013.

L'intero territorio regionale, ma in particolare il territorio Comunale e l'abitato di Terralba, a Novembre 2013, sono stati investiti da precipitazioni di carattere eccezionale che hanno comportato ingenti danni alla periferia nord dell'abitato e alle campagne in corrispondenza delle aree morfologicamente più depresse a nord-est dell'abitato di Terralba.

A seguito di questo evento è stata emanata la delibera n. 1 del 31.01.2014 avente per oggetto la "Definizione delle misure di salvaguardia nelle aree alluvionate del territorio regionale colpite dall'evento calamitoso "Cleopatra" del novembre 2013.

Per il comune di Terralba si è inoltre provveduto a tracciare una mappa delle aree interessate dall'evento alluvionale "Carta delle Aree Allagate secondo le indicazioni dei Comuni interessati Terralba – Sub-Bacino 02 Tirso"[1], a queste aree dovranno essere applicate le misure di salvaguardia di cui agli artt. 4, 8 (commi 8, 9,10 e 11), 23, 24 e 27 delle N.A. del PAI, ovvero le misure di salvaguardia per le aree a pericolosità molto elevata Hi4.

Come si vede queste aree nella sostanza coincidono con quelle già mappate dal PSFF come aree a pericolosità idraulica molto elevata.

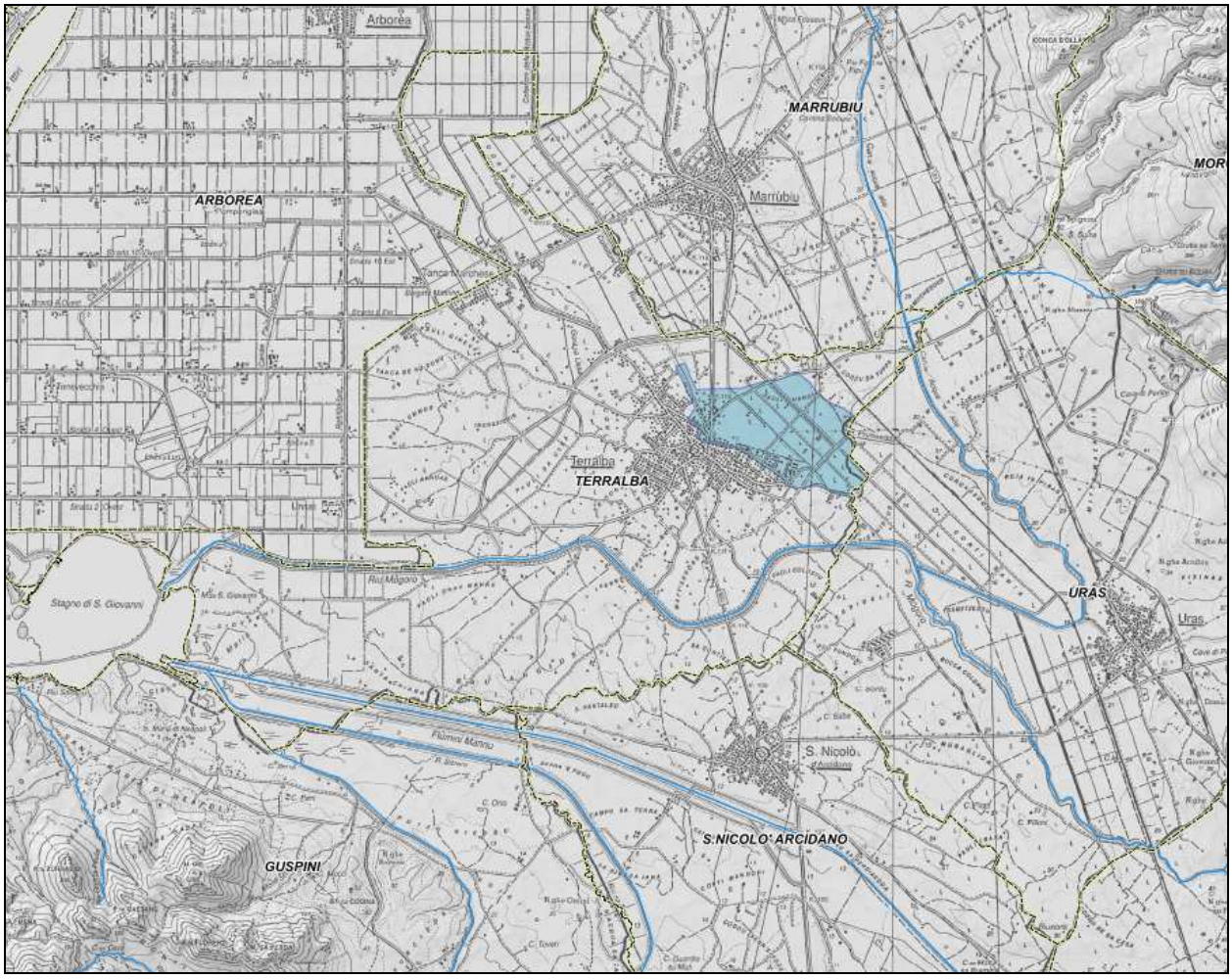


Figura 2.6: stralcio Tavola "TERRALBA" allegata alla Delibera del C. Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 31 01 2014

[1] *Allegato alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino* n. 1 del 31 gennaio 2014

2.6 Piano gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è stata approvato con Delibera. n. 2 del 15/03/2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna in attuazione di quanto previsto dal D.Lgs. n. 152/2006, art. 13, e dal D.Lgs. n. 49/2010, art.7 oltre che della Direttiva 2007/60/CE. Con esso, si intende coordinare e coinvolgere tutti gli aspetti della gestione del rischio alluvioni con particolare riferimento alle misure non strutturali e di interventi strutturali finalizzati alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi di detti eventi alluvionali e alle conseguenze negative che ne derivano per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali.

Dal punto di vista operativo il PRGA si integra e si coordina con il PAI e con il PSFF, come evidenziato dall'introduzione del Titolo V delle NA del PAI cui si devono uniformare gli studi di natura idrogeologica.

Per quanto concerne il quadro conoscitivo che il PRGA ha il compito di ricomporre, nell'ambito della pericolosità sono stati considerate le aree interessate dall'evento alluvionale "Cleopatra" del 18/11/2013, oltre alle aree già individuate da PAI, PSFF e dai vari studi a livello locale ex art. 8 delle NA del PAI.

Sempre nel PRGA, dal punto di vista metodologico, vengono apportate due significative novità rispetto a quanto definito dal PAI. Infatti, le classi di pericolosità sono definite in funzione di quanto stabilito dalla Direttiva alluvioni e suddivise pertanto in tre classi, in luogo delle quattro previste dal PAI. In particolare si hanno: P3 aree a pericolosità elevata (corrispondente alla Hi4 del PAI); P2 aree a pericolosità media (Hi2 e Hi3); P1 aree a pericolosità bassa (Hi1). Il secondo aspetto riguarda l'introduzione del *danno potenziale* che tende ad integrare e estendere il concetto di *elemento a rischio* dal quale peraltro deriva mediante la moltiplicazione di questi con il fattore di vulnerabilità. Anche il danno potenziale è distinto in quattro classi che vanno dal *moderato o nullo* al *molto elevato*.

Inoltre con il P.G.R.A. , sono state approvate anche le mappe della pericolosità da inondazione costiera .

Indicazioni relative alla zona di intervento. A seguito dell'alluvione del 18 novembre 2013, sono state individuate le aree di allagamento che sono, poi state recepite dal PRGA, che implementano quelle già identificate col PSFF.

Come riportato nella mappa della pericolosità riportata nel P.G.R.A., relativa al territorio Comunale di Terralba disponibile sul sito dell'ADIS, sotto-riportata , si evidenzia un'incongruenza nella perimetrazione (peraltro limitata ad una estensione di area ridotta) della fascia C ricadente in ambito urbano . Infatti , la perimetrazione riportata, è quella riferita all'adozione preliminare del PSFF per i Comuni di Uta e Terralba (Delibera del C.I. n.1 del 05/12/2013), e non quella **aggiornata relativa all'adozione definitiva** del PSFF di cui alla Delibera del C.I. n.1 del 07/07/2015, con la quale, in seguito alla rielaborazione del piano, alcune aree sono state riclassificate da Hi4 a fascia C.

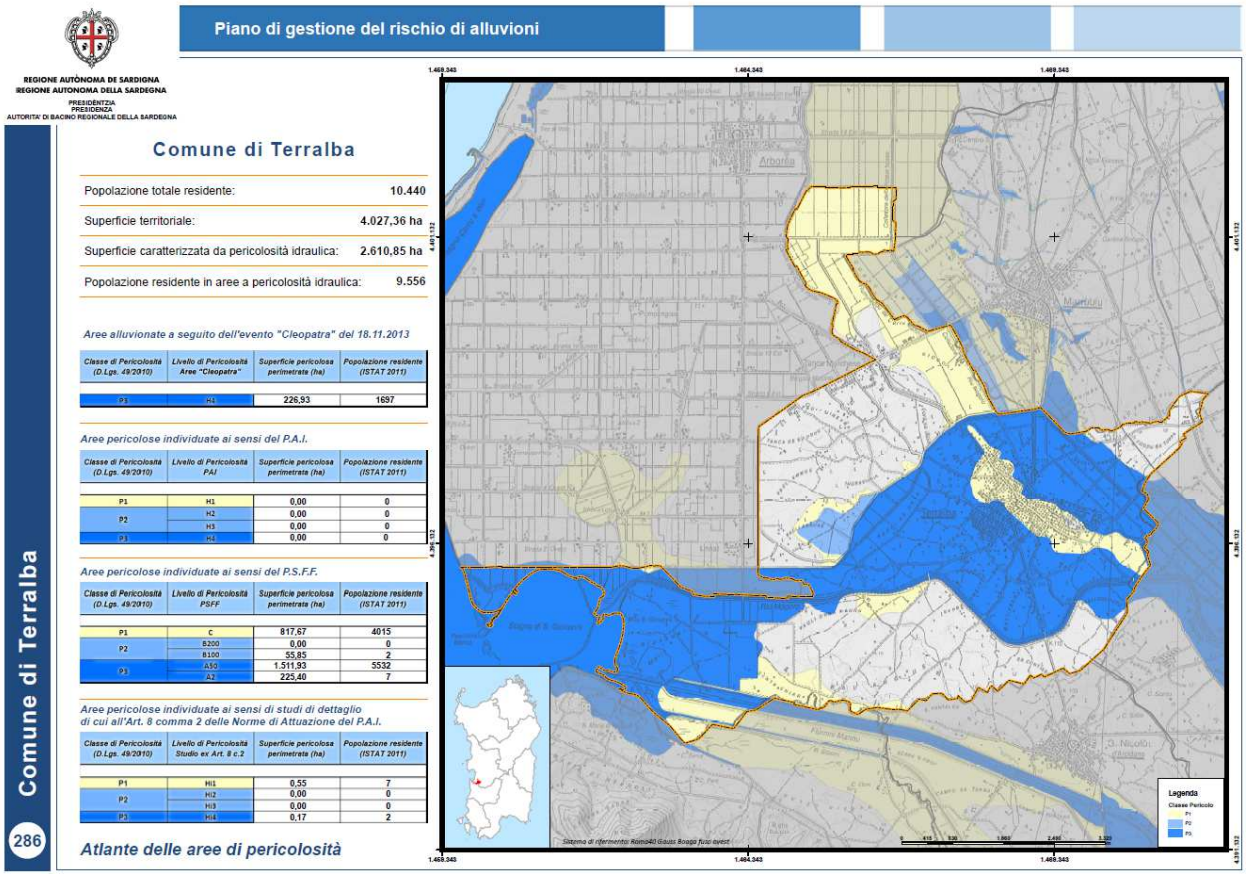


Figura 2-7: Tav. 286 – Pericolosità Comune di Terralba P.G.R.A. Delibera del C.I. n.2 del 15/03/2016

2.7 Aggiornamento del P.G.R.A. e scenario 0 sul Rio Mogoro

Recentemente con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 11/12/2018 pubblicata sul BURAS n. 1 del 03/01/2019 che approva gli studi per gli Scenari di intervento strategico e coordinato per il Rio Palmas, Rio Mannu di Fluminimaggiore, Fiume Tirso, Fluminimannu di Pabillonis, Rio Mogoro, Fiume Temo, Rio San Giovanni, Riu di San Teodoro, Rio di Siniscola, Riu Foddeddu, Riu Pelau e Riu Cixerri.

In particolare nello studio degli "Scenari di intervento strategico e coordinato: Rio Mogoro", sono state condotte sull'intera asta del Rio Mogoro delle analisi sull'idrografia superficiale sulla pericolosità vigente e sugli scenari di intervento per mitigare la pericolosità e il rischio.

In particolare questo studio individua delle ampie aree di allagamento che interessano la periferia nord dell'abitato di Terralba illustrate nella Figura 2-8, che più o meno ripercorrono le aree del paleo-alveo del Rio Mogoro prima della realizzazione del Diversivo, che ne costituisce l'attuale corso.

Le aree a pericolosità idraulica individuate nel P.G.R.A., risultato dell'inviluppo delle perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità idraulica mappate nell'ambito della predisposizione del PAI e sue varianti, di studi derivanti dall'applicazione dell'Art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI, delle elaborazioni realizzate nel PSFF, nonché della mappatura delle aree alluvionate nell'evento del 18/11/2013 denominato "Cleopatra", aggiornate alla data del 31.12.2016, per il territorio comunale di Terralba sono illustrate nella "***Tavola 2 - Aree di pericolosità idraulica vigente (PAI – PSFF – PRGA) (scala 1:10.000)***".

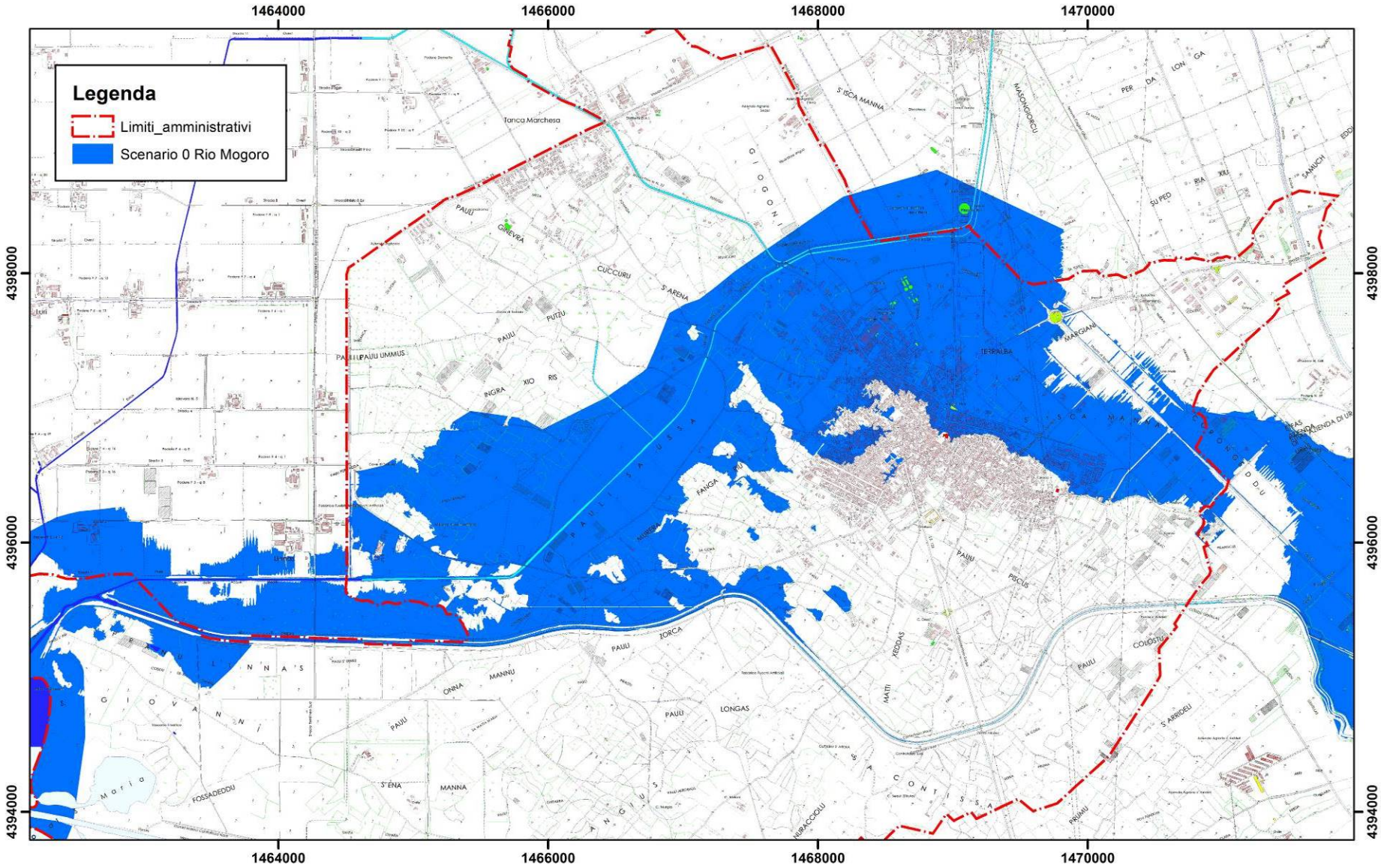


Figura 2-8: Perimetrazioni dello Scenario 0 del Rio Mogoro pubblicate con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 11/12/2018 pubblicata sul BURAS n. 1 del 03/01/2019

3 Assetto fisico- Ambientale

3.1 Inquadramento geolitologico

Il territorio comunale di Terralba si colloca nell'estrema porzione settentrionale della piana del Campidano, in una vasta regione morfologicamente depressa che, da un punto di vista geologico-strutturale, identifica un'area di grande importanza nel quadro dell'evoluzione geodinamica della Sardegna, occupando la porzione settentrionale di una vasta fossa tettonica di età plio-quaternaria che, con andamento NW-SE, si estende da Cagliari a Oristano. L'attuale configurazione geologica e geomorfologica del territorio è il risultato di complesse fasi di evoluzione geodinamica e geomorfologica: le prime responsabili di fenomeni di sprofondamento tettonico, le altre connesse con le note oscillazioni climatiche e relative regressioni e trasgressioni marine che hanno dato luogo a processi deposizionali di potenti coltri sedimentarie in ambiente marino, marino-litorale e fluvio-deltizio.

Il sottosuolo dell'entroterra del Golfo di Oristano racchiude e testimonia queste fasi evolutive. La serie plio-quaternaria è stata studiata nel dettaglio grazie all'interpretazione delle stratigrafie dei pozzi Oristano 1 ed Oristano 2 siti rispettivamente a Sassu e a Riola, realizzati negli anni 1961-1962 per la ricerca di idrocarburi. La serie presenta a Sassu una potenza di 820 metri ed a Riola una potenza di 671 metri. Dai dati dei pozzi e dagli studi e rilievi effettuati dalla Progemisa s.p.a., è stato possibile ricostruire la serie sedimentaria plio-quaternaria del Campidano settentrionale, comprendente i seguenti litotipi, dal più recente al più antico:

Olocene

- Complessi eluvio-detritici di pendio sabbioso-limosi o ghiaioso-terrosi recenti;
- Alluvioni ciottoloso-sabbiose o argillose e depositi limo-argillosi palustri o salmastri recenti ed attuali;
- Sabbie attuali e recenti delle spiagge passanti a dune litoranee.

Pleistocene

- Depositi terrazzati ciottolosi con intercalazioni argillose; o Depositi alluvionali ciottolosi con intercalazioni sabbiose; o Depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi;
- Arenarie, conglomerati e sabbie ("Panchina a Strombus") del Tirreniano;
- Calcari e argille;
- Sabbie dunali più o meno cementate del Wurmiano;
- Crostoni calcarei, per lo più palustri;

Pliocene

- Conglomerati, arenarie e marne siltose;
- Alluvioni ciottolose;
- Sabbie ciottolose alluvionali con lenti argillose;

Il territorio di Terralba presenta in affioramento sedimenti di ambiente litorale e fluvio-deltizio depositati a partire dal Pleistocene superiore riferibili a:

1. depositi alluvionali olocenici attuali connessi con le dinamiche attuali e recenti dei corsi d'acqua principali;

2. depositi palustri costituiti da limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi rintracciabili nelle aree umide costiere e in numerose depressioni morfologiche interne.

3. depositi di spiaggia antichi di spessore variabile fino a max 3 metri circa, poggianti su

sottostanti formazioni fluvio-deltizi connesse con le dinamiche di colmata alluvionale post-wurmiana e con successive fasi deposizionali di ambiente litorale ed eolico. I depositi sono costituiti da sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero. PLEISTOCENE SUP. - ?OLOCENE; Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, PLEISTOCENE SUP.

3.2 Inquadramento geomorfologico

Il territorio di Terralba si estende nell'immediato settore interno del Golfo di Oristano che, da un punto di vista geologico-strutturale, rappresenta la terminazione di una fossa tettonica, cioè di una grande depressione originata da movimenti distensivi della crosta terrestre, avvenuti in tempi relativamente recenti, connessi con i movimenti tettonici plio-quaternari. Questa fossa tettonica, che nella terminologia tedesca prende il nome di Graben, corrisponde alla pianura del Campidano. La più estesa ed importante pianura della Sardegna è pertanto una vasta area depressa colmata da potenti coperture alluvionali, accumulate nel corso di circa 2 milioni di anni ad opera dei numerosi corsi d'acqua drenanti i rilievi che delimitano la piana stessa. Questa condizione morfo-strutturale del Golfo di Oristano ha determinato la formazione di un'ampia fascia di transizione, posta tra mare e continente, dominata dalla presenza di ampie aree stagnali e lagunari ed estese falcate sabbiose.

Nel Golfo di Oristano trovano sbocco alcuni tra i più importanti corsi d'acqua della Sardegna: il Tirso, il Rio Mogoro, il Rio Sitzerri ed il Rio Flumini Mannu. Il Tirso, come noto, è per estensione del suo bacino idrografico il più importante fiume della Sardegna: nasce dall'Altopiano di Buddusò e sfocia poco a Sud di Oristano. All'interno del suo bacino idrografico sono presenti 5 bacini artificiali: Lago di Govossai, Lago di Gusana, Lago di Cucchinadorza, Lago di Benzone e Lago Omodeo, che concorrono in misura determinante al controllo del deflusso idrico alla foce del fiume. In particolare il Lago Omodeo fu costruito con il triplice scopo di produrre energia, moderare il deflusso negli eventi di piena e come bacino di riserva idrica per l'irrigazione.

Il Rio Flumini Mannu ed il Rio Sitzerri sono due importanti corsi d'acqua che sviluppano il proprio bacino idrografico nei rilievi del Monte Linas e dell'Arcuentu e sfociano nello stagno di Marceddì. Anche il Rio Mogoro oggi sfocia nello stagno di Marceddì ma, prima degli interventi di bonifica e di regimazione idraulica trovava sbocco più a nord. Costituiva, infatti, il principale corso d'acqua che con le sue acque alimentava una vasta zona umida rappresentata dallo stagno di Sassu e da un'ampia area paludosa immediatamente a Sud dello stagno vero e proprio. Il Rio Mogoro, il cui bacino idrografico si estende dal massiccio vulcanico del Monte Arci, trae origine dalla confluenza del Rio Flumineddu e del Rio Mannu, quindi attraversa la Piana del Campidano per essere incanalato in prossimità dell'abitato di Uras e fatto defluire nello stagno di Marceddì. La superficie dell'intero bacino idrografico del Rio Mogoro è di 398 km^2. In località Santa Vittoria il deflusso superficiale delle acque è interrotto dall'omonima diga, ultimata nel 1933 e realizzata principalmente per regolarne le piene.

I numerosi corsi d'acqua minori che si sviluppano dalle pendici occidentali del Monte Arci e che in origine alimentavano lo stagno di Sassu, in seguito agli interventi di bonifica, sono captati dal Canale delle Acque Alte.

Il territorio di Terralba, congiuntamente con quello di Arborea, è stato interessato, negli anni compresi tra il 1919 ed il 1935, da massicci interventi di bonifica idraulica che hanno imposto profonde e radicali modifiche al territorio e hanno obliterato l'originaria morfologia e l'ambiente di sedimentazione.

L'area della bonifica comprende attualmente due settori distinti, uno riferibile alla Piana di Arborea, l'altro alla Piana dell'ex Stagno del Sassu, in parte ricadente nel territorio di Terralba. La Piana del Sassu rappresentava in origine, una vasta depressione stagnale connessa geneticamente con la colmata olocenica dell'antico tracciato fluviale del Rio Mogoro, e soggetta a periodiche esondazioni ad opera delle acque del Rio stesso e dei numerosi corsi d'acqua che drenano il versante occidentale del Monte Arci. Nella Piana del Sassu gli interventi di bonifica hanno richiesto un grande sforzo tecnico ed economico in quanto il drenaggio dei terreni, fortemente impermeabili in relazione al loro contenuto argilloso, è stato ottenuto attraverso la realizzazione di una fitta rete di canali colatori che definiscono un efficiente sistema di drenaggio che raccoglie le acque superficiali e sotterranee verso i corsi d'acqua principali. Attualmente la Piana di Arborea e quella del Sassu rappresentano uno straordinario esempio di bonifica idraulica e di organizzazione fondiaria, unici in Sardegna, ed uno dei più significativi a livello nazionale. Un potenziale fattore di criticità è rappresentato dalla perdita progressiva dell'efficienza idraulica del sistema dei canali colatori e dalla loro obliterazione con conseguente attivazione di fenomenologie alluvionali e di allagamento delle superfici..

Il settore di Marceddì si sviluppa su un pianoro costiero caratterizzato da un tratto di costa bassa a sviluppo prevalentemente sabbioso-limoso, impostato sulla formazione arenacea della "panchina tirreniana", che localmente affiora lungo la linea di costa. L'impostazione genetica del pianoro corrisponde ad una antica superficie di abrasione marina scolpita appunto sulle formazioni arenacee, su cui si adagiano i depositi sabbiosi e limosi recenti ed attuali. La superficie del pianoro costiero è spesso occupata da depressioni umide temporanee con grado di salinità molto elevato, alcune delle quali ricoperte da materiale artificiale di riporto. La linea di costa è caratterizzata da uno sviluppo prevalentemente sabbioso-limoso e localmente, specie nel settore nord di Marceddì, è presente una piccola ripa d'erosione e scolpita sulle formazioni arenacee cementate.

In virtù della configurazione fisiografica del settore di interesse, in riferimento all'assetto morfologico del margine costiero ed all'andamento plano-altimetrico delle superfici del pianoro, non si rilevano criticità in atto e potenziali rispetto sia alle dinamiche marino–litorali, sia alle dinamiche di versante.

Infatti, i caratteri geomorfologici della costa, congiuntamente al basso regime energetico sotto costa, definiscono un assetto del profilo costiero sostanzialmente stabile e privo di fenomeni erosivi significativi.

Rispetto alle dinamiche evolutive del pianoro costiero su cui sorge il centro abitato di Marceddì, non si rilevano processi evolutivi di versanti tali da determinare condizioni di pericolosità geologica e geomorfologica. Infatti le superfici sub-orizzontali e l'assenza di dislivelli, determinano una condizione di stabilità delle superfici. Solo localmente, in corrispondenza dei rilevati artificiali in terra da riporto, sono possibili fenomeni di ruscellamento e movimentazione detritica di scarsa entità.

Per quanto attiene i fenomeni di subsidenza, non sono riscontrabili quelli relativi alla presenza di cavità sotterranee, tipici delle morfologie carsiche, oppure da vuoti derivanti dalla estrazione di giacimenti minerari dal sottosuolo. Gli eccessivi emungimenti dalle acque di falda, invece, potrebbero col tempo provocare un progressivo abbassamento della superficie del suolo anche se, allo stato attuale non sono conosciute evidenze o testimonianze in proposito. Questa condizione appare comunque marginale nel settore di Marceddì, mentre può assumere carattere di significatività nei territori più interni della Piana di Arborea e Terralba dove gli emungimenti delle acque sotterranee connessi con le attività agricole e zootecniche appaiono più rilevanti. Questa tipologia di subsidenza, peraltro non prevista nelle fattispecie descritte dal PAI, potrebbe essere oggetto di un'analisi di dettaglio, atta a rilevare e quantificare gli eventuali fenomeni aventi origine dalla estrazione di fluidi da mezzi porosi del sottosuolo.

Infine, il Modello Digitale del Terreno (DTM), avente passo di 1 m e ottenuto dal mosaico dei rilievi effettuati con la tecnologia laser scanner da aereo dalla Regione Sardegna nel 2008 e dal Comune di Terralba nel 2012 per la fascia fluviale del Rio Mogoro, è stato possibile analizzare il sistema delle pendenze delle superfici del rilievo. Dall'analisi dei risultati è evidente che l'area di interesse è caratterizzato da acclività basse e nulle, che definiscono un assetto morfologico che predispone il territorio a fenomeni degli allagamenti e di stagnazione idrica. Anche le pendenze delle aste fluviali manifestano pendenze molto basse, che favoriscono processi di deposizione detritica e interrimento dei canali rispetto a fenomeni di trasporto sedimentario.

3.2.1 Inquadramento idrogeologico

Nel territorio di Terralba, si è rilevata, proprio per via della presenza costante di sedimenti alluvionali, una scarsa variabilità in termini di unità idrogeologiche; di seguito si riportano le tre classi di permeabilità riscontrate:

- permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione
- permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio alta nei livelli a matrice più grossolana
- permeabilità per porosità complessiva medio-alta
- corrispondenti rispettivamente alle 3 unità idrogeologiche individuate:
- Unità detritico-carbonatica quaternaria
- Unità delle alluvioni plio-quaternarie
- Zone caratterizzate da materiali di riporto eterogenei e aree bonificate

Gli acquiferi presenti sono riconducibili a 4:

- acquifero superficiale sabbioso o sabbioso ciottoloso sino a 6m circa, limitato alla base da livelli argillosi, spesso semi permeabili o a drenaggio lento, alimentato dalle piogge efficaci, dall'irrigazione e da eventuali perdite dei canali; mediamente vulnerabile all'inquinamento;
- acquifero multistrato compreso tra il livello argilloso del tetto e uno di letto, con intercalari alluvionali, compreso da 6 a 25-30m, caratterizzato da un elevato numero di perforazioni che mettono in comunicazione le falde, già di per se comunque collegate da strati semi permeabili o a drenaggio lento; mediamente vulnerabile all'inquinamento;
- acquifero continuo delle sabbie, con intercalari di sabbioni e orizzonti ciottolosi, da 30 a 35m circa. E' interessato da un numero inferiore di perforazioni. Dai dati A disposizione non vi sono elementi per considerare questo strato completamente isolato geologicamente dai livelli superiori. L'area di alimentazione prevalente é la fascia pedemontana del Monte Arci; mediamente vulnerabile all'inquinamento;
- acquifero profondo, costituito da livelli sabbiosi e ciottolosi intercalati a strati di argille grigie. si ritrovano fra 40 e 60 m circa. Sono interessati da poche perforazioni e caratterizzate da un buon isolamento a tetto e a letto. L'area di alimentazione di questo acquifero non é definibile con precisione ma gli apporti si individuano principalmente nelle infiltrazioni e nei flussi profondi che si sviluppano ai piedi del monte Arci; poco vulnerabile all'inquinamento.

Le principali aree di alimentazione si individuano nel Monte Arci, nel bacino originario del rio Mogoro e infine nell'area S. Nicolò d'Arcidano - Flumini Mannu.

3.3 Inquadramento idrografico

La rete idrografica del territorio comunale di Terralba è caratterizzata attualmente da una forte connotazione antropica, in considerazione delle importanti opere di regimazione idraulica condotte nell'ambito della grande bonifica. Quanto al reticolo naturale, esso è individuabile oggi soltanto in pochi compluvi effimeri che scorrono verso la piana S'Isca e che raccordano le acque del ruscellamento superficiale che si imposta nella zona circostante durante il periodo piovoso. Il Rio Mogoro, che costituiva il principale corso d'acqua naturale del territorio, è stato anch'esso sottoposto ad un importante intervento di regimanzione, volto a deviarne l'alveo naturale che costeggiava ad est il centro abitato di Terralba. L'alveo attuale si trova oggi a sud del centro abitato e sfocia nello Stagno di San Giovanni E' interamente ricoperto in calcestruzzo ed è dotato di argini e controfossi laterali.

Tra gli elementi idrografici di origine antropica di particolare rilevanza deve essere segnalato il Canale delle Acque Alte che riveste l'importante funzione di convogliare le acque che scorrono dal Monte Arci e il Canale Adduttore del Tirso-Arborea, che raccoglie le acque per l'irrigazione della piana di Arborea - Terralba - Marrubiu. Nella parte meridionale del territorio scorrono inoltre il Flumini Mannu, proveniente dai rilievi del Arburese-Linas, e il Rio Sitzerri proveniente dall'area mineraria di Montevecchio. Anche l'alveo di questi corsi d'acqua, nell'ambito del territorio comunale di Terralba è stato oggetto di interventi antropici che hanno previsto l'eliminazione dei meandri naturali e la costruzione di argini e controfossi.

Infine, è presente tutta una serie di canali di drenaggio, costruiti per bonificare le antiche paludi, che nel periodo piovoso fungono da compluvi delle acque e le convogliano presso i canali più importanti sopra menzionati.

4 Modellazione 2D degli ambiti fluviali vallivi - Rio Mogoro

Recentemente nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra l'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari Finalizzato alla predisposizione del Piano di Gestione del Rischio alluvioni sui principali corsi d'acqua del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna , ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE in data 23.10.2007 e dell'art. 7 del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49", è stata sviluppata la "Modellazione 2D degli ambiti fluviali vallivi del Rio Mogoro" di cui nel presente studio di assumeranno integralmente i risultati per la definizione della "Vulnerabilità per le persone" come meglio descritto nei paragrafi successivi.

4.1 Obbiettivi dello studio

Lo studio, oltre a determinare gli indici di vulnerabilità nel bacino vallivo del Rio Mogoro mediante simulazione 2D e successiva analisi dei risultati, fornisce l'impostazione metodologica da adottare nello studio mediante modellazione bidimensionale degli altri bacini della Sardegna, integrando quanto già previsto dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

La modellazione 2D deve essere sviluppata per i tempi di ritorno di 50, 100, e 200 anni facendo particolare attenzione ai criteri di attribuzione dell'indice di vulnerabilità. L'esigenza di implementare un modello bidimensionale deriva dalla necessità di conoscere su una griglia sufficientemente fitta il valore dei principali parametri idraulici, in particolare della velocità e del tirante del flusso idrico, per poter calcolare l'indice di vulnerabilità che sintetizza la pericolosità della corrente e modula pertanto tale valore all'interno delle aree di esondazione.

In particolare, nella metodologia che si è utilizzata si farà riferimento a quanto contenuto nella Delibera n.1 del Comitato Istituzionale del 16.06.2020 ove stato introdotto il comma 5 septies dell'articolo 8 delle Norme di Attuazione del PAI che cita "*anche per i bacini che riguardano ambiti urbani e periurbani Interessati da elementi del reticolo idrografico regionale individuato dal Comitato istituzionale con deliberazione n. 3 del 30.07.2015, i Comuni possono redigere appositi studi finalizzati alla valutazione del tirante idrico (h) e della velocita della corrente (v), determinati mediante adeguata analisi modellistica. Tali studi sono proposti e redatti dai Comuni in coerenza con specifiche linee guida approvate dal Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino, in applicazione dei commi 5 ter, quater e quinquies*".

Lo studio ha permesso di definire gli indici di vulnerabilità sul territorio attraverso la predisposizione di modelli bidimensionali che consentono di valutare le caratteristiche del deflusso (particolarmente ***battenti idrici*** e ***velocità***) anche in condizioni di esondazione del corso d'acqua dal suo abito di deflusso ordinario, con interessamento di zone antropizzate.

4.2 Risultati dello studio per il tratto vallivo del Rio Mogoro in agro di Terralba.

Per gli aspetti di dettaglio della modellazione 2D si rimanda alla relazione metodologica e agli allegati della Deliberazione N. 7 DEL 07.04.2021 dell'Autorità del Bacino Idrografico Regionale[2], nel presente studio si riportano solo i principali risultati che interessano il tratto vallivo del Rio Mogoro in agro di Terralba.

[2] Attuazione della Direttiva 2007/60/CE e D.Lgs. 49/2010 - Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico della Sardegna. II° ciclo di pianificazione – Misure non strutturali - Approvazione delle Linee Guida, ai sensi del comma 5 septies dell'art.8 delle Norme di Attuazione del PAI, per l'analisi modellistica idraulica dei fenomeni di allagamento nei bacini riguardanti ambiti urbani e periurbani interessati da elementi del reticolo idrografico regionale

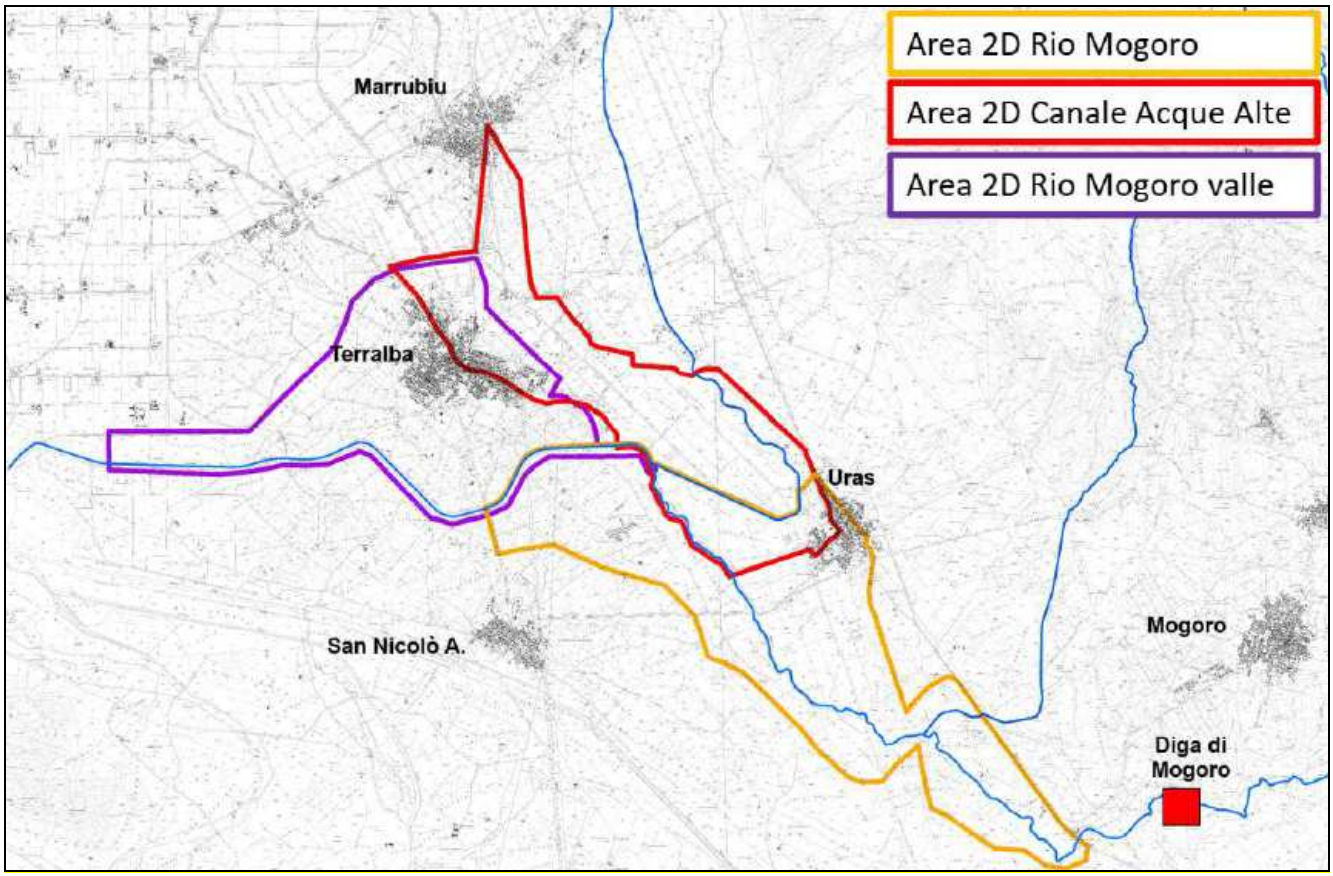


Figura 4.1: Domini Spaziali dei modelli idraulici realizzati.

In considerazione della dimensione del dominio analizzato, che interessa una superficie pari a circa 50 km^2, sono stati realizzati 3 modelli idraulici la cui estensione viene rappresentata nella Figura 4.1.

· Il primo modello, rappresentato con il bordo giallo, è relativo al tratto medio del Rio Mogoro, e si sviluppa lungo il corso d'acqua principale a partire dal ponte della S.S. 131 e fino alla confluenza con il Canale delle Acque Alte;

· Il secondo modello, rappresentato con il bordo rosso, analizza l'ambito territoriale compreso fra il Canale delle Acque Alte e l'abitato di Terralba;

· Il terzo modello, rappresentato con il bordo viola, è relativo al tratto finale del Rio Mogoro, e si sviluppo lungo il corso d'acqua a partire dalla confluenza con il Canale delle Acque Alte e fino alla foce nello Stagno di San Giovanni.

In estrema sintesi lo studio ha valutato l'intensità della pericolosità mediante un indicatore il "Flood Hazard Rating" (FHR) o "Indice di vulnerabilità" Vp lega l'altezza h, la velocità v dell'acqua e la quantità di sedimento trasportato (DF) al ***<<grado di pericolo>>*** per le persone.

Indicando con:

· h i valori del tirante idrico massimo

· v le velocità della corrente idrica nella condizione di massimo

· DF un parametro che tiene conto del trasposto solido, assunto pari a 0.25

Si definiscono i range di pericolosità dati nella tabella seguente:

h X (v +0.5) + DF	Grado di pericolo da inondazione	Descrizione
< 0.5	Molto basso	
0.5 ÷ 0.75	Basso	**Cautela** "Zone inondate da acque fluenti con basso tirante o acque ferme ma profonde"
0.75 ÷ 1.25	Moderato	**Pericolo per qualcuno (bambini)** "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"
1.25 ÷ 2.5	Significativo	**Pericolo per la maggior parte delle persone** "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"
> 2.5	Estremo	**Pericolo per chiunque** "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"

In particolare per l'area dell'abitato di Terralba si ottengono le seguenti mappe dell'indice di vulnerabilità:

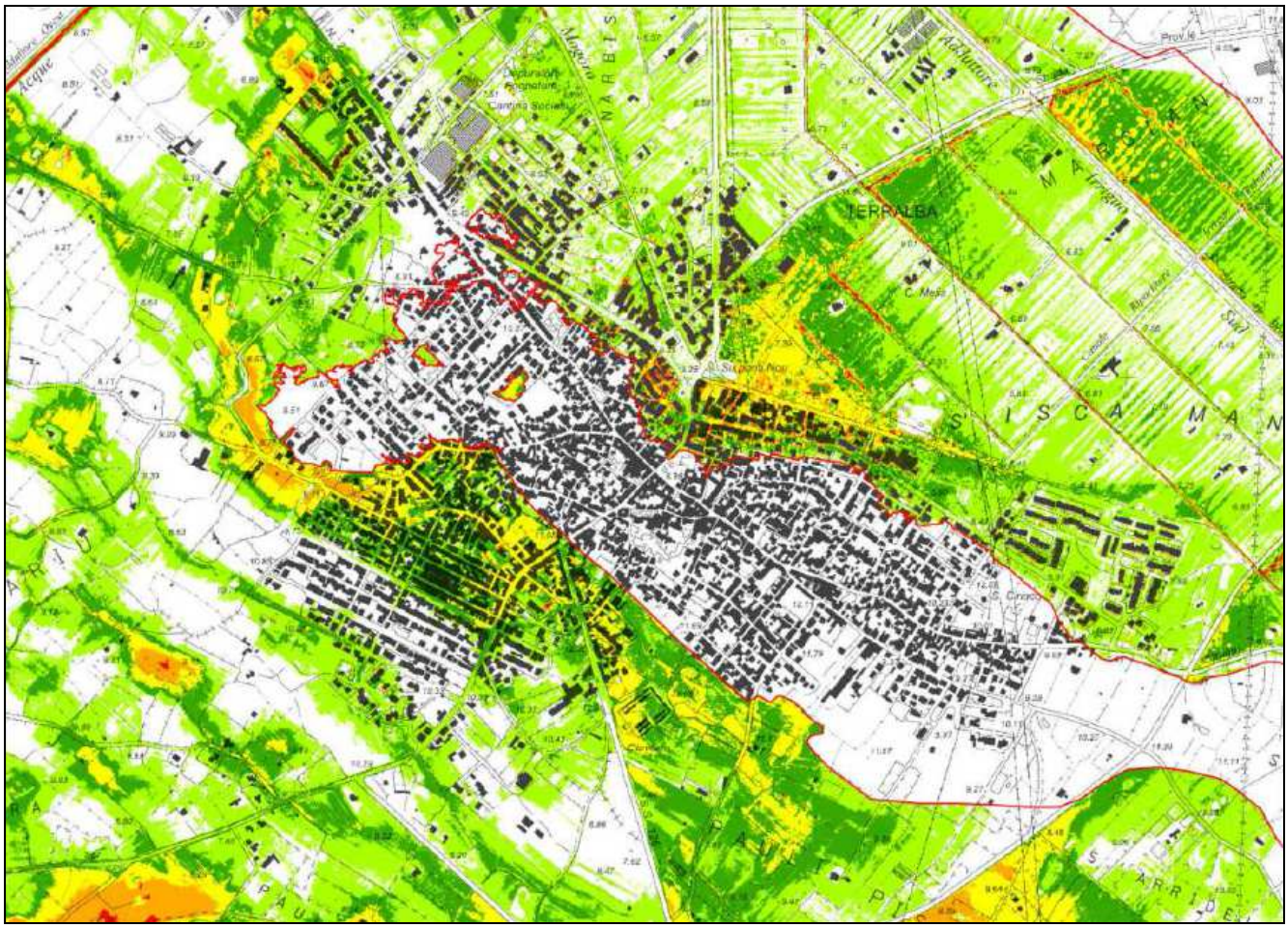


Figura 4.2: Indice di vulnerabilità per il tempo di ritorno dei 50 anni per l'abitato di Terralba

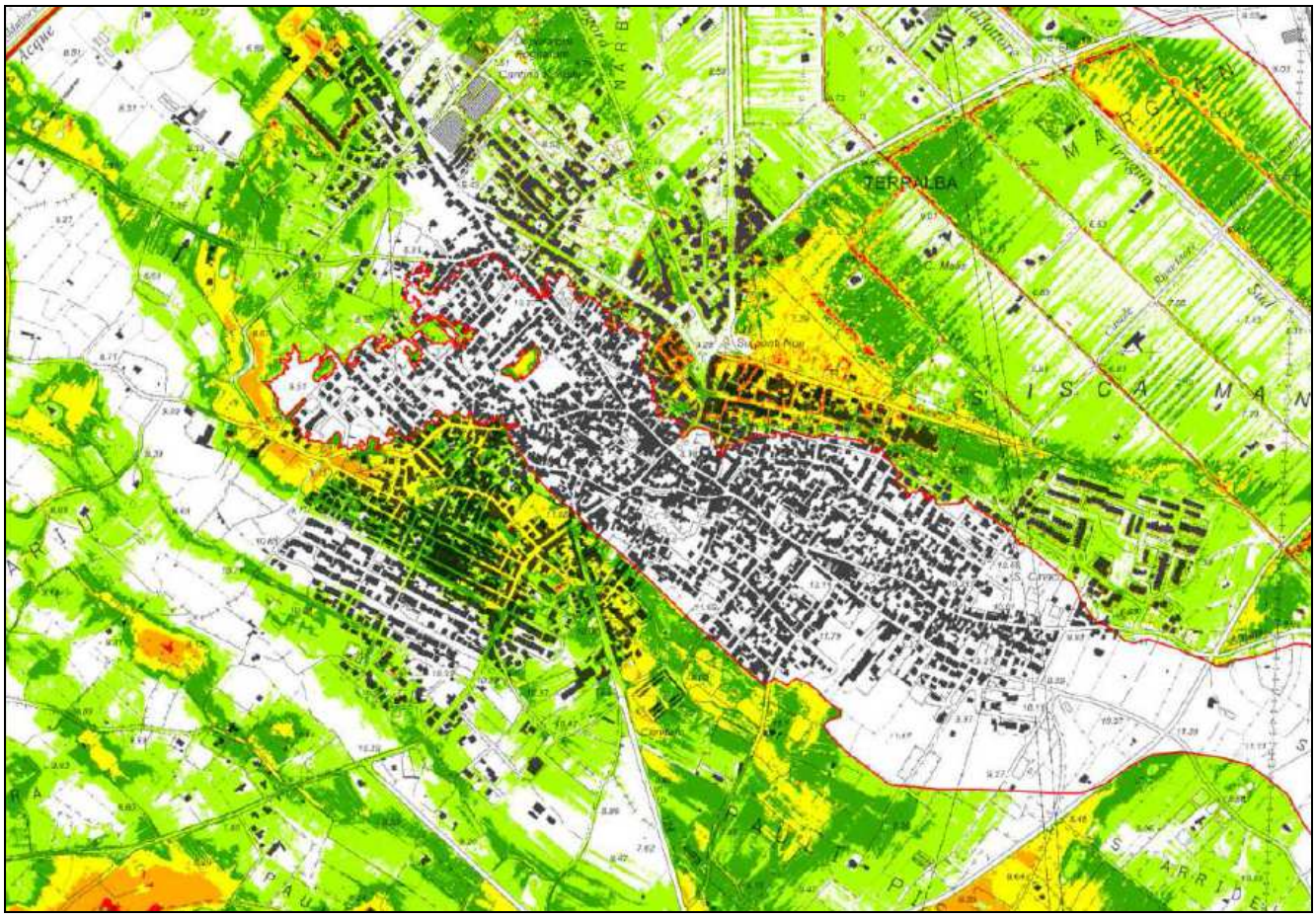


Figura 4.3: Indice di vulnerabilità per il tempo di ritorno dei 100 anni per l'abitato di Terralba

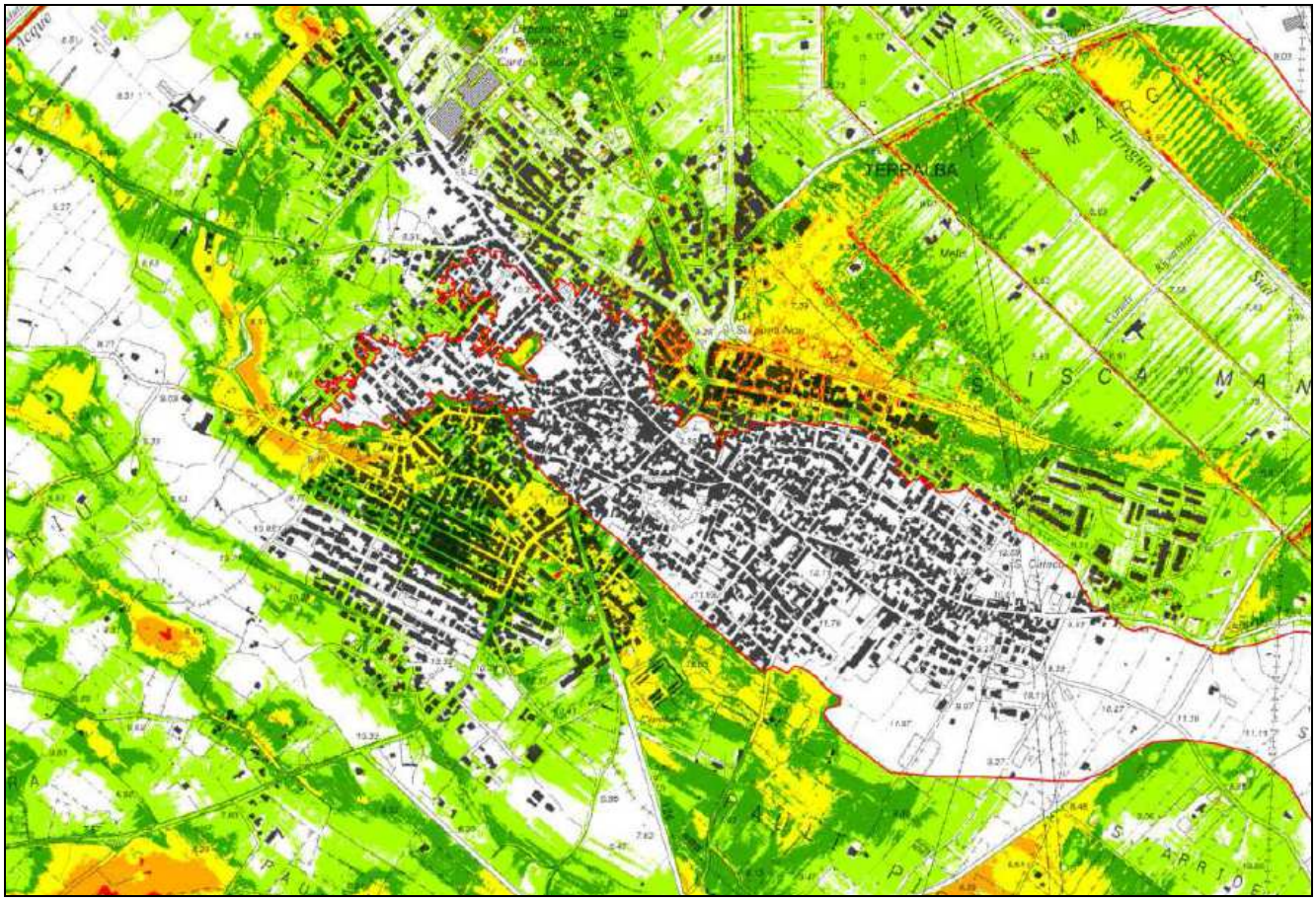


Figura 4.4: Indice di vulnerabilità per il tempo di ritorno dei 200 anni per l'abitato di Terralba

Il risultato dello studio è la rappresentazione delle mappe dell'indice di vulnerabilità Vp, definite sulla base delle indicazioni relazione metodologica, come riportato nell'art. 8 comma 5 quater, richiamato dal comma 5septies, delle NTA consentono ai Comuni di attuare le previsioni normative seguenti: "I Comuni, a seguito degli studi di cui al comma 5bis, per le aree urbane (Hi*) nelle quali Vp assume un valore inferiore o uguale a 0,75, applicano le norme d'uso stabilite dai piani urbanistici comunali generali ed attuativi, previa loro variante urbanistica di adeguamento per tener conto delle risultanze di tali studi. L'adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi è effettuato nel rispetto dei principi generali del PAI, con particolare riferimento agli articoli 16, 47 e 49 delle NA, con l'obiettivo di evitare la creazione di nuove situazioni di criticità, ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano. Gli interventi, le opere e le attività sono realizzati previa loro specifica valutazione da parte dei Comuni, in sede di procedura di formazione dei titoli abilitativi, in relazione alle situazioni di criticità nelle aree (Hi*) individuate".

La mappatura della dell'indice di vulnerabilità per il Territorio Comunale di Terralba illustrata nella ***Tavola 8 - Vulnerabilità per le persone - Territorio comunale (scala 1.10.000),*** nella ***Tavola 8.a - Vulnerabilità per le persone - Abitato di Terralba – Zona Nord (scala 1:2.000*** e nella ***Tavola 8.b - Vulnerabilità per le persone - Abitato di Terralba – Zona Sud (scala 1:2.000),*** è stata definita recependo integralmente i risultati dello studio dell'Accordo di collaborazione tra l'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari, considerando le Hi* (Vp < 0,75) per il tempo di ritorno dei 200 anni all'interno dei dominio della modellazione 2D, all'interno dei limiti comunali di Terralba.

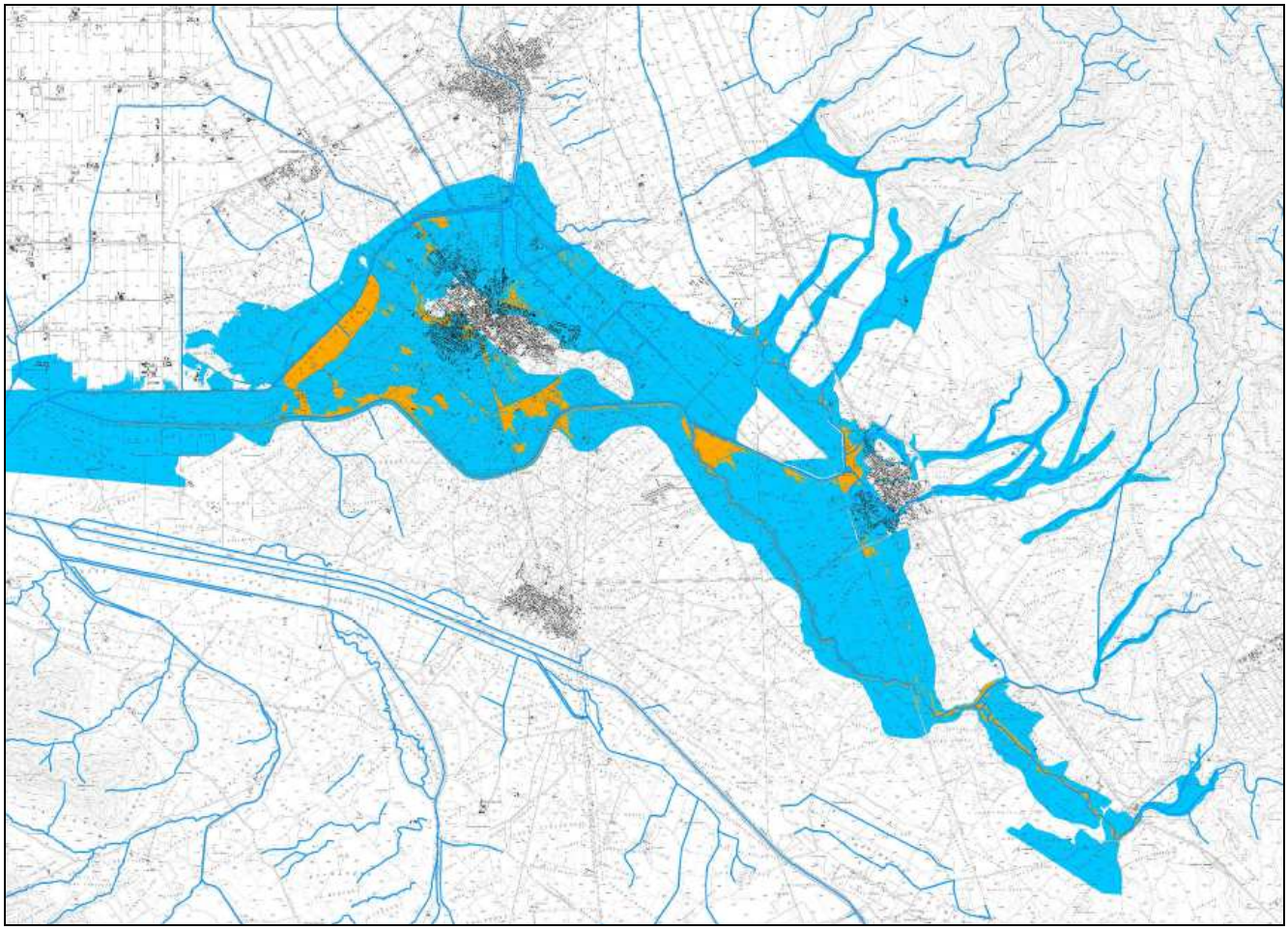


Figura 4.5: Mappatura delle aree con Vp maggiore (in arancio) e minore di 0.75 – Tr=50 anni (in azzurro).

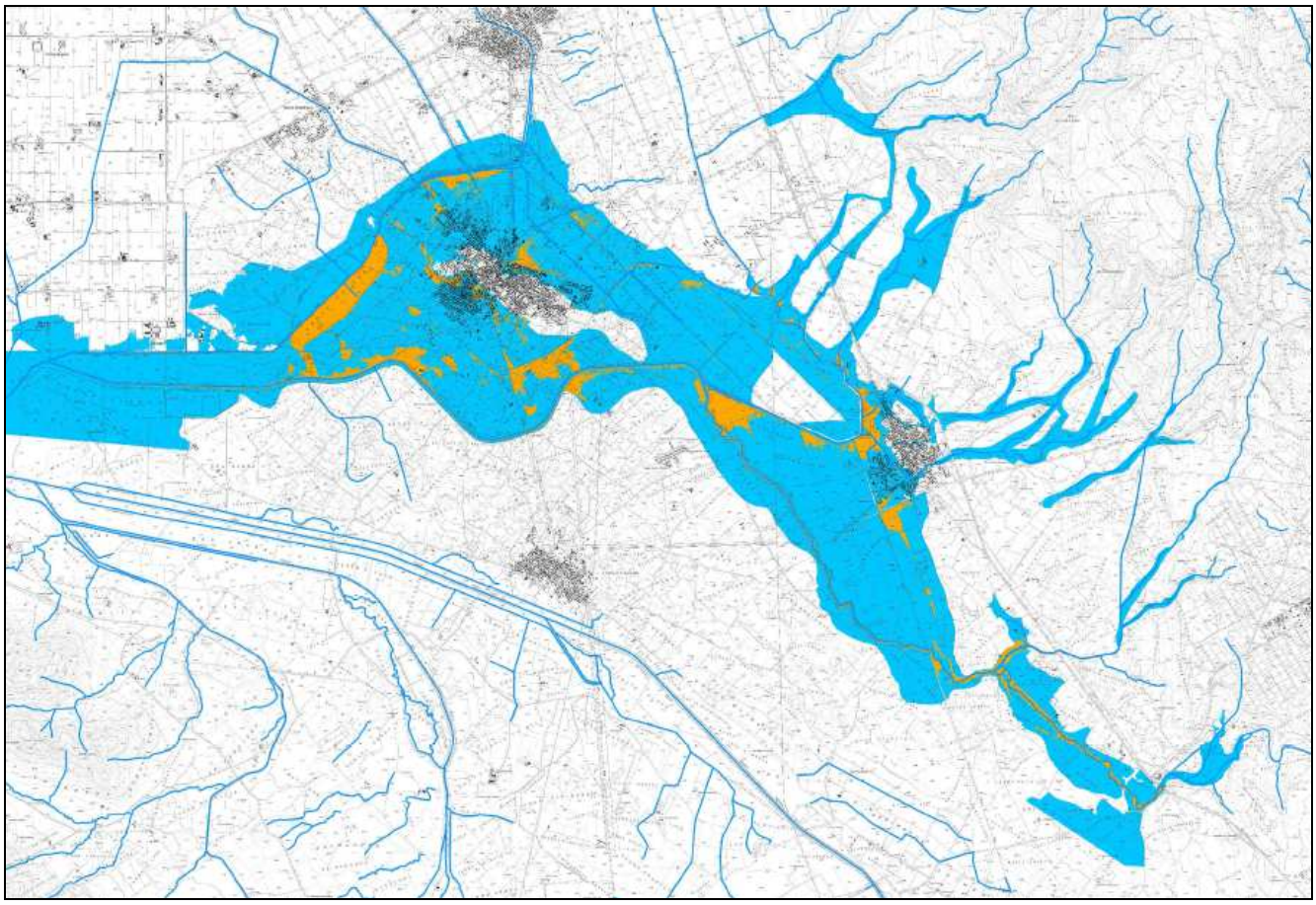


Figura 4.6: Mappatura delle aree con Vp maggiore (in arancio) e minore di 0.75 – Tr=100 anni (in azzurro).

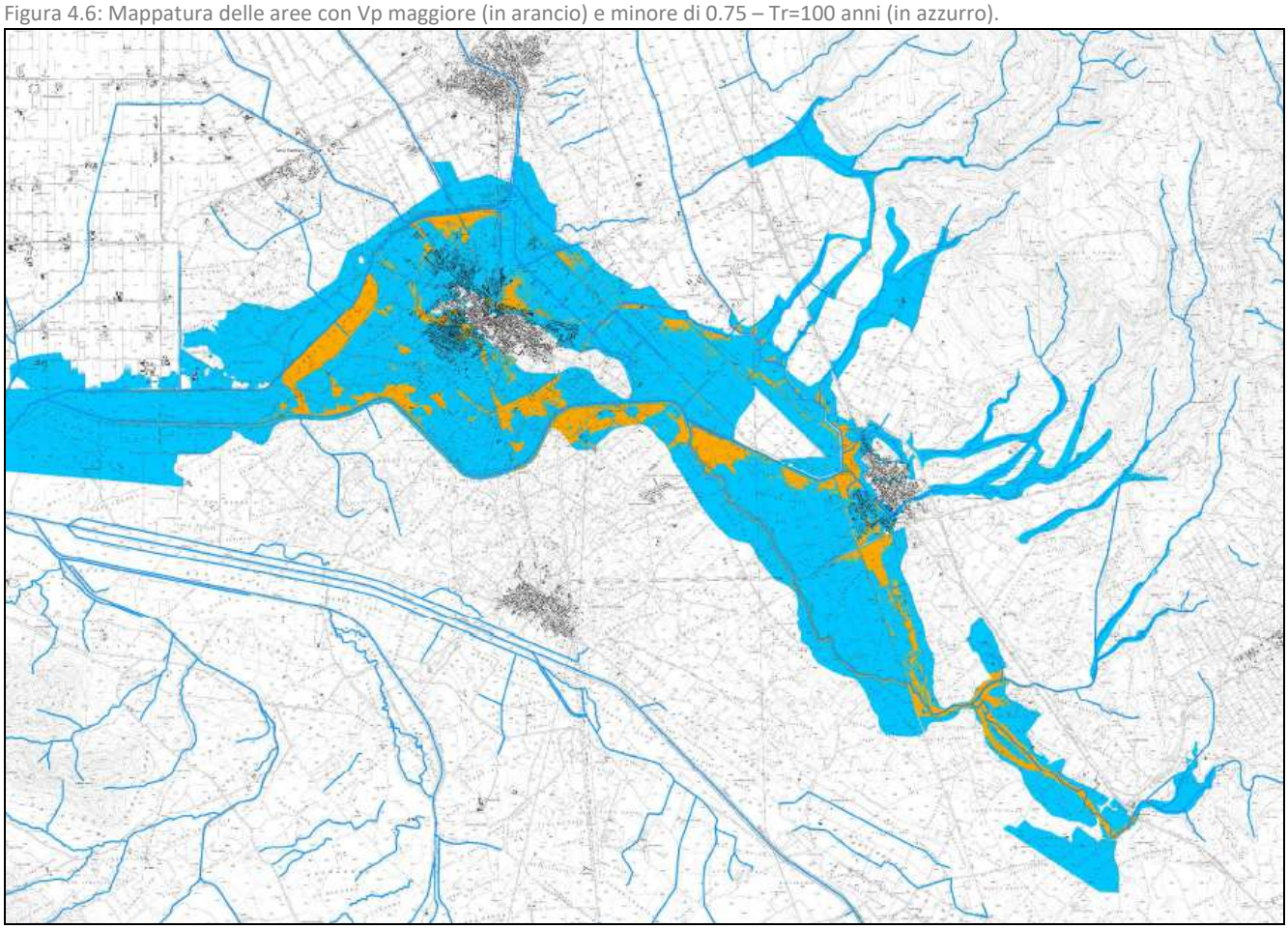


Figura 4.7: Mappatura delle aree con Vp maggiore (in arancio) e minore di 0.75 – Tr=200 anni (in azzurro).

5 Analisi idraulica del reticolo minore drenante il Comune di Terralba

La modellazione idraulica è illustrata nel dettaglio nell'elaborato "Allegato A.1 –Relazione Idrologica ed idraulica, nel presente capitolo si riprendono solo gli aspetti generali e le principali risultanze.

L'analisi idraulica, è stata condotta nel presente studio all'intero reticolo minore del territorio Comunale ricompreso nel reticolo idrografico di riferimento per le finalità di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive, come stabilito nella Delibera del C.I. dell'ADIS n. 3 del 30/07/2015.

Dalla modellazione idraulica monodimensionale condotta nel presente studio, è stato escluso il Rio Mogoro perché come anticipato nei capitoli precedenti, è stato oggetto di modellazione idraulica di dettaglio bidimensionale nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra l'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari Finalizzato alla predisposizione del Piano di Gestione del Rischio alluvioni sui principali corsi d'acqua del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna , ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE in data 23.10.2007 e dell'art. 7 del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49"

5.1 Tronchi critici individuati

L'analisi idraulica, ha interessato, come riportato nell'"***Allegato A.1Analisi idrologica e idraulica di dettaglio"*** i seguenti tronchi critici:

1 CANALE ACQUE MEDIE T01 – CANALE_181

2 CANALE ACQUE MEDIE T03 – CANALE_183

3 CANALE ACQUE MEDIE T03 – CANALE_179

4 CANALE ACQUE MEDIE T04 – CANALE_180

5 CANALE ACQUE MEDIE T05 – CANALE_177

6 CANALE ACQUE MEDIE T07 – CANALE_186

7 CANALE ACQUE MEDIE T08 – CANALE_175

8 CANALE ACQUE MEDIE T10 – CANALE_185

9 CANALE ACQUE MEDIE T12 – CANALE_14424

10 CANALE ACQUE MEDIE T13 – TUBATO

11 RIO MOGORO DIV 1 – FIUME_22294

12 RIO MOGORO DIV 2 – FIUME_15809

13 RIO MOGORO DIV 3 – FIUME_13421

14 RIO MOGORO DIV 4 – FIUME_31657

Nell'ambito della modellazione 2D, come illustrato nella relazione di accompagnamento allo studio degli ambiti fluviali vallivi del Rio Mogoro, il contributo dei sottobacini contenuti completamente all'interno del dominio della modellazione 2D è stato considerato nella formazione degli idrogrammi di piena utilizzati nel modello per la definizione delle aree potenzialmente allagabili, dei battenti e delle velocità quindi, sono stati esclusi nella presente studio di assetto idrogeologico dalla modellazione monodimensionale:

In particolare ci si riferisce ai canali che drenano l'area a Nord Est dell'abitato di Terralba a ovest del Canale delle Acque alte:

CANALE ACQUE MEDIE T07 – CANALE_186

CANALE ACQUE MEDIE T08 – CANALE_175

CANALE ACQUE MEDIE T10 – CANALE_185

CANALE ACQUE MEDIE T12 – CANALE_14424

CANALE ACQUE MEDIE T13 – TUBATO

Come meglio illustrato nell'allegato ***A.1 - Analisi idrologica e idraulica di dettaglio***, la modellazione idraulica monodimensionale è stata sviluppata per i seguenti tratti:

1 CANALE ACQUE MEDIE T01 – CANALE_181

2 CANALE ACQUE MEDIE T03 – CANALE_183

3 CANALE ACQUE MEDIE T03 – CANALE_179

4 CANALE ACQUE MEDIE T04 – CANALE_180

5 CANALE ACQUE MEDIE T05 – CANALE_177

6 RIO MOGORO DIV 1 – FIUME_22294

7 RIO MOGORO DIV 2 – FIUME_15809

8 RIO MOGORO DIV 3 – FIUME_13421

9 RIO MOGORO DIV 4 – FIUME_31657

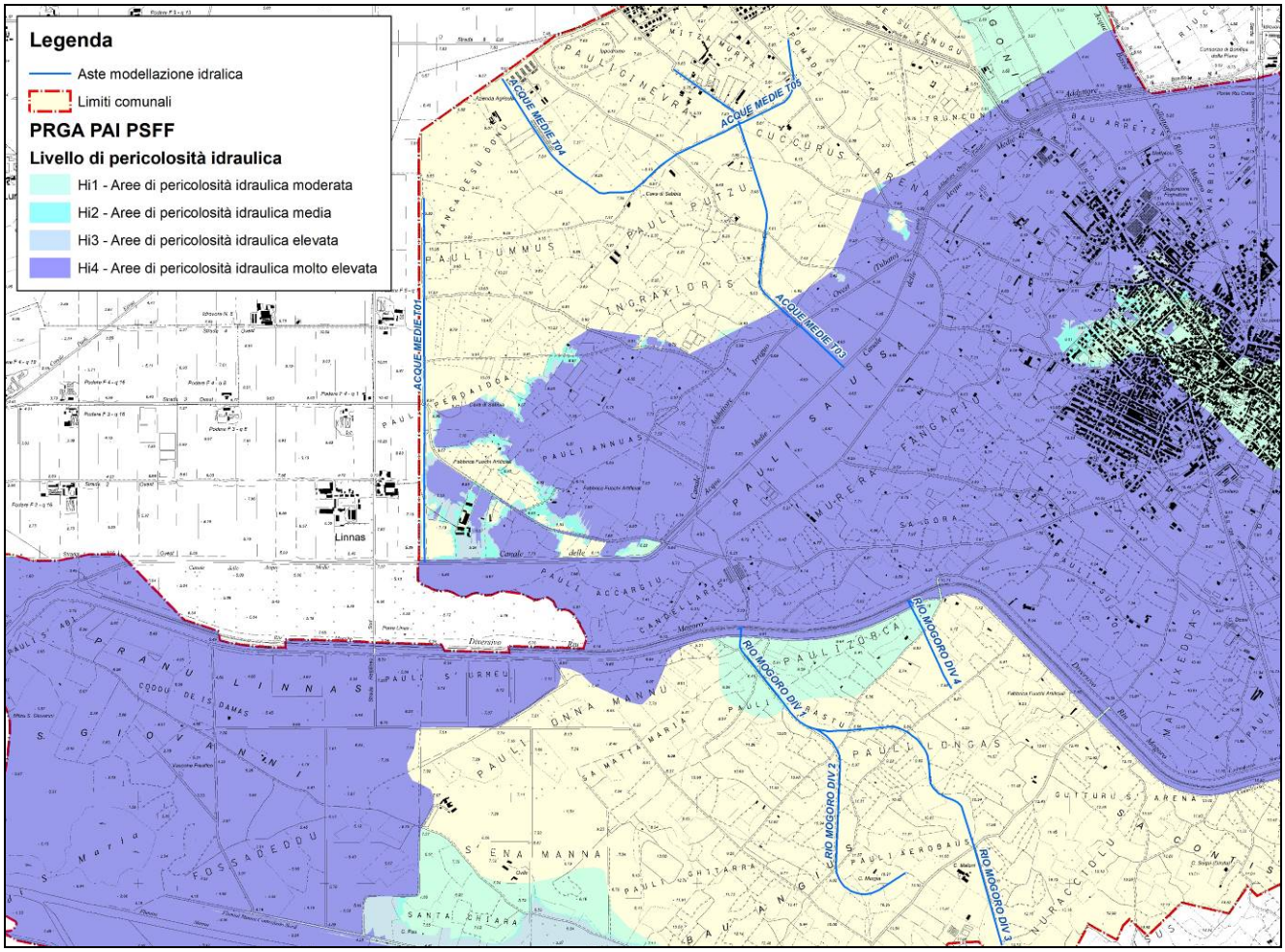


Figura 5.1: Aste oggetto di modellazione idraulica monodimensionale nell'ambito del presente studio.

5.2 Modellazione in moto permanente del Canale delle Acque alte.

Il Canale delle Acque Alte è un canale di circa 11.5 km che intercetta i compluvi del versante occidentale del Monte Arci convogliandoli nel Rio Mogoro ed evitando il deflusso nella piana valliva. Complessivamente il canale drena un bacino imbrifero avente superficie totale di circa ***44 km²***. Il canale assume la funzionalità di un canale di guardia per gran parte del suo sviluppo e risulta totalmente rivestito in calcestruzzo, e presenta numerosi salti di fondo, anche dell'ordine di 1.5 metri.

Benché sia stato oggetto di analisi idrologica ed idraulica di dettaglio nell'ambito della "***Modellazione 2D degli ambiti fluviali vallivi del Rio Mogoro***", per il tratto ricadente in comune di Terralba in prossimità della confluenza con il Riu Perdosu non ha dato luogo ad alcuna perimetrazione della pericolosità idraulica e del rischio in quanto esterno al dominio di calcolo. Per questo motivo nell'ambito del presente studio di assetto idrogeologico è stato oggetto di modellazione idraulica di dettaglio, come meglio illustrato nell'allegato ***A.1 Analisi idrologica ed idraulica di dettaglio***.

Per quel che concerne le portate da utilizzare si farà riferimento a quelle determinate nell'ambito della "*Modellazione 2D degli ambiti fluviali vallivi del Rio Mogoro*", e in coerenza a quanto effettuato nell'ambito del summenzionato studio le portate verranno determinate applicando un criterio di proporzionalità fra portata al colmo e superficie del sottobacino che la genera, a partire dalle portate al colmo determinate per il bacino complessivo.

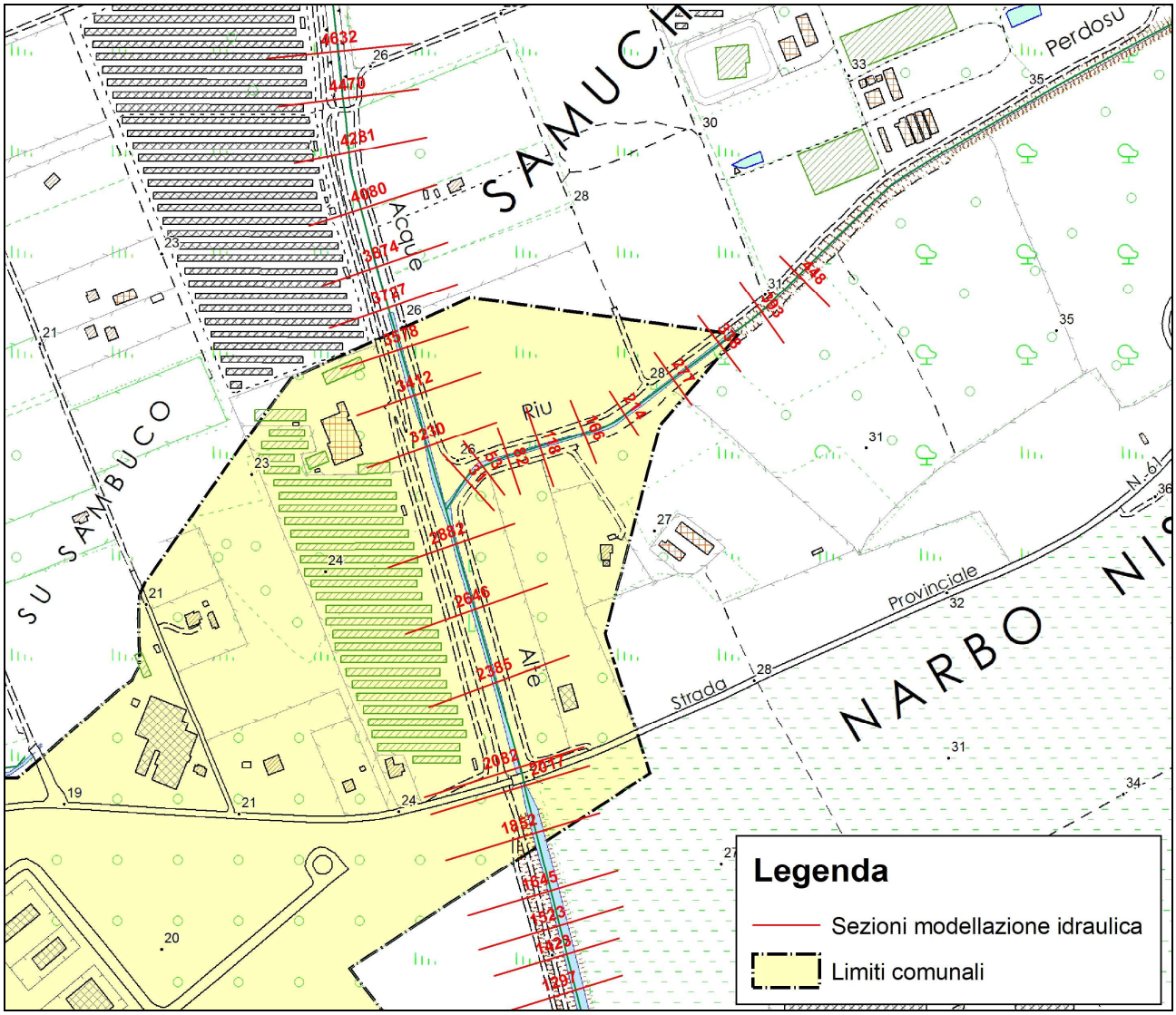


Figura 5.2: Tratto del Canale delle Acque oggetto di modellazione idraulica di dettaglio.

5.3 Portate utilizzate per la modellazione idraulica

Nella tabella sottostante i bacini considerati e le portate utilizzate per la modellazione idrauliche in moto permanente del reticolo minore drenante il territorio comunale di Terralba:

Fiume	Tratto	Superficie	Sezione Hec-Ras	Portata Tr 50 anni	Portata Tr 100 anni	Portata Tr 200 anni	Portata Tr 500 anni
		[Km^2]		[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]
RIO MOGORO DIV 3	***FIUME_13421***	1.59	**2520.056**	**4,38**	**5,87**	**7,48**	**9,75**
RIO MOGORO DIV 2	***FIUME_15809***	0.75	**1281.922**	**2,07**	**2,77**	**3,53**	**4,60**
RIO MOGORO DIV 1	***FIUME_22294***	3.41	**676.600**	**9,40**	**12,59**	**16,03**	**20,90**
RIO MOGORO DIV 4	***FIUME_31657***	8,640	**526,438**	**19,02**	**25,24**	**31,92**	**41,30**
ACQUE MEDIE T03	***CANALE_183***	0,07	**1984.478**	**0,18**	**0,23**	**0,28**	**0,34**
ACQUE MEDIE T03	***CANALE_179***	4,77	**1481.904**	**12,48**	**15,66**	**18,95**	**23,51**
ACQUE MEDIE T04	***CANALE_180***	1,40	**1675.858**	**3,66**	**4,60**	**5,56**	**6,90**
ACQUE MEDIE T05	***CANALE_177***	0,52	**616.231**	**1,36**	**1,71**	**2,07**	**2,56**
ACQUE MEDIE T01	***CANALE_181***	0,970	**1950.759**	**4,78**	**6,04**	**7,36**	**9,20**
CANALE ACQUE ALTE	***MONTE RIU PERDOSU***	6.097	**4632**	**17,515**	**21,557**	**25,714**	**30,485**
CANALE ACQUE ALTE	***VALLE RIU PERDOSU***	19.550	**2882**	**56,162**	**69,123**	**82,452**	**97,750**
CANALE ACQUE ALTE	***TESTATA***	33.443	**2082**	**93,200**	**115,900**	**139,400**	**165,264**
RIU PERDOSU	***TRATTO VALLE***	13.453	**448**	**38,647**	**47,566**	**56,738**	**67,265**

5.4 Risultati delle verifiche idrauliche e principali criticità rilevate

I risultati dello studio idraulico sono riportati negli elaborati "***Allegato B.1 - Risultati delle simulazioni idrauliche - Risultati numerici***", "***Allegato B.2 - Risultati delle simulazioni idrauliche - Sezione idrauliche di moto permanente***", "***Allegato - B.3 Risultati delle simulazioni idrauliche - Profili idraulici di moto permanente***", e illustrate nelle "***Tavola 7 - Pericolosità idraulica – Territorio comunale***, "***Tavola 7.a- Pericolosità idraulica – Abitato di Terralba – Zona Nord"*** e nella ***"Tavola 7.b- Pericolosità idraulica – Abitato di Terralba – Zona sud***".

Oltre alle già note e ampiamente studiate criticità legate al Rio Mogoro e al canale delle acque alte, in estrema sintesi le criticità idrauliche emerse dallo studio di assetto idrogeologico sono le seguenti:

C'è da evidenziare il fatto che il reticolo minore è costituito per lo più da canali artificiali, e in particolare i profili di corrente delle aste che si immettono nel canale delle Acque Medie, sono fortemente influenzate dai tiranti idrici elevati di quest'ultimo, che determina un forte ostacolo al libero deflusso degli immissari.

Anche le altre aste studiate facenti parte del reticolo minore che interessa il settore meridionale del territorio Comunale, determinano comunque, a causa delle limitate pendenze dell'alveo (per lo più poco inciso) , aree di allagamento , che seppur limitate nell'estensione , contribuiscono ad un incremento delle aree a pericolosità idraulica molto elevata. Lo stesso discorso vale per i corsi d'acqua artificiali studiati , realizzati e dimensionati per assolvere la funzione di bonifica e drenaggio del suolo agrario, che per le portate di piena utilizzate nelle simulazioni non hanno sezioni trasversali tali da convogliare tali deflussi. Anche in questo caso i numerosissimi attraversamenti stradali presenti (costituiti da tubolari o ponticelli di sezione limitata), risultano inadeguati anche al transito della portata cinquantenaria.

Lungo il Canale delle Acque si determinano delle aree di allagamento sulla sinistra idraulica mentre sulla destra idraulica le portate sono sempre contenute con franco idraulico quasi sempre superiore al metro anche per le portate relative ai tempi di ritorno maggiori, il Riu Perdosu risente nelle sezioni terminali dei livelli di piena del Canale delle Acque Alte per il resto non presenta particolari criticità dal punto di vista idraulico.

6 Disciplina delle aree a pericolosità idraulica

Nel presente studio di Assetto idrogeologico sono state integrate le aree a pericolosità idraulica degli strumenti regionali attualmente vigenti i cui risultati sono illustrati nella "***Tavola 7 - Pericolosità idraulica – Territorio comunale***, "***Tavola 7.a- Pericolosità idraulica – Abitato di Terralba – Zona Nord"*** e nella ***"Tavola 7.b- Pericolosità idraulica – Abitato di Terralba – Zona sud***".

Le norme di attuazione del PUC devono recepire nelle aree a pericolosità idraulica le prescrizioni riportate al CAPO II delle NdA del PAI, e dell'articolo 47 - Invarianza Idraulica introdotto con il Titolo V delle NTA del PAI con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 30.07.2015. La disciplina delle aree a pericolosità idraulica è stata recentemente aggiornata con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'autorità di bacino n. 1 del 16/06/2020 e allegate alla deliberazione di Giunta Regionale n. 34/1 del 07/07/2020 di cui si riporta uno stralcio nel presente capitolo.

6.1 Aree a pericolosità idraulica molto elevata Hi4

La disciplina per le aree a pericolosità idraulica molto elevata è riportata nell'art, 27 delle NdA del PAI e in queste aree sono consentiti esclusivamente:

a. le opere e gli interventi idraulici per migliorare la difesa dalle alluvioni e la sicurezza delle aree interessate da dissesto idraulico;

b. gli interventi per mantenere e recuperare le condizioni di equilibrio dinamico degli alvei dei corsi d'acqua;

c. le attività di manutenzione idraulica compatibile, compresi i tagli di piante esclusivamente per garantire il regolare deflusso delle acque e gli interventi eseguiti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 14.4.1993 e della legislazione di settore della Regione Sardegna;

d. le opere di sistemazione e riqualificazione ambientale e fluviale dirette alla riduzione dei pericoli e dei danni potenziali da esondazione, rivolti a favorire la ricostituzione degli equilibri naturali, della vegetazione autoctona, delle cenosi di vegetazione riparia;

e. le opere urgenti degli organi di protezione civile o delle autorità idrauliche regionali competenti per la tutela di persone e beni in situazioni di rischio idraulico eccezionali.

f. nelle more della emanazione delle disposizioni di cui agli articoli 9, 10, 11 e 12 sono altresì ammessi gli interventi agro-silvo-pastorali comportanti modeste modificazioni all'assetto idrogeologico del territorio, conformi all'attuale destinazione e indispensabili per una corretta conduzione dei fondi, le recinzioni dei fondi agricoli prive di opere murarie e pervie al deflusso idrico e le linee di distribuzione irrigue aziendali totalmente interrate, previa valutazione positiva da parte dell' autorità idraulica competente per territorio sulla relazione di compatibilità idraulica e/o geologica-geotecnica.

g. gli interventi di bonifica ambientale di siti inquinati;

In materia di patrimonio edilizio pubblico e privato nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

a. la demolizione di edifici sempre a condizione che i lavori non creino ostacoli al regolare deflusso delle acque;

b. la riparazione di edifici esistenti danneggiati da calamità naturali, compatibilmente con le norme nazionali e regionali vigenti, a condizione che non si tratti di ricostruzione anche parziale;

c. le opere di manutenzione ordinaria degli edifici e tutti gli altri interventi di edilizia libera di

cui all' articolo 15 della LR 11 ottobre 1985, n. 23, comma 1 con esclusione di quelli di cui alle lettere d) e) j);

d. le opere di manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo degli edifici;

d1. gli interventi di manutenzione straordinaria che determinano frazionamenti o accorpamenti delle unità immobiliari con esecuzione di opere, anche se comportanti variazione delle superfici delle singole unità immobiliari, a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, si dimostri per il singolo caso la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, anche prevedendo la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti e utilizzatori effettivamente insediabili negli edifici, con valutazione degli elementi relativi alla superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975), alla tipologia di abitanti e/o di utilizzatori, alle differenti funzioni e modalità di utilizzo e alle fasce orarie diurne e/o notturne di prevalente utilizzo;

d2. con esclusione dei piani interrati e dei piani seminterrati, questi ultimi considerati con riferimento all' effettivo fenomeno di allagamento, e con esclusione degli interventi di demolizione e ricostruzione, gli interventi di ristrutturazione edilizia senza aumento della superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975) delle singole unità immobiliari a destinazione residenziale, anche con modifiche ai prospetti, a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrata per il singolo caso la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti, anche prevedendo nel caso dei piani terra la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale quali la sopraelevazione del piano di calpestio, le necessarie opere per rendere gli edifici impermeabili all' acqua e adattabili alle situazioni di piena;

d3. con esclusione dei piani terra, interrati e seminterrati, gli ampliamenti delle singole unità immobiliari a destinazione residenziale ai sensi dell' art. 11 della LR 11 ottobre 1985, n. 23 e s.m.i e della direttiva di cui all' articolo 43 della LR n. 11 del 2017, con un limite massimo del 30 per cento del volume urbanistico esistente, a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato per il singolo caso, anche prevedendo la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti effettivamente insediabili negli edifici;

e. con la finalità di riqualificare il patrimonio esistente sotto l'aspetto dell'adattamento ai fenomeni di alluvione, di ridurre il consumo di suolo e di migliorare la tutela della pubblica incolumità, previa specifica deliberazione del Consiglio Comunale su proposta del privato interessato, gli interventi per ridurre la vulnerabilità degli edifici con destinazione residenziale esistenti nei centri edificati, anche mediante demolizione e ricostruzione, a condizione che lo studio di compatibilità dimostri la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti effettivamente insediabili negli edifici e senza aumento della superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975); lo studio di compatibilità, inoltre, individua i necessari interventi di adattamento ai fenomeni di allagamento, di realizzazione di misure di protezione locale ed individuale, di sopraelevazione, anche con previsione di pilotis, del piano di calpestio a quota superiore alla piena con tempo di ritorno pari a 100 anni, di previsione di opere per la micro-laminazione diffusa mediante vasche di raccolta dell' acqua piovana, di divieto di nuovi locali interrati e seminterrati, di dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati e seminterrati esistenti e di realizzazione di altre misure di autoprotezione individuale, comprese quelle per rendere gli edifici impermeabili all' acqua e adattabili alle situazioni di piena, e quelle per la identificazione di luoghi sicuri per le persone posti al di sopra del livello della piena con tempo di ritorno pari a 500 anni.

f. gli interventi di adeguamento igienico-sanitario degli immobili adibiti a residenza anche stagionale o a servizi, con particolare riferimento a quelli resi obbligatori da norme di legge statale o regionale ovvero a quelli indispensabili per garantirne la funzione collegata alla destinazione d'uso, con realizzazione dei relativi volumi tecnici indispensabili;

g. le opere di adeguamento richieste dalla normativa in materia di protezione dai terremoti, sicurezza ed igiene sul lavoro, superamento delle barriere architettoniche, prevenzione degli incendi, tutela di beni archeologici, storici, artistici e culturali, con realizzazione dei relativi volumi tecnici indispensabili;

h. i mutamenti di destinazione d' uso secondo la disciplina di cui all' art. 11 della LR 11 ottobre 1985, n. 23 e s.m.i. e della direttiva di cui all' articolo 43 della LR n. 11 del 2017, compatibili con gli elementi formali e strutturali degli edifici, a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrata per il singolo caso la riduzione della vulnerabilità rispetto alla situazione ante intervento, anche prevedendo la realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, il non aumento del carico antropico mediante concreto accertamento del numero di abitanti e utilizzatori effettivamente insediabili negli edifici, con valutazione degli elementi relativi al non aumento della superficie abitabile (D.M. sanità 5 luglio 1975), alla tipologia di abitanti e/o di utilizzatori, alle differenti funzioni e modalità di utilizzo e alle fasce orarie diurne e/o notturne. Limitatamente alle unità immobiliari site al piano terra e ai piani interrati e/o seminterrati, aventi destinazioni d' uso diverse da quella residenziale è sempre escluso il mutamento di destinazione d' uso in residenziale, o turistico-ricettiva; per le unità immobiliari site al piano terra il suddetto mutamento è consentito nel rispetto dei presupposti sopra indicati, a condizione che non sia incrementato neppure uno dei fattori che concorrono a determinare il rischio specifico nella formulazione di cui al punto 2.1 del D.P.C.M. 29.09.1998.

i. i mutamenti di destinazione d' uso ai sensi dell' art. 11 della LR 11 ottobre 1985, n. 23 e s.m.i. la realizzazione e l'integrazione di impianti privati di depurazione, di apparecchiature tecnologiche, di impianti per l'impiego di fonti energetiche rinnovabili e per il contenimento dei consumi energetici, unitamente alla realizzazione dei connessi volumi tecnici, a condizione che si tratti di interventi a servizio di singoli edifici, conformi agli strumenti urbanistici e valutati indispensabili per la funzionalità degli edifici o vantaggiosi dall'autorità competente per la concessione o l'autorizzazione;

l. le opere di sistemazione e manutenzione di superfici inedificate o scoperte di edifici, compresi rampe di accesso, recinzioni, muri a secco, contenimenti in pietrame, terrazzamenti, siepi, impianti a verde, pergole e coperture;

m. la realizzazione di ricoveri mobili per animali da allevamento, di manufatti mobili adibiti a ricovero transitorio degli addetti alle attività pastorali, di manufatti per il foraggiamento della selvaggina.

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisionali temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

a. gli interventi di manutenzione ordinaria;

b. gli interventi di manutenzione straordinaria;

c. gli interventi di adeguamento per l' integrazione di innovazioni tecnologiche;

d. gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;

e. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali

tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;

f. la ricostruzione di infrastrutture a rete distrutte o danneggiate da calamità naturali, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;

f bis. A seguito di calamità naturali, ancorché già avvenute, cui siano conseguiti rilevanti danni a elementi delle infrastrutture a rete, pubbliche o di interesse pubblico, tali da aver determinato condizioni critiche nella accessibilità a centri abitati e a ampi comprensori caratterizzate da aziende o unità produttive in essi distribuite, previa specifica deliberazione della Giunta Regionale che, sulla base di motivata deliberazione dei consigli comunali degli enti locali interessati, dia atto delle condizioni di eccezionalità, urgenza e di rilevanza socio-economica, può essere assentita la realizzazione di opere provvisorie e temporanee di attraversamento dei corsi d'acqua e dei relativi elementi accessori, anche qualora non sia possibile il rispetto del franco idraulico e delle altre condizioni imposte dalla vigente normativa sulle costruzioni. La deliberazione comunale dovrà accertare che non vi siano alternative tecniche ed economiche sostenibili di immediata realizzabilità, stabilire che per le suddette opere sia identificato il periodo massimo di utilizzo in base al tempo necessario a realizzare interventi definitivi e ogni opportuno provvedimento atto a garantire l'esercizio dell'infrastruttura in condizioni di rischio residuo compatibile, mediante la previsione e l'approntamento di adeguate misure attive di protezione civile con particolare riferimento alla tutela della pubblica incolumità;

g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;

h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all' articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;

i. i nuovi interventi di edilizia cimiteriale che prevedono la realizzazione di volumetrie, purché realizzati nelle porzioni libere interne degli impianti cimiteriali esistenti;

l. nuove infrastrutture, strutture di servizio ed insediamenti mobili, preferibilmente provvisori, destinati ad attrezzature per il tempo libero, la fruizione occasionale dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto.

4. Nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata resta comunque sempre vietato realizzare:

a. strutture e manufatti mobili e immobili, ad eccezione di quelli a carattere provvisorio o precario indispensabili per la conduzione dei cantieri o specificamente ammessi dalle presenti norme;

b. protezioni di colture agricole con rilevati capaci di ostacolare il deflusso delle acque;

c. cambiamenti colturali o nuove colture arboree capaci di ostacolare il deflusso delle acque o di pregiudicare la stabilità degli argini;

d. nuovi impianti o ampliamenti di impianti di trattamento, smaltimento e di recupero dei rifiuti;

e.nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;

f. nuovi stabilimenti o ampliamenti di stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del decreto legislativo 17.8.1999, n. 334, "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose";

g. nuovi impianti tecnologici fuori terra ad eccezione dei ripetitori e dei tralicci per il trasporto dell'energia elettrica e di quelli espressamente consentiti dalle presenti norme.

5. Per gli impianti e gli stabilimenti di cui al comma precedente, lettere d., e., f., g., esistenti alla data di approvazione del PAI, sono ammessi:

a. l'adeguamento tecnico alle normative in vigore;

b. la manutenzione ordinaria o straordinaria;

c. l'ampliamento dei soli volumi tecnici non altrimenti localizzabili e senza alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili necessari per migliorare le condizioni igienicosanitarie, di esercizio, di efficiente funzionamento e di sicurezza, salve le verifiche di sicurezza di cui all'articolo 22;

c1. completamenti di impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, conformi alla pianificazione di settore (Piano di tutela delle acque), per i quali sia necessaria, ai fini dell'adeguamento alle normative comunitarie, nazionali e regionali vigenti, l'esecuzione di interventi di modifica, integrazione e potenziamento funzionale, a condizione che gli eventuali nuovi manufatti ricadano ordinariamente entro l'area dell'impianto esistente, previa redazione di uno studio di compatibilità idraulica di cui all'art 24. Nello studio sono anche ricomprese le misure strutturali e non strutturali atte alla gestione del rischio, comprese le regole comportamentali e gestionali da tenere in occasione di eventi alluvionali e di allerte per rischio idrogeologico e/o idraulico, anche identificando luoghi sicuri per le persone posti al di sopra della piena con tempo di ritorno pari a 500 anni;

d. gli adeguamenti tecnici per eliminare o mitigare i rischi idraulici, anche in relazione alle verifiche di cui all'articolo 22.

5.bis Sono inoltre consentiti le ricerche e i prelievi idrici purchè in tutte le aree pericolose le relative opere siano realizzate, attrezzate e mantenute in modo da non produrre erosione dei suoli, fenomeni di subsidenza o alterazioni permanenti della circolazione idrica naturale e comunque tali da non pregiudicare o aggravare la situazione esistente. Per tali attività, dovranno essere acquisiti tutti i nullaosta o autorizzazioni previste dalla normativa di settore.

6. Lo studio di compatibilità idraulica di cui all'art.24:

a. è richiesto per tutti gli interventi consentiti dal comma 1, fatta eccezione per quelli di cui alla lettera e).

b. è richiesto per gli interventi di cui al comma 2, lettera e);

c. è richiesto per gli interventi di cui al comma 3, lettere e, f, f bis, g, h, i, l;

d. è richiesto per gli interventi di cui al comma 5, lettere a, c, c1, d;

e. è richiesto per gli interventi di cui al comma 5 bis.

6 bis. Gli interventi di cui al comma 2, lett. i) e l) sono corredati da relazione da parte del tecnico incaricato dal soggetto proponente che assevera motivatamente per il caso specifico il rispetto delle previsioni e finalità delle presenti norme di attuazione.

7. Per gli interventi di cui al comma 1 lettera c), l'Autorità competente all'approvazione degli studi di compatibilità ai sensi della L.R. 33/2014, potrà richiedere, a suo insindacabile giudizio, lo studio di compatibilità idraulica o parte di esso, in relazione alla peculiarità dell'intervento.

6.2 Aree a pericolosità idraulica elevata Hi3

La disciplina per le aree a pericolosità idraulica elevata è riportata nell'art, 28 delle NdA del PAI e in queste aree, fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, alle medesime condizioni stabilite nell' articolo 27.

2. Nelle aree di pericolosità idraulica elevata valgono i divieti generali di cui all'articolo 27, comma 4.

3. In materia di patrimonio edilizio sono inoltre consentiti esclusivamente:

a. demolizioni e ricostruzioni nello stesso sito nonché modifiche delle destinazioni d'uso, compatibili con gli elementi formali e strutturali preesistenti degli edifici, per migliorare l'efficienza di interventi di restauro e risanamento conservativo degli edifici;

b. ampliamenti in occasione di adeguamenti con le finalità di cui all' articolo 27, comma 2, lettere e., f., a condizione che le rispettive motivazioni siano espressamente certificate, valutate ed assentite nella concessione o nell'autorizzazione, escludendo comunque i piani interrati e sempre a condizione che gli ampliamenti siano collocati a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna **e comunque** a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni;

c. interventi di ristrutturazione edilizia, a condizione che le nuove superfici per uso abitativo o per uso economicamente rilevante siano realizzate escludendo comunque i piani interrati e sempre a condizione che gli ampliamenti siano realizzati a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna **e comunque** a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni;

d. nuovi impianti tecnologici destinati a migliorare l'uso e la funzionalità degli immobili;

e) la realizzazione di manufatti non rilevanti dal punto di vista edilizio-urbanistico.

4. In deroga a quanto stabilito in via generale nel **comma 3**, nei soli centri edificati definiti ai sensi della normativa regionale o ai sensi dell'articolo 18 della legge n. 865/1971 le opere sul patrimonio edilizio pubblico e privato esistente sono disciplinate dagli strumenti urbanistici e dai regolamenti edilizi vigenti alla data di approvazione del PAI. Le nuove costruzioni e gli incrementi di volume o di superficie utile sono tuttavia consentiti nelle sole zone urbane edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ma escluse le aree libere di frangia, e sempre a condizione di essere realizzati per sopraelevazione a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna **e comunque** a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni. Sono vietate la sopraelevazione del piano naturale di campagna e la realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati.[56]

5. In ulteriore deroga a quanto stabilito in via generale nel **comma 3**, nelle zone territoriali di cui al D.M. 2.4.1968, n. 1444 destinate ad usi agricoli possono essere realizzati, per una sola volta e con riferimento all'intera superficie del fondo esistente alla data di approvazione del PAI, nuovi edifici non altrimenti localizzabili nell' ambito dell' azienda agricola purché destinati al servizio delle attività agricole o a residenza dei conduttori del fondo, nei limiti delle densità fondiarie previste dagli strumenti urbanistici, sempre a condizione di collocare le vie di accesso e le superfici abitabili o utili a quota superiore a m. 1,00 al piano di campagna **e comunque** a quote compatibili con la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni. Sono vietate la sopraelevazione del piano naturale di campagna e la realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati.[57]

6. In tutte le zone territoriali omogenee, compatibilmente con i vincoli di tutela ambientale o paesistica, è consentito il recupero funzionale a fini residenziali, esclusivamente per le necessità dei conduttori dei fondi agricoli, di edifici ed annessi rustici esistenti alla data di approvazione del PAI e divenuti non idonei alla conduzione degli stessi fondi.

7. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico è consentita la realizzazione di tutte le tipologie di sottoservizi a rete.

8. Gli interventi di cui al comma 3, lett. a) b) c) d) sono corredati da relazione da parte del tecnico incaricato dal soggetto proponente che assevera motivatamente per il caso specifico il rispetto delle previsioni e finalità delle presenti norme di attuazione. Lo studio di compatibilità idraulica di cui all'art. 24 è richiesto per gli interventi di cui ai commi 4, 5, 6 e 7.

6.3 Aree a pericolosità idraulica media Hi2

La disciplina per le aree a pericolosità idraulica media è riportata nell'art, 29 delle NdA del PAI e, fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 27 e 28.

2. Sono inoltre consentiti esclusivamente:

a. le nuove costruzioni nei centri edificati;

b. i cambiamenti di destinazione d'uso nei centri edificati, nelle zone residenziali e nelle zone di verde privato, anche relativi ai fabbricati rurali esuberanti per la conduzione dell'azienda agricola, purché compatibili con le caratteristiche formali e strutturali preesistenti degli edifici;

c. i cambiamenti di destinazione d'uso al di fuori delle zone di cui alla precedente lettera b., con eventuali aumenti di superficie o volume e di carico urbanistico non superiori al 30%, a condizione di essere finalizzati a servizi pubblici e di pubblica utilità o ad attività terziarie ed attività diverse compatibili con le condizioni di pericolosità idraulica media;

d. gli ampliamenti, le sopraelevazioni e le integrazioni di volumi e superfici utili a destinazione d'uso immutata in tutte le zone territoriali omogenee;

e. la realizzazione di volumi per attività agrituristica nelle sedi delle aziende agricole;

f. le nuove costruzioni, le nuove attrezzature e i nuovi impianti previsti dagli strumenti urbanistici vigenti nelle zone territoriali omogenee di tipo D, E, F;

g. gli interventi di edilizia cimiteriale con aumento di capacità non superiore al 30%;

h. la realizzazione di parcheggi pertinenziali a raso ai sensi dell' articolo 9 della legge 24.3.1989, n. 122, "Disposizioni in materia di parcheggi, programma triennale per le aree urbane maggiormente popolate, nonché modificazioni di alcune norme del testo unico sulla disciplina della circolazione stradale";

i. l'ampliamento degli immobili destinati ad esercizi alberghieri o di somministrazione di pasti e bevande;

l. gli ampliamenti e le nuove realizzazioni di insediamenti produttivi, commerciali e di servizi;

m. la realizzazione, l'ampliamento e la ristrutturazione di opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.

2 bis. Tutti gli interventi del precedente comma sono consentiti a condizione che per essi non sia prevista la realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati.

3. Lo studio di compatibilità idraulica di cui all' articolo 24 è richiesto per gli interventi di cui

al comma

2, lettere a., c., d., e., f., g., h., i., l., m.

4. Le modifiche e gli ampliamenti relativi agli stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del decreto legislativo 17.8.1999, n. 334, "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose", eventualmente ubicati nelle aree di pericolosità idraulica media, sono decise secondo il criterio di precauzione applicando le modalità di valutazione di cui al punto 6.3 dell'Allegato al decreto del Ministro dei lavori pubblici 9.5.2001 "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante".

6.4 Aree a pericolosità idraulica moderata Hi1

La disciplina per le aree a pericolosità idraulica moderata è riportata nell'art, 30 delle NdA del PAI e, fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l' impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

2. Per i corsi d'acqua o per i tratti degli stessi studiati mediante analisi idrologico-idraulica, nelle aree individuate mediante analisi di tipo geomorfologico che si estendono oltre le fasce di pericolosità moderata individuata col criterio idrologico idraulico si applica la disciplina di cui al comma 1.

6.5 Disciplina delle area Hi* a vulnerabilità per le per le persone minore o uguale a 0,75

Nel presente studio di Assetto idrogeologico sono state perimetrare le Hi* ovvero quelle aree che benché si trovino in aree a pericolosità idraulica molto elevata presentano una Vp (vulnerabilità per le persone) inferiore o uguale a 0,75, e i cui risultati sono illustrati nella "***Tavola 8 - Vulnerabilità per le persone - Territorio comunale,*** nella "***Tavola 8.a - Vulnerabilità per le persone - Abitato di Terralba – Zona Nord***" e nella "***Tavola 8.b - Vulnerabilità per le persone - Abitato di Terralba – Zona Sud***".

Per quanto previsto dall'art. 8 comma 5quater:

"*I Comuni, a seguito degli studi di cui al comma 5bis, per le aree urbane (Hi*) nelle quali Vp assume un valore inferiore o uguale a 0,75, applicano le norme d'uso stabilite dai piani urbanistici comunali generali ed attuativi, previa loro variante urbanistica di adeguamento per tener conto delle risultanze di tali studi. L'adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi è effettuato nel rispetto dei principi generali del PAI, con particolare riferimento agli articoli 16, 47 e 49 delle NA, con l'obiettivo di evitare la creazione di nuove situazioni di criticità, ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano. Gli interventi, le opere e le attività sono realizzati previa loro specifica valutazione da parte dei Comuni, in sede di procedura di formazione dei titoli abilitativi, in relazione alle situazioni di criticità nelle aree (Hi*) individuate*";

dell'art. 8 comma 5quinquies: "*In fase di adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi, i Comuni introducono per le aree di cui ai commi 5 ter e 5 quater norme relative al divieto di realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati, alla*

realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale, alla dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati esistenti".

Quindi secondo quanto indicato negli "Indirizzi inerenti agli adempimenti di cui all'art. 8, comma 5 septies delle norme di attuazione del PAI" allegati alla Deliberazione N. 7 DEL 07.04.2021 dell'Autorità del Bacino Idrografico Regionale il comune di Terralba in queste zone applicherà una serie di prescrizioni/norme atte a mantenere traccia del potenziale allagamento al fine di evitare situazioni di criticità e pericolosità.

Le indicazioni/prescrizioni da inserire all'interno del Piano Urbanistico Comunale di Terralba per tener conto di tali risultati riguardano:

- evitare la creazione di nuove situazioni di criticità,

- ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti,

- limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano

- divieto di realizzazione di nuovi volumi interrati e seminterrati;

- realizzazione di interventi di adeguamento e di misure di protezione locale ed individuale

- dismissione obbligatoria e irreversibile dei locali interrati esistenti

- accumulo dei volumi derivanti dall'impermeabilizzazione del territorio mediante la realizzazione di vasche di accumulo/cisterne per l'accumulo ed il riutilizzo delle acque piovane raccolte.