

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

SISTEMAZIONE RIO MULINO DE JOSSO - MILIS

CUP: 484H17000990002 - CAT: P1017

PROGETTO DEFINITIVO

il Committente
CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

il Responsabile del procedimento
ing. Roberto SANNA

Elab.

A.2

Relazione geologica

R.T.P. CUCCU-FRAU - v. dei Muratori n. 5, 09170 - ORISTANO

il capogruppo
ing. Simone CUCCU

geol. Antonello FRAU

data - 20/10/2018

revislone

INDICE

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.....	2
3	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA	6
3.1	<i>Riferimenti geomorfologici generali</i>	<i>6</i>
3.2	<i>Riferimenti geomorfologici locali.....</i>	<i>6</i>
3.3	<i>Caratteristiche geopedologiche e di uso del suolo.....</i>	<i>9</i>
3.4	<i>Pericolosità idrogeologica.....</i>	<i>10</i>
3.5	<i>Pericolosità sismica: classificazione dei terreni</i>	<i>13</i>
3.6	<i>Inquadramento Geologico</i>	<i>13</i>
3.7	<i>Inquadramento Idrogeologico</i>	<i>15</i>
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE	18
4.1	<i>Piano preventivo di indagine.....</i>	<i>18</i>
4.2	<i>Indagini eseguite</i>	<i>21</i>
4.3	<i>Risultati delle indagini</i>	<i>23</i>
5	ESECUZIONE DEGLI SCAVI E STABILITA' DEI FRONTI, CAVE E DISCARICHE.....	42
6	INDICAZIONI OPERATIVE ED ACCESSORIE	46
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	49

1 PREMESSA

Nell'ambito delle attività complementari alla progettazione definitiva per la realizzazione degli interventi di sistemazione del Rio Mulino de Josso in agro del Comune di Milis, è stata redatta la presente relazione geologica in ottemperanza alle disposizioni legislative del settore di cui al D.P.R. n. 50/2016 art. 23 (Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi) c. 1 lett. i – nel quale si stabilisce che deve essere verificata la compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica dell'opera. Così come stabilito dalla citata norma, la progettazione in materia di lavori pubblici si articola, secondo tre livelli di successivi approfondimenti tecnici, in progetto di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo e progetto esecutivo e allo stato attuale la presente è relativa unicamente al secondo livello.

La presente relazione è stata eseguita in conformità alla recente Normativa tecnica vigente di cui al Decreto 17 Gennaio 2018, “aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (18A00716), GU n.42 del 20-2-2018 - Suppl. Ordinario n. 8” (NTC 2018 emesse ai sensi delle leggi 05.11.1971, n. 1086, e 02.02.1974, n. 64, al Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 06.06.2001, n.380, e dell'art. 5 del decreto legge 28.05.2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27.07.2004, n. 186 e ss. mm. ii.) e in particolare al punto 6.2.1 secondo il quale la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio; caratteristiche che quindi devono essere descritte e sintetizzate dal modello geologico di riferimento.

La Relazione Geologica, in base ai contenuti di tale norma, comprende, sulla base dei specifici rilievi ed indagini eseguite, l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi; definisce inoltre il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.

Attraverso l'osservazione diretta e sulla base delle elaborazioni ed indagini svolte, è stato quindi possibile ricostruire la sequenza litostratigrafica differenziando unità dotate di caratteristiche litologiche, petrografiche e geotecnico/geomeccanico riconoscibili sul terreno e distinguibili da quelle adiacenti. Si è così pervenuti alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito che sarà direttamente interessato dalle opere in progetto. Lo studio geologico si articola pertanto essenzialmente nei seguenti punti:

- Definizione del comparto geolitologico di superficie dell'area oggetto di studio e del territorio circostante;
- Definizione del modello geologico del suolo e sottosuolo, in relazione alle opere previste, attraverso la valutazione delle condizioni geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche e di uso del suolo generali del territorio oggetto di intervento e delle relative situazioni di pericolosità geologica;
- Valutazione delle proprietà delle Unità litotecniche;
- Valutazione delle caratteristiche dei substrati di appoggio
- Stesura della relazione geologica.

2 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

L'area in esame, che comprende un settore dell'agro di Milis, è localizzata nella Sardegna centro Occidentale. Essa è individuabile geograficamente nella Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, Foglio 514 sez. II (serie 25, edizione 1 IGMI) e nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000, al confine tra le sezioni 514120 (Seneghe) e 514160 (San Vero Milis) ed è localizzata nella regione storica del campidano di Oristano. I settori di intervento sono localizzati all'interno dell'alveo del Riu Mannu, nei punti in cui il medesimo è intercettato dalla viabilità provinciale (ponte sulla ex S.P. n. 17 e ponte sulla ex S.P. 15) e in un settore a valle della medesima (località *Piscu Piu* secondo il toponimo dell'I.G.M.I.).

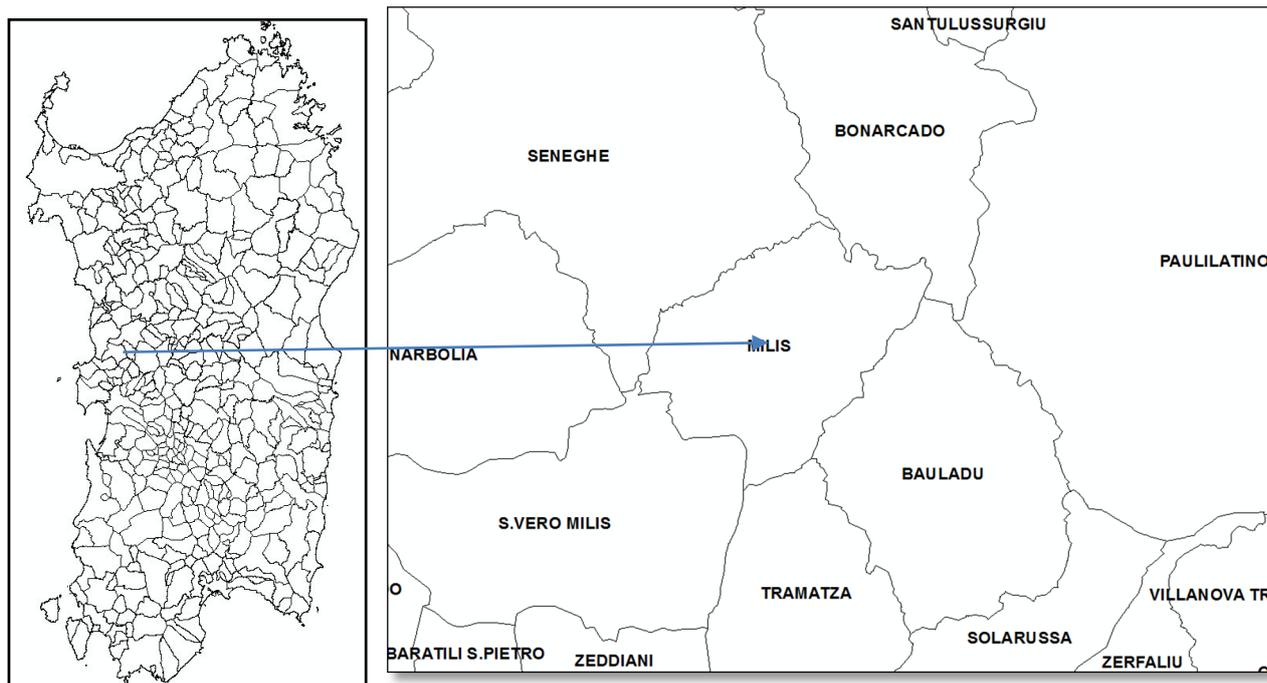


Figure 1: inquadramento generale dell'area

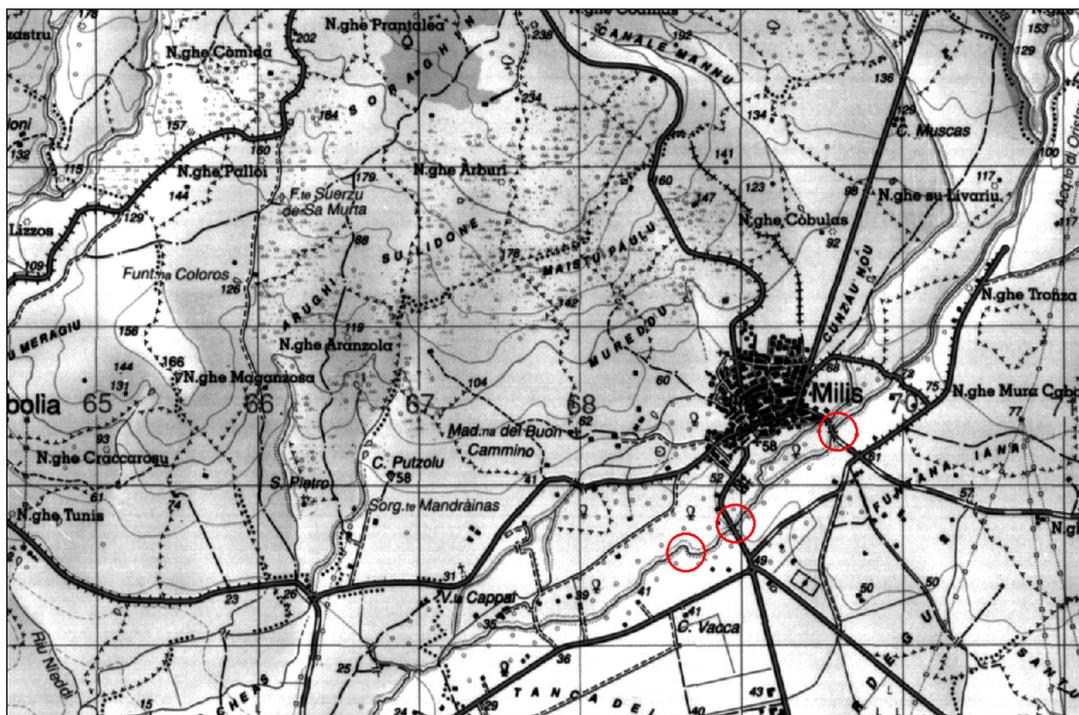


Figure 2: inquadramento su I.G.M.I. 1:50.000

Il centro urbano di Milis è ubicato nel settore centrale del territorio comunale. Immediatamente a Sud dell'abitato si snoda la piana alluvionale del Riu Mannu che drena le acque di un bacino idrografico particolarmente esteso sino al confine tra i territori di Santu Lussurgiu e Cuglieri. I settori a ridosso dell'abitato, inseriti in zone di massima pericolosità idraulica, necessitano pertanto di un'adeguata manutenzione idraulica finalizzata alla messa in sicurezza degli attraversamenti della viabilità provinciale esistente e di un settore a valle della medesima viabilità in cui il corso d'acqua, in corrispondenza di un'ansa fluviale, ha determinato lo scalzamento e asportazione delle opere di protezione precedentemente realizzate. Gli interventi saranno meglio indicati negli inquadramenti topografici delle tavole di progetto di cui il presente studio è parte integrante e sinteticamente nei seguenti stralci.

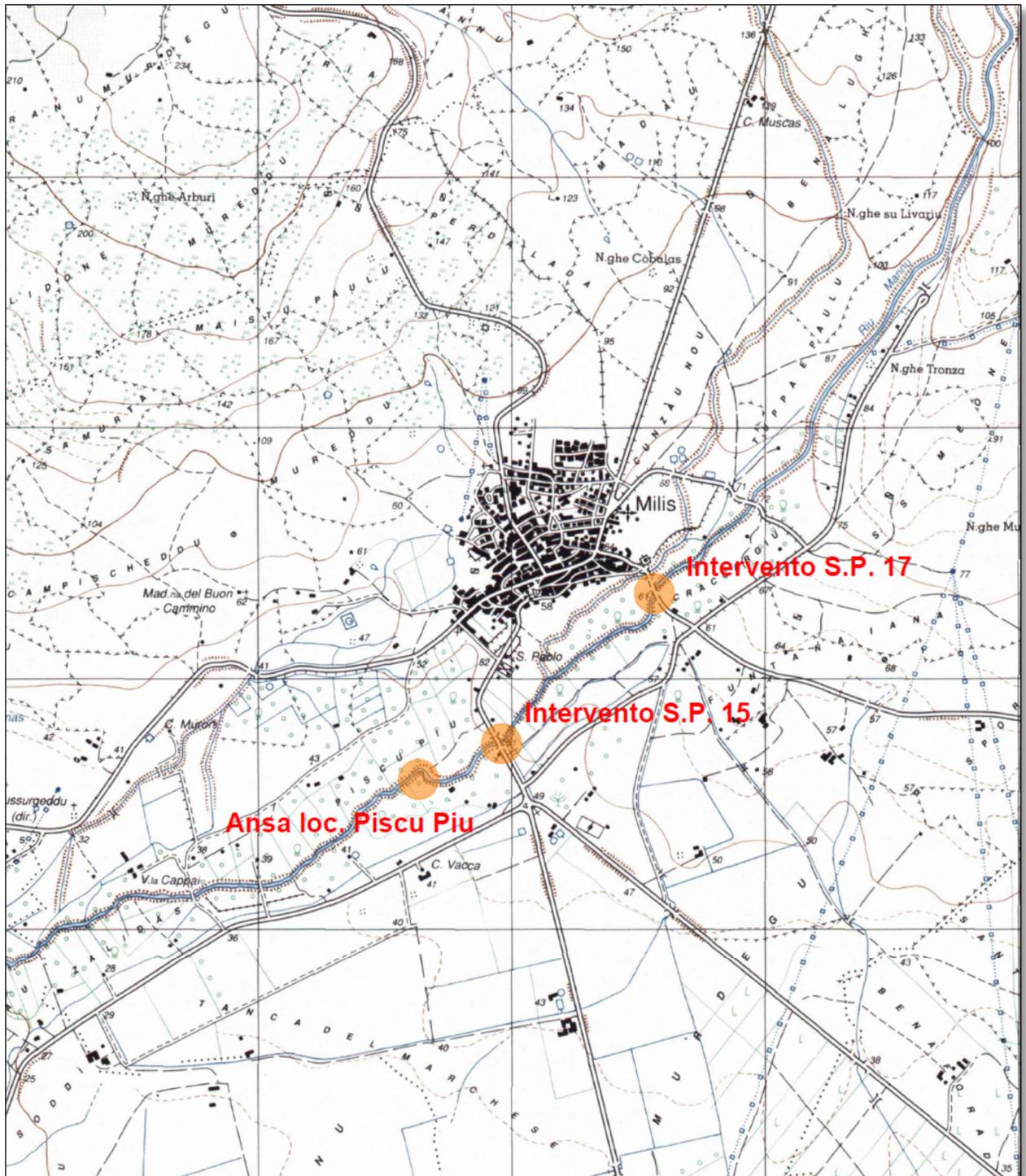


Figure 3: Inquadramento su I.G.M.I. – scala 1:25.000

Nello specifico gli interventi progettuali di manutenzione fluviale saranno realizzati sui tratti che allo stato attuale manifestano le maggiori criticità in funzione del rischio effettivo di perdita di vite umane e danni alle infrastrutture e alle produzioni agricole di rilievo. In particolare, nella presente progettazione definitiva, sono stati programmati i seguenti interventi:

Intersezione S.P. n. 17: manutenzione straordinaria dell'opera interferente:

- Pulizia dell'alveo dalla vegetazione per 50 m a monte e 50 m a valle del ponte per una larghezza di 20 m;
- Abbattimento piante di medio e alto fusto (in numero di 45);
- Demolizione dei paramenti di rivestimento del corso d'acqua a monte del ponte;
- Scavo e messa in opera di gabbioni (20 m a monte del ponte e 10 m a valle) su entrambe le sponde

Intersezione S.P. n. 15: manutenzione straordinaria dell'opera interferente:

- Pulizia dell'alveo dalla vegetazione per 50 m a monte e 50 m a valle del ponte per una larghezza di 20 m;
- Abbattimento piante di medio e alto fusto (in numero di 45);
- Demolizione dei paramenti di rivestimento del corso d'acqua a monte del ponte;
- Scavo e messa in opera di gabbioni (20 m a monte del ponte e 10 m a valle) su entrambe le sponde

Ansa Fluviale Rio Mannu intervento di protezione spondale:

- Pulizia dell'area di intervento dalla vegetazione per una lunghezza di 135 m e una larghezza di 3 m su entrambe le sponde;
- Abbattimento piante di medio e alto fusto (in numero di 30);
- Demolizione vecchia stia sull'orlo del corso d'acqua;
- Scavo e messa in opera di gabbioni (135 m) sulla sola destra idraulica



Figure 4: localizzazione degli interventi su ortofoto dell'anno 2013



Figure 5: localizzazione dell'intervento S.P. 17



Figure 6: Intervento S.P.15



Figure 7: Intervento ansa fluviale Riu Mannu

3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA

3.1 Riferimenti geomorfologici generali

Da un punto di vista strettamente geomorfico generale si osserva che l'area di intervento si sviluppa sul lato sud orientale dell'apparato vulcanico del Montiferro, sul settore caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali derivati dall'erosione dei rilievi montani antistanti. L'area deposizionale subpianeggiante del settore compreso tra gli abitati di Milis, San Vero Milis e Bauladu e in particolare tra l'alveo del Riu Mannu e quello del Rio Mare di Foghe, caratterizza questo settore, con altimetrie di circa 60 m. s.l.m. e lo contraddistingue dai settori collinari e montani posti a Nord e Nord Ovest e che costituiscono il bacino idrografico principale del Riu Mannu, oggetto di studio.

L'aspetto pianeggiante dell'area di intervento cambia quindi radicalmente in coincidenza dei bordi che delimitano l'antica fossa sarda (Oligomiocenica). Nell'area vasta del bacino idrografico del Riu Mannu, si sviluppano infatti morfologie e processi tipici di ambiente montano, sino ad altitudini che superano i 1000 metri (1052 m. s.l.m. M. Urtigu ad Ovest di Santu Lussurgiu, M. Pertuso 991 m. s.l.m.), che poi lasciano spazio all'apparato collinare vulcanico pliocenico di Seneghe con altimetrie intorno ai 500 m. s.l.m. sino a giungere all'assetto subpianeggiante posto più a valle che confina con la piana di Oristano.

3.2 Riferimenti geomorfologici locali

Nell'area di intervento si distinguono i caratteri geomorfologici tipici delle successioni alluvionali. L'andamento subpianeggiante del territorio è infatti evidente e la costituzione geologica lo testimonia data la presenza quasi totale di depositi alluvionali quaternari dei corsi d'acqua e di quelli pleistocenici antichi.

Le fasce in cui scorrono il Riu Mannu e il Rio Mare di Foghe sono interessati da depositi recenti ed attuali, mentre la zona intermedia tra i due rappresenta una antica area deposizionale da conoide detritica. L'analisi evidenzia minime variazioni altimetriche legate all'imposta originaria del territorio.

Le alluvioni recenti ed attuali del Riu Mannu sono solcate da piccoli compluvi che drenano le acque del settore collinare antistante per immetterle nel tributario principale. In tali aree sono appunto riscontrabili piccole ondulazioni (con dislivelli di qualche metro ma a pendenza costante di circa il 5-10%).

Nello studio di fattibilità tecnica ed economica già approvato dalla Stazione appaltante, sono state evidenziate le variazioni morfologiche avvenute in particolare a carico della rete idrografica, sia per effetto degli interventi antropici finalizzati all'utilizzo colturale della piana alluvionale e sia per effetto dei fenomeni naturali. Tali modifiche sono state sostanziali con riferimento al reticolo dei corsi d'acqua limitrofi come il Rio Strampadorzu o del compluvio a Nord dell'abitato (Zona San Giorgio) e anche all'andamento del Flumini Mannu che si presentava comunque in alcuni tratti più meandriforme rispetto all'andamento attuale.

Quanto sopra per evidenziare che l'area di intervento è caratterizzata da una dinamica fluviale particolarmente intensa con erosioni localizzate in corrispondenza sia delle anse fluviali che delle opere di attraversamento della viabilità provinciale, scalzamenti delle opere di protezione realizzate in passato, rottura dei gabbioni ed inoltre un importante trasporto di materiali alluvionali grossolani.

Nell'alveo sono inoltre presenti grossi blocchi e pietrame di grosse dimensioni derivati proprio dal cedimento e svuotamento dei gabbioni precedentemente realizzati. In definitiva gli elementi morfologici (compresi quindi quelli di natura antropica oltre che naturali) che interferiscono con le opere sono prevalentemente legati all'evoluzione del territorio a seguito delle modifiche antropiche apportate al reticolo idrografico superficiale e all'assetto viario.

Intervento S.P. 17



Figure 8: ponte ed alveo sulla S.P. 17

Il corso d'acqua presenta una leggera ondulazione verso Sud e l'opera di attraversamento interseca il medesimo in curvatura e specie la sponda in destra idrografica (ma anche l'intero alveo) appare marcatamente erosa a monte e a valle del ponte (paramenti in cls erosi alla base).

L'alveo è caratterizzato dalla presenza di alluvioni superficiali a blocchi e ciottolose. I processi erosivi sono marcati ed inoltre in certi tratti purtroppo non rilevabili a causa dell'occlusione della vegetazione.

Alberi di alto fusto e una vegetazione arbustiva locale rendono infatti quasi impossibile l'osservazione ravvicinata di dettaglio delle condizioni delle sponde. Da un lato effettuano una protezione delle medesime ma dall'altro capita che gli apparati radicali erosi dalla corrente determinino l'instabilità del fusto che così tende a piegarsi verso l'interno dell'alveo.

L'eventuale caduta ma anche la vegetazione esistente sui bordi che in occasione delle piene viene presa in carico dalla corrente, costituiscono di fatto un elemento di pericolosità aggiuntiva legata all'ostruzione della luce dei ponti. Le opere di protezione esistenti necessitano pertanto di essere sostituite alla luce della vetustà delle stesse e dei danni provocati dagli episodi alluvionali che si sono succeduti nel tempo così come si ritiene indispensabile procedere alla protezione delle opere di fondazione del ponte che sono maggiormente esposte all'azione erosiva delle acque.

Intervento S.P. 15

Anche per il caso in questione, Il corso d'acqua presenta una leggera ondulazione verso Nord e l'opera di attraversamento interseca il medesimo in curvatura e specie la sponda in sinistra idrografica (ma anche l'intero alveo) appare marcatamente erosa a monte e a valle del ponte (paramenti in cls erosi alla base)



Figure 9: tratto di monte dell'attraversamento della S.S. 15 (a sinistra la fotografia attuale e a destra la fotografia presa da Google Earth con un alveo mantenuto che evidenzia la presenza delle opere e del canale in cls)



Figure 10: scalzamento basale della protezione spondale in cls

In alcuni tratti delle sponde, laddove la vegetazione ne consente l'esplorazione, si osservano anche le opere di protezione spondale passate (gabbionate) realizzate con precedenti interventi di sistemazione idraulica. Nella sinistra idrografica, nel tratto a monte, si rinviene anche un canale in cls a sezione trapezoidale che scarica le acque della cunetta stradale e drena le acque dei terreni limitrofi. Le sponde presentano un'altezza plurimetrica ed essendo state incise dalle onde di piena, non si presentano con pendenza uniforme e graduale ma con andamento concavo e locale gradino erosivo che aumenta la pendenza del tratto di monte della scarpata stessa. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di alluvioni superficiali a blocchi e ciottolose. Anche nel caso in questione alberature di alto fusto e una vegetazione arbustiva locale rendono infatti quasi impossibile l'osservazione ravvicinata di dettaglio delle condizioni delle sponde. Da un lato effettuano una protezione delle medesime ma dall'altro capita, anche per il tratto in questione, che gli apparati radicali erosi dalla corrente determinino l'instabilità del fusto che così tende a piegarsi verso l'interno dell'alveo. L'eventuale caduta ma anche la vegetazione esistente sui bordi che in occasione delle piene viene presa in carico dalla corrente, costituiscono di fatto un elemento di pericolosità aggiuntiva legata all'ostruzione della luce dei ponti. Le opere di protezione esistenti necessitano pertanto di essere sostituite alla luce della vetustà delle stesse e dei danni

provocati dagli episodi alluvionali che si sono succeduti nel tempo così come si ritiene indispensabile procedere alla protezione delle opere di fondazione del ponte che sono maggiormente esposte all'azione erosiva delle acque.

Intervento n. 3 – ansa Riu Mannu – loc. Piscu Piu



Figure 11: depositi alluvionali ciottolosi nel Riu Mannu e erosioni spondale a seguito cedimento e svuotamento delle gabbionate che costituivano le vecchie opere di protezione (loc. Piscu Piu)

Nel settore in questione una brusca variazione a 90° dell'andamento del corso d'acqua, per effetto del suo andamento meandriforme, ha determinato una forte erosione dei manufatti che costituivano la protezione spondale realizzata con gli interventi di sistemazione idraulica degli anni 60. Il crollo ed asportazione di gran parte delle opere di protezione spondale rende quindi altamente vulnerabile il settore. La sponda caratterizzata dalla presenza di livelli terrosi superficiali e da livelli alluvionali a grossi blocchi e ciottoli, è quindi marcatamente erosa e determina l'erosione regressiva verso monte. Il tratto di intervento è unicamente quello in destra idrografica in quanto la sponda sinistra necessita unicamente della manutenzione straordinaria legata al taglio della vegetazione arborea ed arbustiva.

3.3 Caratteristiche geopedologiche e di uso del suolo

L'ambiente pedologico del territorio va visto in relazione alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti, ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali. Il settore in argomento si sviluppa su aree caratterizzate da pedotipi sviluppatisi su substrati alluvionali. Le aree a ridosso del corso d'acqua presentano suoli caratterizzati da forte spessore su aree pianeggianti ad utilizzazione colturale (agrumeti).

In particolare si osserva che i suoli si presentano con profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, con tessitura da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili e con idromorfia temporanea, neutri, saturi. Secondo la classificazione U.S.D.A. tali suoli sono ascrivibili ai Typic, Vertic, Aquic E Mollic Xerofluvents, subordinatamente Xerochrepts. Quanto sopra deriva dalle informazioni reperite nella Carta dei Suoli della Sardegna (rilevamento al 1989).

Per ciò che concerne l'uso del suolo si evidenzia che il comparto adiacente al corso d'acqua è caratterizzato da un uso del suolo di tipo colturale con presenza di oliveti nonché frutteti e frutti minori (codice 222). Qualche incongruenza è presente nel file shp dell'uso del suolo del 2008 pubblicato dalla R.A.S. in quanto vasti appezzamenti destinati ad agrumeto

figurano con impianto ad oliveto (codice 223) in corrispondenza del punto di intervento sull'ansa fluviale del Riu Mannu.

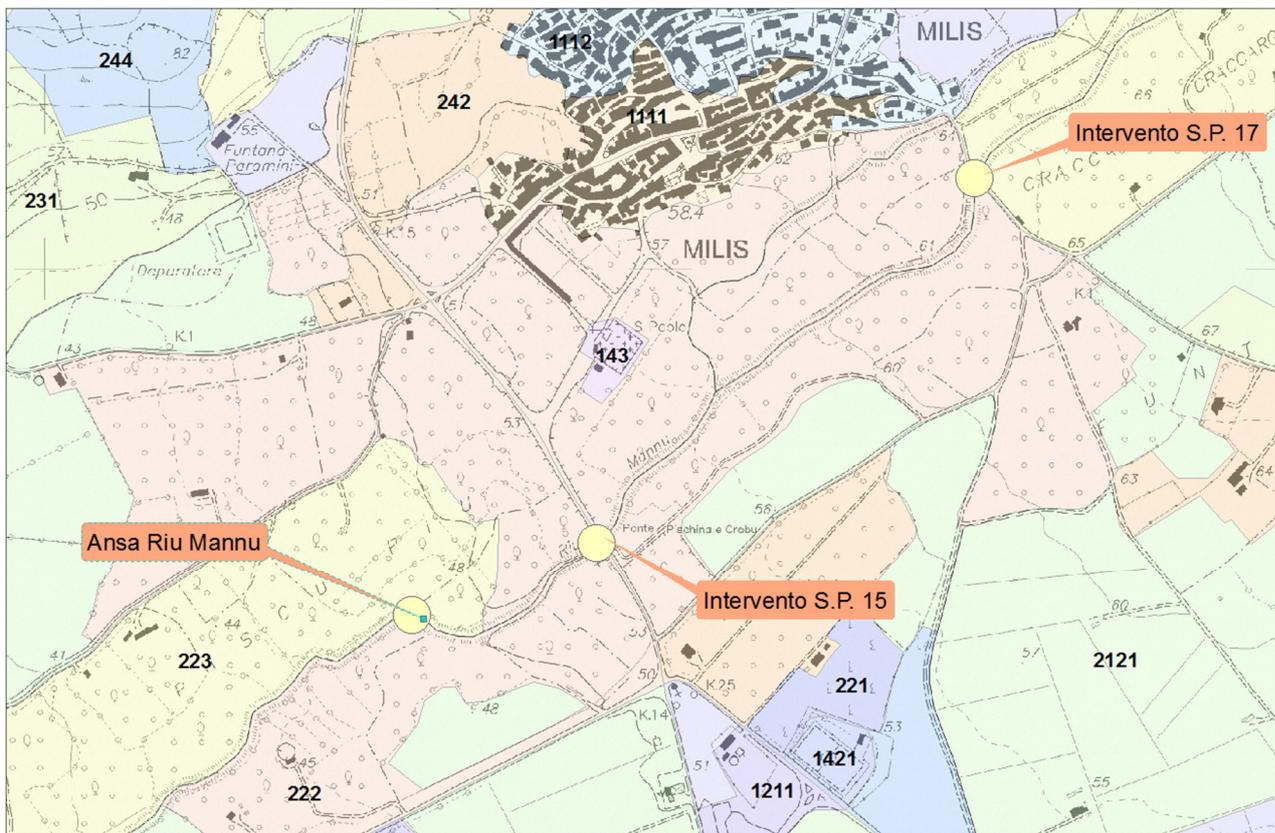


Figure 12: uso del suolo secondo la codifica regionale (anno 2008); il settore a Nord dell'ansa del Riu Mannu oggetto di intervento è in realtà caratterizzato dalla presenza di una vasta area con destinazione ad agrumeto

3.4 Pericolosità idrogeologica

Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Gli ambiti di riferimento del Piano sono i sette Sub-Bacini individuati, all'interno del Bacino Unico Regionale, ognuno dei quali è caratterizzato in generale da una omogeneità geomorfologica, geografica e idrologica: Sulcis, Tirso, Coghinas-Mannu-Temo, Liscia, Posada – Cedrino, Sud-Orientale, Flumendosa-Campidano-Cixerri. Per ciò che concerne la perimetrazione dell'area si osserva che il settore di intervento ricade nel sub-bacino n° 2 del Tirso.

Il settore di Milis è stato dapprima mappato solo parzialmente nel P.A.I. originale (edizione 2006) identificando, come settore a bassa pericolosità idraulica (Hi1), il Riu Mannu e Riu Strampadorzu.

Successivamente c'è stata una riperimetrazione della pericolosità idraulica del settore per effetto dell'entrata in vigore del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (2015) che ha apportato alcune modifiche alla perimetrazione originaria del P.A.I. senza però effettuare alcun tipo di classificazione gravosa di pericolosità idraulica. L'intero settore, in parte incluso già nell'area P.A.I., è stato infatti inserito nella fascia "C" geomorfologica senza che però siano stati eseguiti rilievi specifici di dettaglio atti a suddividere le zone di pericolosità interne alla stessa fascia.

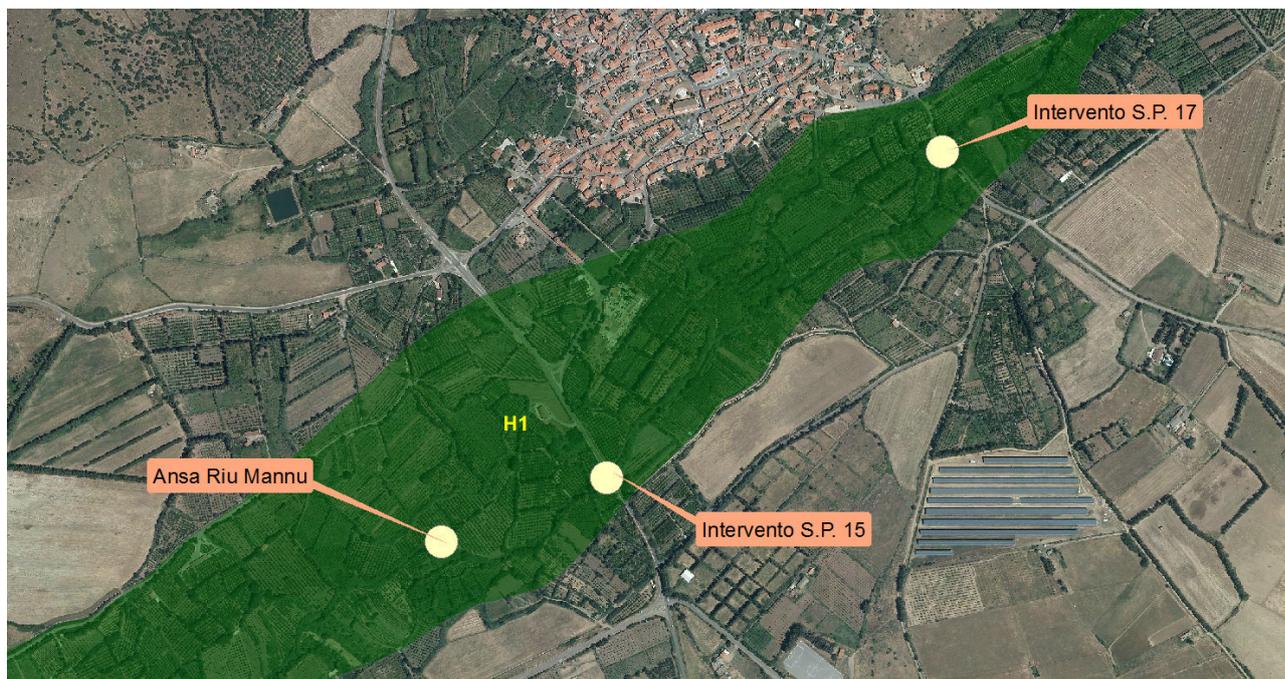


Figure 13: previsioni iniziale del P.A.I. edizione 2006

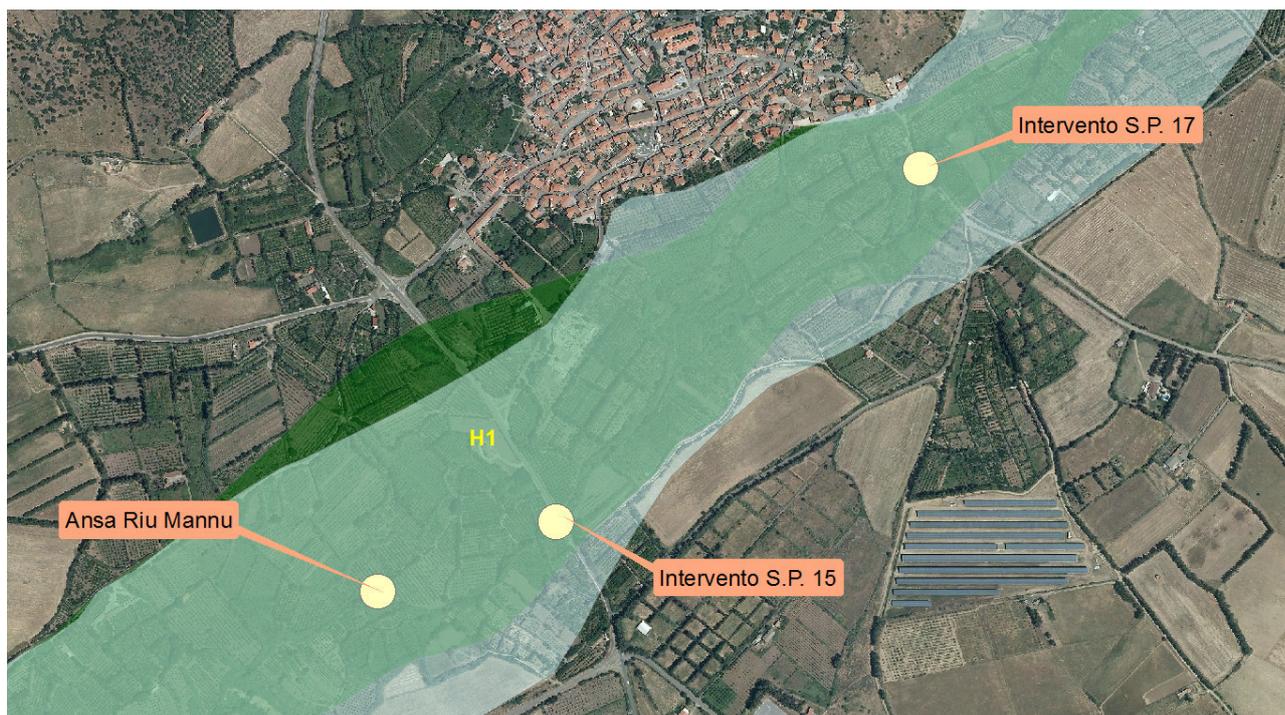


Figure 14: sovrapposizione delle previsioni della fascia "C" del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali e area del P.A.I.

A seguito di tali atti il Comune ha comunque effettuato lo studio di compatibilità geologica geotecnica ed idraulica ex art. 8 c. 2 delle NDA del P.A.I. (pervenendo così ad una ripermimetrazione delle aree), che al momento è in fase istruttoria e pertanto non è giunto all'approvazione dell'Autorità di Bacino.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Sardegna (PGRA), approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016, ha riportato la situazione di pericolosità idraulica e di frana per il territorio in questione, con aggiornamento delle mappe (pdf pubblicate sul sito dell'Autorità di Bacino) al mese di Dicembre del 2014. Il quadro attuale di pericolosità e rischio idraulico, è riportato con l'identificazione delle perimetrazioni tramite i file shp pubblicati sul sito dell'Autorità. Infatti, con la Deliberazione del Comitato