

# **E DI BALLAO**

*- PROVINCIA DI CAGLIARI -*

***- PROGETTO DEFINITIVO -***

***DEMOLIZIONE PONTE SULLA STRADA PROVINCIALE N. 22,  
BALLAO ó ESCALAPLANO E COSTRUZIONE VIADOTTO.***

***(P.O.R. 2000-2006 ó MISURA 1.3 ó DIFESA DEL SUOLO)***

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
(S.I.A.)**

**(All. A2 D.G.R. 23/24 del 23 Aprile 2008)**

**PREMESSA**

pag. 1

**CAPITOLO I : QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO**

- 1.1. Breve descrizione delle opere in progetto, finalità e motivazioni strategiche dell'intervento proposto pag. 5
- 1.2. Inquadramento normativo della proposta progettuale pag. 9
- 1.3. Conclusioni pag. 15

**CAPITOLO II : QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

- 2.1. Localizzazione e motivazioni per la realizzazione dell'opera
- 2.1.1 Localizzazione dell'intervento pag. 16
- 2.1.2 Motivazione dell'intervento pag. 18
- 2.1.3. *Caratteristiche tecnologiche e dimensionali dell'intervento; descrizioni delle soluzioni tecniche prescelte e dei relativi materiali utilizzati* pag. 20
- 2.1.4. *Materiali e tecniche utilizzate per attutire l'impatto delle opere* pag. 25
- 2.2. Esigenze di utilizzazione del suolo e delle altre risorse durante le fasi di costruzione e di esercizio
- 2.2.1. *Gli scavi* pag. 29
- 2.2.2. *Produzione di rifiuti* pag. 30
- 2.3. Inquinamento, disturbi ambientali e tecnologie disponibili, per ridurre le emissioni di inquinanti, minimizzando altresì le fonti di impatto pag. 30
- 2.4. Le ipotesi alternative di realizzazione del progetto
- 2.4.1. *Ipotesi 0 o do nothing: "non realizzazione del progetto"* pag. 31
- 2.5. Descrizione delle eventuali condizioni di rischio con riferimento alle fasi di costruzione, esercizio e manutenzione dell'opera pag. 32
- 2.6. Simulazione dell'impatto paesistico pag. 32

3.1. Inquadramento geografico	pag. 37
3.2. Inquadramento climatico e bioclimatico	pag. 38
3.2.1. <i>Inquadramento climatico</i>	pag. 38
3.2.2. <i>Pluviometria</i>	pag. 39
3.2.3. <i>Termometria</i>	pag. 40
3.2.4. <i>Evapotraspirazione</i>	pag. 40
3.2.5. <i>Inquadramento bioclimatico</i>	pag. 42
3.2.6. <i>Class.azione bioclimatica di Pavari e Rivas-Martinez</i>	pag. 44
3.3. Inquadramento pedologico	pag. 49
3.3.1. <i>Approccio metodologico per la descrizione delle caratteristiche pedologiche dell'area di studio</i>	pag. 49
3.3.2. <i>Descrizione delle Unità Pedologiche presenti nell'area di studio</i>	pag. 50
3.4. Descrizione della Vegetazione	pag. 56
3.4.1 <i>Descrizione della Metodologia di indagine</i>	pag. 56
3.5. Fauna	pag. 60
3.5.1. <i>Rilevanza ambientale</i>	pag. 60
3.5.2. <i>Dati disponibili e fonti consultate</i>	pag. 60
3.5.3. <i>Diversità faunistica</i>	pag. 60
3.6 Inquadramento socio-economico	pag. 64
3.6.1. <i>Premessa</i>	pag. 64
3.6.2 <i>Popolazione</i>	pag. 64
3.6.3. <i>Occupazione</i>	pag. 66
3.6.4 <i>Movimento demografico</i>	pag. 67
3.6.5 <i>Conclusioni</i>	pag. 69

4.1. Premessa	pag. 70
4.2. Identificazione degli scenari e delle azioni connesse alla realizzazione del progetto impatti	pag. 70
4.2.1. <i>Identificazione delle componenti ambientali</i>	pag. 75
4.3. Metodologie utilizzate per l'identificazione degli impatti	pag . 76
4.3.1. <i>Le Check-List</i>	pag. 78
4.3.2. <i>Il modello Matriciale</i>	pag. 86
4.4. Impatti in fase di realizzazione ed esercizio delle opere in progetto	pag. 90
4.4.1. <i>Componenti abiotiche</i>	pag. 90
4.4.2. <i>Componenti biotiche</i>	pag. 98
4.4.3. <i>Altre componenti</i>	pag. 101
4.4.4. <i>Conclusioni</i>	pag. 104
4.5. Misure di mitigazione	pag. 105
4.5.1. <i>Premessa</i>	pag. 105
4.5.2. <i>Interventi di mitigazione preventivi</i>	pag. 105

## **BIBLIOGRAFIA**

lio di Impatto Ambientale relativo all'esecuzione delle

opere: **Demolizione ponte sulla strada provinciale n. 22 Ballao ó Escalaplano e costruzione viadotto**, redatto dagli Ingg. Orgiana e Chessa e dal gruppo di lavoro relativo.

Il progetto ha seguito l'iter procedurale previsto dalla normativa vigente nell'ambito della Valutazione di Impatto Ambientale i cui riferimenti principali sono di seguito elencati:

**Decreto Presidente della Repubblica 12 aprile 1996** - Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della L. 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di Valutazione di Impatto Ambientale;

**Deliberazione della Giunta Regionale 2 agosto 1999, n. 36/39** - Procedure per l'attuazione dell'art. 31 della Legge Regionale 18 gennaio 1999, n. 1 recante Norma transitoria in materia di Valutazione di Impatto Ambientale;

**Legge Regionale 29 aprile 2003, n.3** che estende ai progetti compresi nell'allegato B della Delibera di Giunta n.36/39 del 02/08/99 e ricadenti nei proposti Siti di Interesse Comunitario l'obbligo di assoggettazione alla procedura di V.I.A. regionale.

**Decreto Presidente della Repubblica 12 aprile 1996** - Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della L. 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di Valutazione di Impatto Ambientale;

**Deliberazione della Giunta Regionale 2 agosto 1999, n. 36/39** - Procedure per l'attuazione dell'art. 31 della Legge Regionale 18 gennaio 1999, n. 1 recante Norma transitoria in materia di Valutazione di Impatto Ambientale;

**Direttiva del Consiglio 85/337/CEE del 27/giugno 1985** ó Valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati;

**Direttiva del Consiglio 97/11/CEE del 03/Marzo 1997** ó che modifica la **Direttiva 85/337/CEE** - Valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati;

**D.Lgs. 152/2006 e S.M.I.**

**Delibera della Giunta regionale n° 30/16 del 20/luglio/2004** - Modifica della deliberazione della Giunta 2 agosto 1999, n° 36/39. Procedure per l'attuazione dell'art. 31 della L.R. 18 gennaio 1999 n° 1 e successive modifiche e integrazioni, recante "Norma transitoria in materia di valutazione di impatto Ambientale" Revoca della Delibera. G.R. n° 28/27 del 16 giugno 2004;

**Delibera della Giunta regionale n° 24/23 del 23/aprile/2008** - Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica.

ativa, in data 15/11/2007 n°4550 il comune di Ballao  
.V.I.A. (Servizio Sistema Informativo Ambientale,  
Valutazione Impatto Ambientale) della Regione Autonoma della Sardegna, la richiesta di  
attivazione della Procedura di Verifica per l'intervento oggetto del presente studio (richiesta  
assunta al protocollo Assessoriale n° 0040063 del 20/10/2007).

Con la delibera della G.R. n. 44/4, trasmessa dal S.I.V.I.A. in data 06/08/2008 è stato  
comunicato al Comune di Ballao che l'intervento in oggetto deve essere assoggettato alla  
procedura di valutazione di impatto ambientale regionale ai sensi dell'Art 3 allegato A, della  
D.G.R. 23/24 del 23 aprile 2008.

In ottemperanza a quanto richiesto, il presente Studio di Impatto Ambientale si pone  
dunque le seguenti finalità:

- la descrizione della situazione ambientale dell'area interessata dalle opere in progetto;
- l'analisi delle possibili interferenze delle medesime con il sistema ambientale  
interessato;
- stabilire la compatibilità delle modificazioni indotte dall'intervento proposto, con gli  
usi attuali, previsti e potenziali, e con il mantenimento degli equilibri del corpo idrico  
e delle altre componenti ambientali;
- la predisposizione di soluzioni progettuali utili a minimizzare l'entità dei prevedibili  
impatti negativi o a compensare quelli, che pur necessari, richiedono interventi in  
grado di ridurre fortemente sia gli impatti temporanei, dovuti alle fasi di cantiere, sia  
gli impatti permanenti, dovuti alla stabile presenza delle opere previste ed alle  
conseguenti modifiche del territorio e degli elementi che lo caratterizzano.

Gli effetti potenzialmente significativi del progetto sono stati considerati tenendo conto in  
particolare:

1. della natura dell'impatto (positivo o negativo);
2. della estensione dell'impatto (puntuale o estesa);
3. del tempo di persistenza dell'impatto (temporaneo o duraturo);
4. della reversibilità o irreversibilità dell'impatto.

Il rapporto è stato elaborato seguendo le linee guida per la redazione degli Studi di Impatto  
Ambientale previsti dalla normativa:

- Nazionale (artt. 3, 4 e 5 del .P.C.M. 27 dicembre 1988 "tecniche per la redazione degli  
Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità ambientale  
di cui all'art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M.

mpimento di quanto disposto dall'allegato C. del .P.R. e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della L. 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di Valutazione di Impatto Ambientale e così come modificato dal D.P.C.M. 3 settembre 1999 di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della L. 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di Valutazione di Impatto Ambientale e così come integrato dal D.P.C.M. 1 settembre 2000 ed integrazioni del D.P.C.M. 3 settembre 1999, per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della L. 22 febbraio 1994, n. 146 disposizioni in materia di Valutazione di Impatto Ambientale)

- Regionale (allegato 2 della Giunta Regionale 2 agosto 1999, n. 36/39 per l'attuazione dell'art. 31 della L.R. 18 gennaio 1999, n. 1 recante Norma transitoria in materia di Valutazione di Impatto Ambientale). Delibera della Giunta regionale n° 30/16 del 20/luglio/2004 - Modifica della deliberazione della Giunta 2 agosto 1999, n° 36/39. Procedure per l'attuazione dell'art. 31 della L.R. 18 gennaio 1999 n° 1 e successive modifiche e integrazioni, recante "Norma transitoria in materia di valutazione di impatto Ambientale" Revoca della Delibera. G.R. n° 28/27 del 16 giugno 2004; Delibera della Giunta regionale n° 24/23 del 23/aprile/2008 - Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica.

In ottemperanza a quanto prescritto dalla normativa vigente, lo Studio ha dunque seguito i tre Quadri di Riferimento previsti: **Programmatico, Progettuale e Ambientale.**

**Nell'ambito di Riferimento Programmatico** sono state descritte le relazioni tra le opere in progetto e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale, nonché la conformità dell'intervento con i dispositivi legislativi vigenti.

**Per quanto concerne il di Riferimento Progettuale** sono state analizzate le caratteristiche delle opere in progetto, illustrando le motivazioni tecniche che hanno portato alla scelta progettuale adottata rispetto alle alternative di intervento considerate. Sono state inoltre descritte le misure e gli interventi, che il proponente ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento dell'opera nell'ambiente.

**Nell'ambito del quadro di riferimento Ambientale** sono stati descritti e analizzati gli ambiti territoriali ed i sistemi ambientali interessati delle opere in progetto, al fine di individuare e descrivere i cambiamenti indotti dalla realizzazione delle stesse. Sono stati individuati gli effetti sia diretti che indiretti sulle unità di paesaggio interessate dal progetto,

sito e più vasta, svolta nell'area circostante il sito.

Lo studio delle caratteristiche ambientali nell'area di influenza del progetto, descritti nel Quadro di Riferimento Ambientale, sono stati valutati i potenziali impatti negativi e positivi sulle diverse componenti del sistema ambientale. Questi sono stati verificati sia in fase di cantiere, ovvero di realizzazione delle strutture in progetto, sia in fase di funzionamento, ovvero a conclusione degli interventi, e comparati con le ipotesi di scenari alternativi, compreso quello della non realizzazione del progetto.

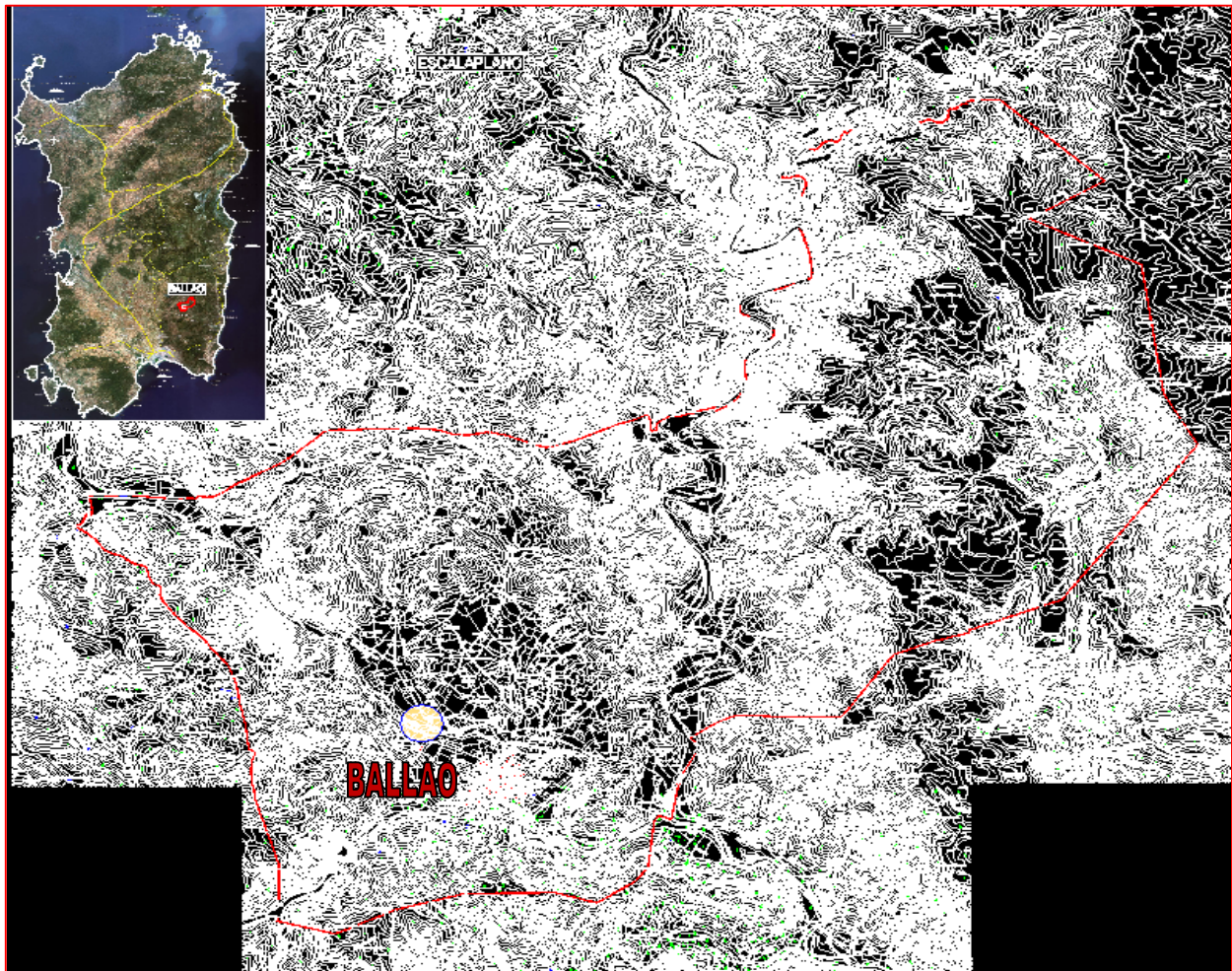
## LENTO PROGRAMMATICO

### OPERE IN PROGETTO, FINALITÀ E MOTIVAZIONI

#### STRATEGICHE DELL'INTERVENTO PROPOSTO

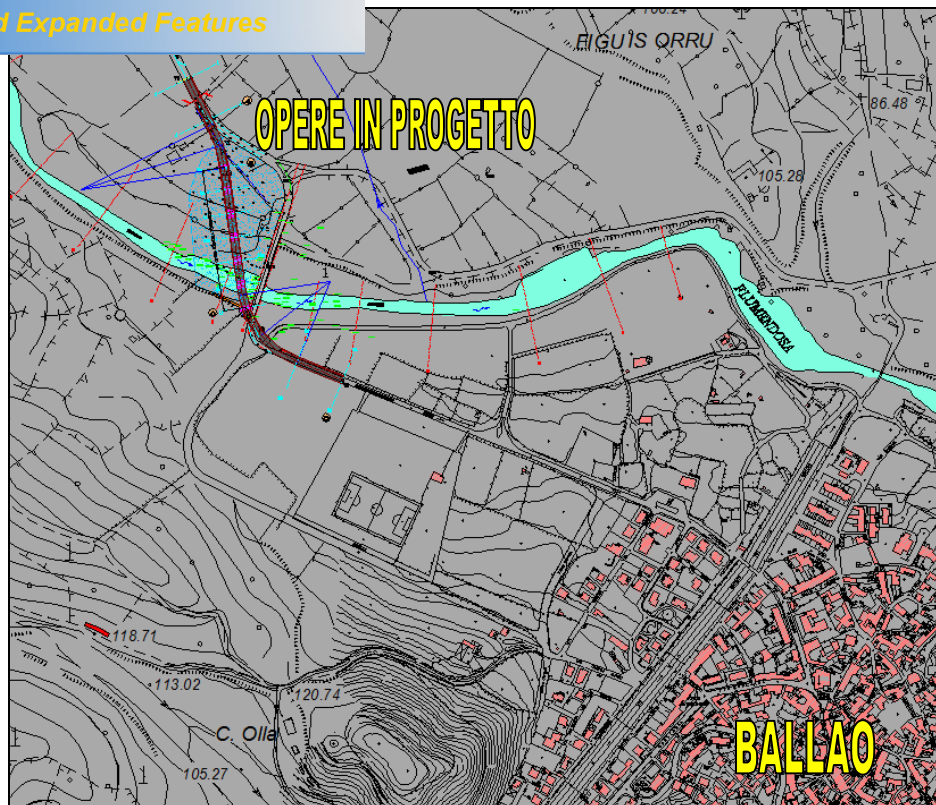
Come accennato in premessa e come meglio descritto nel Quadro di Riferimento Progettuale, l'intervento oggetto di questo studio interessa il tratto del flumendosa a Nord-Ovest dell'abitato di Ballao in località Is Iscas.

Localizzazione geografica dell'area di studio.



L'area su cui viene proposta la realizzazione dell'opera è inquadrata cartograficamente come segue: Tav. n. 541 D1-D2; 548 A4 e 549 A1-A2-B1 della carta tecnica della R.A.S., in scala 1:10.000.

nimetria di progetto.



Il comune di Ballao fa parte della provincia di Cagliari; è inserito nella Comunità Montana (C.M.) n° XXI del Sarrabus/Gerrei di Villasalto, esattamente nella sub-area geografica del Gerrei.

Il territorio comunale è situato nella zona sud/orientale della Sardegna, nella regione geografica del Sarrabus/Gerrei; esso si snoda lungo il percorso parziale del rio Flumendosa e dei suoi affluenti.

I confini amministrativi della perimetrazione comunale sono i seguenti:

- a Nord: comune di Escalaplano e comune di Perdasdefogu ;
- ad Est: comune di Villaputzu ;
- ad Sud: comune di Armungia e comune di San Nicolò Gerrei;
- ad Ovest: comune di Silius e comune di Goni.

La superficie complessiva è di circa 46,68 km<sup>2</sup> ed è inquadrata nelle

del territorio è la presenza del corso d'acqua più importante della Sardegna, che sviluppa parte del suo percorso nel territorio amministrativo di Ballao per ben oltre 9 Km. di alveo;

Il rio Flumendosa lambisce anche l'abitato di Ballao, mentre l'affluente rio Bintinoi lo attraversa da Sud verso Nord.

**Gli obiettivi di questo progetto sono:**

migliorare il livello di competitività territoriale e garantire un adeguato livello di sicurezza fisica delle funzioni insediative, produttive, turistiche ed infrastrutturali esistenti. Il tutto attraverso la realizzazione di un sistema viario efficiente e di una pianificazione territoriale compatibile con la tutela delle risorse naturali.

Riguardo gli interventi in progetto proposti, sono dettati dalla necessità di ridurre il rischio R4 generato dal ponte esistente sul Fiume Flumendosa, che non è in grado di far defluire la portata di piena.

Per ovviare al problema si rende necessario demolirlo e realizzare una nuova opera in grado di consentire il deflusso della portata di piena.

In questo modo si riduce anche il rischio di inondazione del tratto di strada della S.P.22 dopo il ponte da Ballao verso Escalaplano.

Attualmente in caso di piena, il rigurgito determina la sommersione del ponte e della S.P.22 per un tratto di circa 500 mt ed anche di un tratto di strada comunale segnato nelle planimetrie PAI a Rischio R3.

Si sottolinea che nel periodo estivo il traffico sulla S.P. 22 è dell'ordine di oltre 150 veicoli ora; nelle ore di punta questi veicoli aumentano e sfiorano anche i 200.

Si vuole intervenire con la demolizione del ponte esistente sulla strada Provinciale n° 22 e con la costruzione di un nuovo viadotto che garantisca il deflusso della portata di piena e riduca così il rischio da R4 a R2.

Il viadotto comporta una leggera variazione del tracciato stradale derivante dall'aumento

dalla diversa inclinazione rispetto al ponte attuale sul  
viabilità più che sul tracciato inciderà sulla variazione  
di quota in prossimità del viadotto.

Il viadotto sarà realizzato in cls precompresso su pile ancora in cls.

Si è data particolare importanza nella progettazione, alla riduzione dell'impatto ambientale.

Si sono adottate soluzioni che permettono di ridurre i tempi di esecuzione dell'opera.

Si è cercato di ottimizzare l'opera dal punto di vista dei costi di manutenzione.

Si è curata la definizione progettuale e l'organizzazione dei lavori riguardo all'intero intervento.

Il ponte è di categoria 1<sup>^</sup>, ha asse obliquo rispetto al corso d'acqua, si sviluppa per una lunghezza di 198 metri, è costituito da n° 6 campate da 33 mt; n. 5 pile del tipo a colonna unica centrale al pulvino, la colonna è circolare  $D = 2.50$  mt; impalcato del tipo a campate semplicemente appoggiate alle estremità. Ogni campata è costituita da n. 5 travi a I  $h=1.50$  in C.A.P. e piastra in c.a.  $h=24$  cm gettata in opera.

Le fondazioni delle pile saranno costituite da piastre rettangolari gradinate con dimensioni orientativamente di  $12.30 \times 4.60$ .

Le fondazioni saranno dimensionate sulla base dei dati scaturiti dalla relazione geologica e geotecnica.

L'opera si completa con:

- Il ripristino della viabilità comprensivo della bitumazione;
- Il posizionamento di barriere metalliche a bordo ponte con protezione in rete;
- La realizzazione della segnaletica stradale;
- La pavimentazione dei marciapiedi laterali, eseguita con pietrini di cemento;
- La formazione di rilevato stradale.

## LA PROPOSTA PROGETTUALE

to relativo alla Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, la proposta progettuale ricadeva nell'art. B, punto 7, lettera O del .P.R. 12 aprile 1996, come modificato e integrato dal .P.C.M. 3 settembre 1999 dal .P.C.M. 1 settembre 2000: «di regolazione del corso di fiumi e torrenti, canalizzazione e interventi di bonifica ed altri simili destinati ad incidere sul regime delle acque, compresi quelli di estrazione di materiali litoidi del demanio fluviale e lacuale»

**La stessa proposta progettuale rientra alla lettera m del punto 7 dell'allegato B1 tra i progetti da sottoporre alla verifica di assoggettabilità. Per il progetto in esame è stato disposto l'assoggettabilità alla procedura di v.i.a. secondo il disposto della D.G.R. 23/24 del 23/04/08.**

Dal punto di vista degli indirizzi di pianificazione locale nel Comune di Ballao è vigente il Piano Urbanistico Comunale. L'area ricade in zona "E" Agricola.

Il Piano urbanistico Comunale (P.U.C.) del Comune di Ballao, considera la totalità del territorio comunale ed indica:

- l'uso del suolo per l'intero territorio comunale;
- la tutela e la valorizzazione dei beni culturali, storici, ambientali e paesistici;
- l'utilizzazione e la trasformazione degli immobili pubblici e privati esistenti;
- la caratterizzazione quantitativa, funzionale e speciale delle aree destinate alla residenza, all'industria, al commercio, alle attività direzionali, culturali e ricreative;
- la qualificazione e la localizzazione delle attrezzature pubbliche a livello di quartiere ed urbano;
- il tracciato e le caratteristiche tecniche della rete infrastrutturale territoriale ed urbana;
- i principali impianti e servizi tecnologici urbani.

Il P.U.C in questione, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale, è costituito dai seguenti elaborati:

- A) Relazione Tecnica Illustrativa ;
- B) Norme Tecniche di Attuazione ;

alle Carte Tematiche ;

E) Relazione sulla Valutazione dell'Occorrenza dello Studio di Compatibilità  
Paesistico Ambientale ;

Tavole :

- 1) Stralcio P.T.P. n° 13 ;
- 2) Zonizzazione previgente P.d.F. ;
- 3) Vincoli e Gestioni ;
- 4) Vincoli Idrogeologici ;
- 5) Vincoli LL. 1497/39 e 431/85 da P.T.P. , e vincoli L. 431/85 per aree boscate e corsi  
d'acqua ;
- 6) Vincoli Archeologici e Storici ;
- 7) Peculiarità sul Territorio : miniera Corti Rosas , discarica comunale dismessa Genna e  
Urci, Areali di rischio geologico e più ;
- 8) Acclività sul Territorio ;
- 9) Carta delle Quote Altimetriche ;
- 10) Copertura ed Uso dei Suoli ;
- 11) Aree Suscettibili di Uso Irriguo ;
- 12) Suoli Agrari , Potenzialità d'Uso e Capacità Produttive ;
- 13) Carta Unità Idrogeologiche ed Emergenze Idriche ;
- 14) Bacini Idrografici ed Invasi ;
- 15) Viabilità ed Infrastrutture sul Territorio ;
- 16) Carta Morfologica e Relative Valenze ;
- 17) Carta Geologica ;
- 18) Caratteristiche Geologiche/Tecniche dell'Area Urbana e Zone Contermini ;
- 19) Rilievo Aerofoto Stato di Fatto con Infrastrutture Urbane ;
- 20a) Rilievo Consistenza Edilizia Zone Omogenee A e B1 ;
- 20b) Rilievo Consistenza Edilizia Zone Omogenee B2 e Peep ;
- 21) Zonizzazione Urbana ;
- 22) Zonizzazione Urbana riferita al Catastale ;
- 23) Raffronto zonizzazioni previgente P.d.F. e nuovo P.U.C. ;
- 24) Sottozonizzazioni Agricole riferite agli Ambiti di P.T.P. ;
- 25) Zonizzazioni Extraurbane .

area interessata dall'intervento è classificata come zona

Le opere in progetto risultano conformi alle prescrizioni **del Piano Urbanistico Comunale.**

Gli interventi sono conformi alle prescrizioni contenute nel **Programma Operativo Regionale P.O.R. della Regione Sardegna** all'interno della **Misura 1.3** (difesa del suolo).

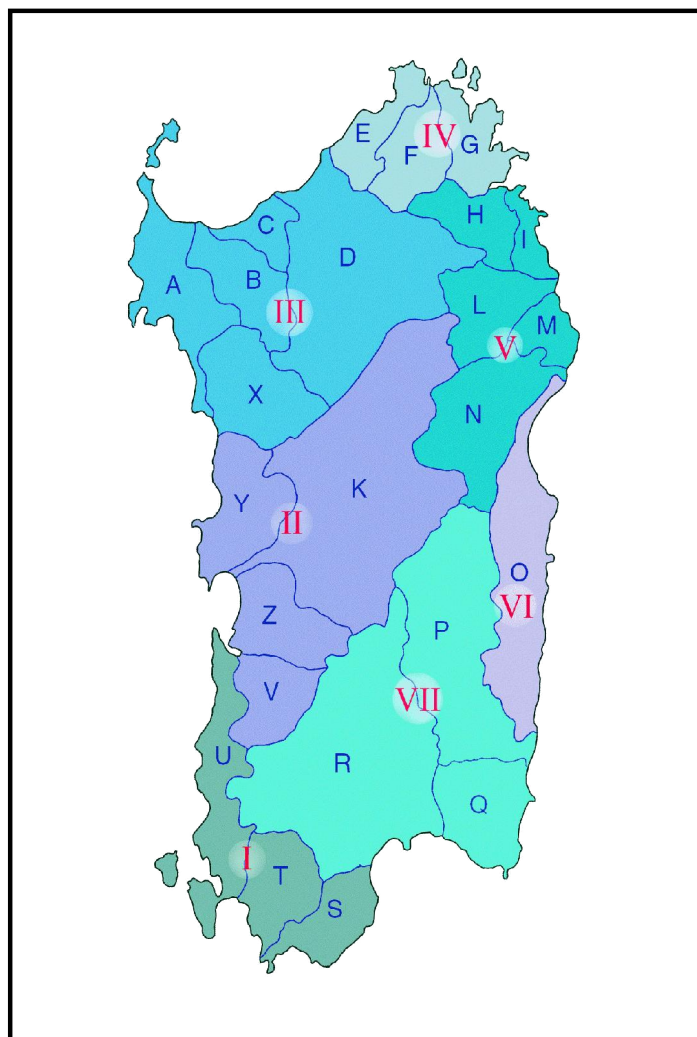
Sono finalizzate a creare una situazione di generale sicurezza dei sistemi naturali e insediativi, ad evitare danni economici conseguenti ai fenomeni di dissesto, a garantire la salvaguardia dell'ambiente e la conservazione della biodiversità.

### **Riferimenti normativi relativi alla conformità del progetto in materia di Dissesto Idrogeologico**

Secondo quanto prescritto dalla **Legge Regionale 17 ottobre 1997 n. 29** che rappresenta lo strumento attuativo della **Legge 5 gennaio 1994, n.36** *Disposizioni in materia di risorse idriche* (meglio conosciuta come *Legge Galliö*), con Delibera del 30 ottobre 1990, n. 45/52, la Giunta Regionale ha definito il territorio regionale come unico Ambito Territoriale Ottimale (A.T.O.) nonché unico Bacino Idrografico ai sensi della Legge 18 maggio 1989 n. 183

Il Rio Flumendosa, nel tratto interessato dall'intervento Si colloca nel **SUB BACINO SUD ORIENTALE, VII ó Q.**

AREA DI INTERVENTO ALL'INTERNO DEL SUB-BACINO



<b>II</b>	<b>SUB-BACINO DEL SULCIS</b>	<b>V</b>	<b>SUB-BACINO DEL POSADA, CEDRINO</b>
<b>II</b>	<b>SUB-BACINO DEL TIRSO</b>	<b>VI</b>	<b>SUB-BACINO DELL'OGLIASTRA SUD ORIENTALE</b>
<b>III</b>	<b>SUB-BACINO DEL COGHINAS TEMO, MANNU DI PORTO TORRES</b>	<b>VII</b>	<b>SUB-BACINO DEL FLUMENDOSA, CAMPIDANO, CIXERRI</b>
<b>IV</b>	<b>SUB-BACINO DEL LISCIA</b>		

Relativamente alla conformità del progetto con la normativa di riferimento in materia di protezione dal dissesto idrogeologico, gli interventi proposti ricadono in un'area sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del Regio Decreto 30 dicembre 1923, n. 3267 òe riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani.

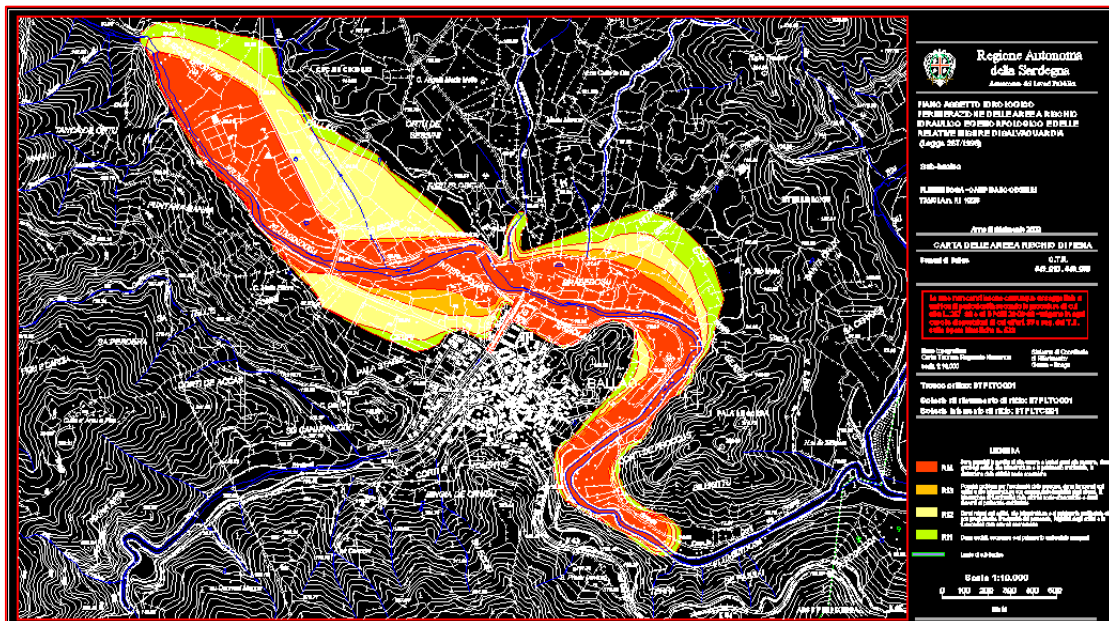
sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme previste dalla medesima legge, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque».

Il progetto risulta inoltre conforme alle disposizioni previste dal Decreto Interassessoriale della Regione Sardegna 11 agosto 2000, n. 548 *«Esecutività deliberazione Giunta Regionale del 29 ottobre 1999 n. 41/32 concernente il Piano straordinario di cui all'art. 1 bis Decreto Legge 11 giugno 1998, n. 180: Individuazione, perimetrazione e misure di salvaguardia delle aree a rischio idrogeologico»* (e successive modifiche ed integrazioni).

Come evidenziato nella Tabella precedente, il Rio Flumendosa rientra nell'elenco dei corsi d'acqua a rischio idraulico molto elevato.

La porzione di territorio interessata dall'intervento oggetto del presente studio, come precedentemente descritto, rientra nel sub-bacino idrografico del flumendosa, campidano, Cixerri, ed in particolare per quanto concerne il rischio da esondazione, il tratto del Rio ricade in:

**Classe di Rischio R4 (Aree a rischio molto elevato);**



olto elevato: per le quali sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.

Tipologia\_R3>R3Aree a rischio elevato: per le quali sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

Tipologia\_R2\_R1>R2Aree a rischio medio: per le quali 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.

Tipologia\_R2\_R1>R1Aree a rischio moderato: per le quali i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.<Tipologia\_R2\_R1>

Per ognuna di queste classi il P.A.I. prevede specifiche misure di salvaguardia del territorio in cui vengono indicate le tipologie di interventi da realizzare per la mitigazione o rimozione dello stato di pericolosità, e consentire l'individuazione, la programmazione e la progettazione preliminare per l'eventuale finanziamento degli interventi strutturali e non strutturali di mitigazione del rischio (compresa l'apposizione di vincoli definiti all'utilizzazione territoriale, comprese le indicazioni delle eventuali, necessarie delocalizzazioni di insediamenti).

Per quanto concerne l'iter autorizzativo complementare alla realizzazione dell'intervento, oltre all'attivazione della procedura di V.I.A, risulta indispensabile l'acquisizione di una serie di Autorizzazioni, Nulla Osta e Concessioni riportate nell'elenco della Tabella seguente, la cui richiesta è già stata inoltrata.

- **R.A.S. LL.PP.**
- **R.A.S. Assessorato Regionale Difesa Ambiente Servizio ispettorato rip.le delle foreste**
- **R.A.S. Assessorato Regionale Lavori Pubblici Servizio del Genio Civile**
- **R.A.S. Assessorato Regionale Pubblica istruzione Ufficio Tutela del paesaggio Aut.Ex. art. 151 del T.U. in materia di beni culturali e ambientali (D.Lgs.n°490 del 29.10.1999 )**
- **E.S.A.F. S.p.a.**
- **Amministrazione Comunale .**

conformità del progetto in relazione alla presenza di aree protette.

2. In relazione alla conformità del progetto con le disposizioni vigenti in materia di beni culturali (Legislativo 29 ottobre 1999 n. 490 «Unico dei Beni Ambientali e Culturali»), si rileva che nell'area interessata dalle opere in progetto non sono presenti eminenze archeologiche o beni culturali tutelati, né interessa porzioni di territorio significativamente boscate, tali da precludere o vincolare la realizzazione delle stesse.

Ad ogni modo, sarà cura del committente richiedere il Nulla Osta della Soprintendenza Archeologica.

### 1.3 CONCLUSIONI

Da quanto detto si può concludere che per quanto concerne l'area interessata dagli interventi in progetto non si rilevano vincoli che possano pregiudicare la realizzazione dell'intervento che risulta dunque conforme agli strumenti legislativi vigenti sia per quanto concerne l'ambito urbanistico, che quello ambientale. Ad ogni modo, al fine di garantire la piena compatibilità degli interventi e la tutela degli habitat e delle specie prioritari presenti nell'area di intervento, devono essere attentamente valutate le ricadute che il progetto proposto potrebbe potenzialmente avere sulle componenti biotiche ed abiotiche che caratterizzano il territorio in esame.

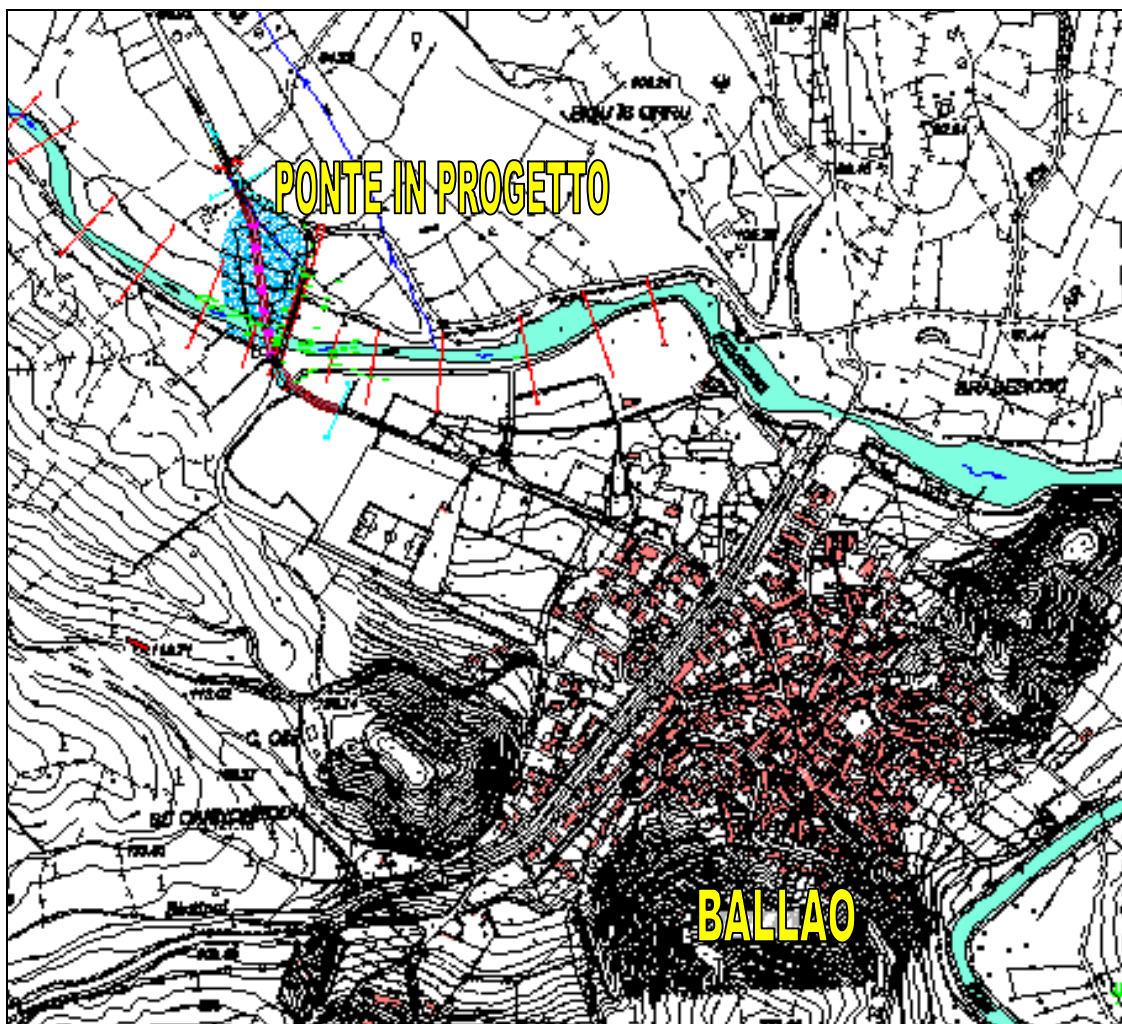
Per questo aspetto si rimanda alla parte dedicata al Quadro Ambientale e all'analisi e valutazione degli effetti del progetto sull'area influenzata dall'intervento.

## AMBITO PROGETTUALE

### 2.1. LOCALIZZAZIONE E MOTIVAZIONI PER LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

#### 2.1.1. Localizzazione dell'intervento

L'intervento oggetto di questo studio coinvolge il corso del rio **Flumendosa** a ridosso dell'abitato di **Ballao**, nella località **Is Iscas**, tratto attraversato dal ponte sulla strada Provinciale n° 22. L'intervento interessa la demolizione del ponte medesimo e la realizzazione di un nuovo viadotto.



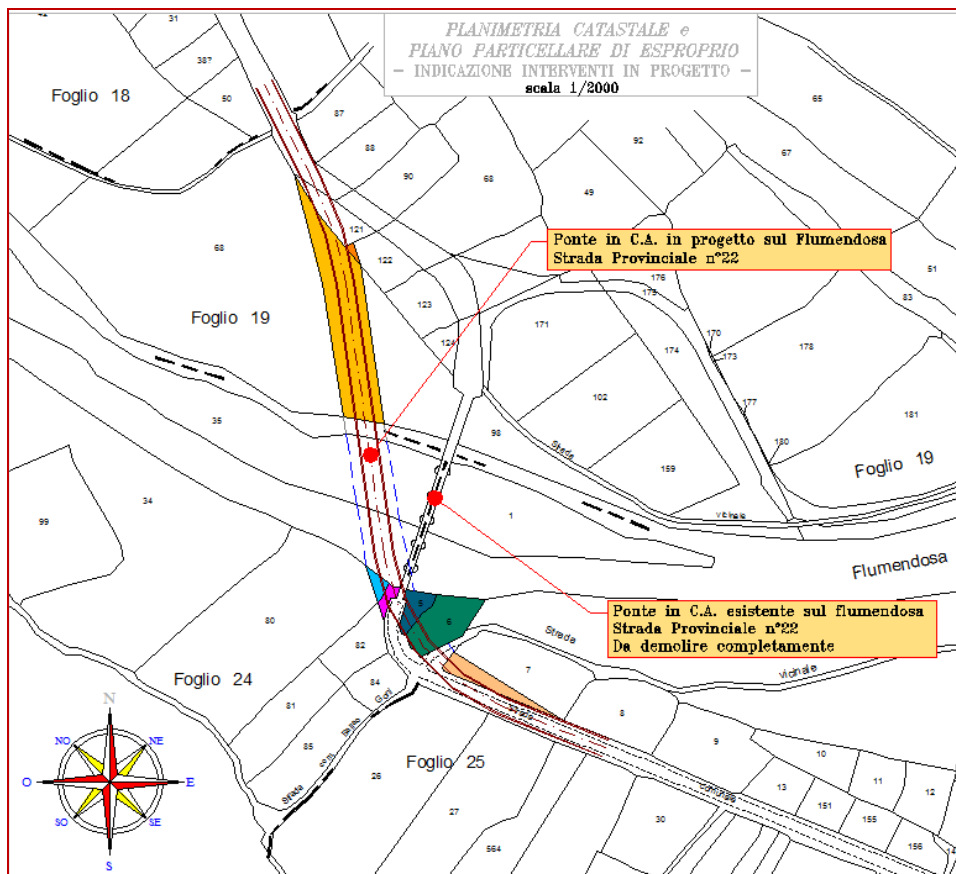
Inquadramento cartografico

quadrata cartograficamente come segue:

- Foglio 219 LANUSEI
- C.T.R. 1:10.000
- 541 D1-D2; 548 A4 e 549 A1-A2-B1

Il territorio interessato ricade in area di proprietà del Comune di Ballao

La realizzazione del viadotto comporta l'esproprio di una superficie di terreno di proprietà privata appartenente al F. 18 mappali 50-38-31-23-22-109-100-87-12-8; F. 19 mappali 68-121; F. 24 mappali 35-80-82; F. 25 mappali 5-6-7-564. La superficie complessiva da espropriare ammonta a 7831,00 mq. (vedasi planimetria catastale in figura n° 2).



Stralcio planimetria catastale

La morfologia del territorio è caratterizzata dall'alternanza di due unità di paesaggio, la prima è costituita dai rilievi montuosi e collinari, la seconda dalle aree pianeggianti di

metriche variano dai 150 m s.l.m. lungo il corso del  
vi che fiancheggiano il rio.

Nell'area, l'elemento antropico più significativo è dato dalle colture agrarie intensive localizzate a ridosso del rio, queste sono distinte in seminativi, frutteti di piccole estensioni, orti all'aperto in pieno campo. Colture estensive, caratterizzate da prato adibito a pascolo.

Altro elemento antropico è rappresentato dalla strada Provinciale n° 22 che attraversa e, per un breve tratto, costeggia il rio Flumendosa.

Inquadramento geografico dell'area di intervento a scala di regione



Il progetto di studio si pone, nasce dall'osservazione degli avvenimenti che negli ultimi anni hanno caratterizzato l'area nella quale si prevede la demolizione e rifacimento del ponte.

Tali avvenimenti sono adducibili alle continue esondazioni del rio che hanno determinato ingenti danni non solo alle infrastrutture presenti (strade di penetrazione agraria, ecc.) ma anche alle attività economiche (campi coltivati, pascoli, frutteti).

Gli interventi in progetto proposti, sono dettati dalla necessità di ridurre il rischio R4 generato dal ponte esistente sul Fiume Flumendosa, che non è in grado di far defluire la portata di piena.

La demolizione e rifacimento del ponte, consente di:

- ✓ Migliorare il livello di competitività territoriale;
- ✓ Garantire un adeguato livello di sicurezza fisica delle funzioni insediative, produttive, turistiche ed infrastrutturali esistenti.

Per la soluzione del problema, la cui causa è adducibile alla presenza del ponte, si rende necessario demolirlo e realizzare una nuova opera in grado di consentire il deflusso della portata di piena.

In questo modo si riduce anche il rischio di inondazione del tratto di strada della Provinciale n° 22 dopo il ponte da Ballao verso Escalaplano.

Attualmente in caso di piena, il rigurgito determina la sommersione del ponte e della S.P.22 per un tratto di circa 500 mt. ed anche di un tratto di strada comunale segnato nelle planimetrie PAI a Rischio R3.

L'intervento progettuale prevede:

**la demolizione del ponte esistente sulla strada Provinciale n° 22 e costruzione di un nuovo viadotto che garantisca il deflusso della portata di piena e riduca così il rischio da R4 a R2.**

## e dimensionali dell'intervento, descrizione delle ivi materiali utilizzati

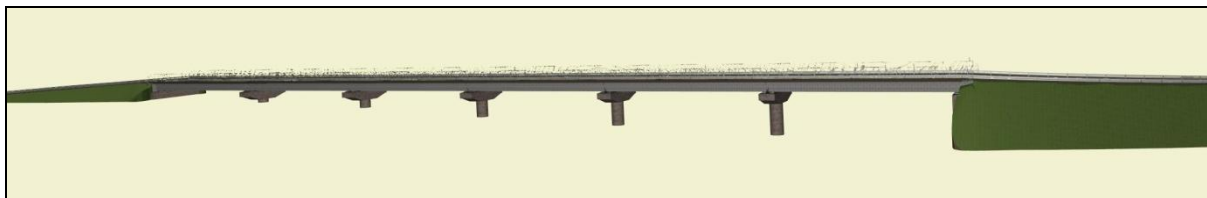
Si è data particolare importanza nella progettazione, alla riduzione dell'impatto ambientale. Si sono adottate soluzioni che permettono di ridurre i tempi di esecuzione dell'opera. Si è cercato di ottimizzare l'opera dal punto di vista dei costi di manutenzione. Si è curata la definizione progettuale e l'organizzazione dei lavori riguardo all'intero intervento.

Il ponte è di categoria 1<sup>a</sup>, ha asse obliquo rispetto al corso d'acqua, si sviluppa per una lunghezza di 198 metri, è costituito da n° 6 campate da 33 mt; n. 5 pile del tipo a colonna unica centrale al pulvino, la colonna è circolare  $D = 2.50$  mt; impalcato del tipo a campate semplicemente appoggiate alle estremità. Ogni campata è costituita da n. 5 travi a I  $h=1.50$  in C.A.P. e piastra in c.a.  $h=24$  cm gettata in opera.

Le fondazioni delle pile saranno costituite da piastre rettangolari gradinate con dimensioni orientativamente di  $12.30 \times 4.60$ .

Le fondazioni saranno dimensionate sulla base dei dati che scaturiranno dalla relazione geologica e geotecnica.

Ipotesi progettuale del ponte sulla S. Prov. N° 22



L'opera si completa con:

- Il ripristino della viabilità comprensivo della bitumazione;
- Il posizionamento di barriere metalliche a bordo ponte con protezione in rete;
- La realizzazione della segnaletica stradale;
- La pavimentazione dei marciapiedi laterali, eseguita con pietrini di cemento;
- La formazione di rilevato stradale.
- Impiego di tecniche di ingegneria naturalistica per la mitigazione, ove possibile, dell'intervento e favorire un rapido inserimento ambientale delle modificazioni.

L'adozione delle tecniche di Ingegneria Naturalistica, permette di conseguire un obiettivo di tipo naturalistico, in quanto non viene realizzata una semplice copertura a verde ma un

cosistema paranaturale mediante impiego di specie

L'impiego delle tecniche di ingegneria permette di ottenere una funzione paesaggistica immediata, in quanto si realizza la "ricucitura" dell'opera al paesaggio naturale circostante.

L'adozione delle tecniche naturalistiche, implica l'esame delle caratteristiche topoclimatiche e microclimatiche dell'area d'intervento:

- l'analisi del substrato pedologico con riferimento alle caratteristiche chimiche, fisiche ed idrologiche del suolo in funzione degli ammendanti e correttivi da impiegare; l'esame delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche;
- la base conoscitiva, floristica e fitosociologica con particolare riferimento alle serie dinamiche dell'ecosistema interessato per l'efficace utilizzo delle caratteristiche biotiche di ogni singola specie;
- l'accurata selezione delle specie vegetali da impiegare con particolare riferimento a: specie arbustive ed arboree da vivaio, talee, zolle erbose da trapianto, utilizzo di stoloni o rizomi.

Verranno impiegate specie autoctone derivate da materiale di propagazione locale.

Gli interventi di ingegneria naturalistica infatti rientrano nel filone degli interventi di mitigazione che fanno ormai parte integrante delle progettazioni infrastrutturali e del territorio. Semplificando al massimo infatti gli Studi di Impatto portano a due ricadute principali:

- 1) di tutela preventiva dei beni ambientali coinvolti dall'opera progettata, mediante selezione dell'alternativa di progetto a minore impatto;
- 2) di mitigazione e compensazione degli impatti residui inevitabilmente connessi con qualsiasi intervento sul territorio.

Questa seconda attività è per buona parte legata alla progettazione degli interventi di "ricucitura" del territorio attraversato, per i quali i metodi dell'ingegneria naturalistica forniscono delle notevoli possibilità di abbinamento della funzione tecnica con quella naturalistica di ricostruzione del verde.

La pianificazione e la progettazione di interventi che possono avere effetti sull'ambiente, come nel caso specifico, deve essere affrontata con un approccio che consenta di valutare gli effetti sul paesaggistico interessato, da un punto di vista della qualità visiva del contesto.

Le opere dovranno garantire gli obiettivi fondamentali per la quale se ne stabilisce la necessità ma contemporaneamente avvalersi di accorgimenti, materiali e metodi di realizzazione tali da far sì che il contesto assorba i cambiamenti, senza alterare o riducendo al

o.

valutati il tipo degli interventi, la scelta della metodologia, l'impiego dei materiali che più si identificano col contesto.

Nell'ipotesi in esame, saranno messi in atto accorgimenti tali da mitigare i cambiamenti del luogo senza diminuire i caratteri connotativi consolidati nel tempo, dello stesso.

Nel caso specifico, le ragioni che hanno portato alla progettazione dell'opera, sono principalmente legate al contenimento degli eventi di piena che dovrebbe garantire:

- difesa dell'abitato;
- difesa delle infrastrutture presenti nell'area;
- difesa delle aree agricole adiacenti;

Una modifica nella conformazione del paesaggio determina un impatto, la cui natura è direttamente correlata al sistema ambientale in cui l'opera viene realizzata e al grado di integrazione della stessa con il sistema.

In questo caso specifico le opere in progetto si inseriscono in un contesto antropizzato gravato da numerosi insediamenti rurali. L'area è caratterizzata da un'utilizzazione agricola e silvo - pastorale dove sono diffusi i rimboschimenti artificiali a Eucalitto, seminativi, colture arboree da frutto, presenza di linee elettriche, di strade, oltre che del centro urbano di Ballao.

La località non si contraddistingue per particolari qualità sceniche e/o panoramiche, o per la presenza di elementi caratteristici, al contrario il contesto è alquanto perturbato.

Tuttavia, gli impatti dell'opera producono una modificazione nell'assetto del paesaggio, seppur di carattere puntuale, perché limitata all'area nella quale verrà realizzata l'opera stessa.

Per questo motivo, oltre che per la particolarità e delicatezza dell'intervento, dovuta alla complessità delle lavorazioni, è stata condotta una rigorosa progettazione definitiva di tutta l'opera, studiando soluzioni tecniche adatte a risolvere le varie problematiche. In particolare è stato necessario procedere ad una precisa ricognizione in sito che ha consentito di:

- 1 - procedere alla redazione di un progetto che basandosi sullo stato attuale dei luoghi, realizzi una soluzione il più possibile adeguata;
- 2 - procedere alla reale contabilizzazione degli interventi da realizzare, operazione questa quanto mai delicata e complicata in quanto per loro natura stessa tali interventi sono soggetti per intervalli di tempo di circa tre anni a notevoli variazioni di entità;
- 3 - limitare l'intervento a tratti discontinui caratterizzati da intensa attività evolutiva con estensione a dei tratti stabili solo se giustificato progettualmente.

opera, e la constatazione che la stessa produce  
abile del contesto. Si è analizzata la problematica sotto

due aspetti.

Un aspetto ha considerato l'opera ponte come tale, in grado di modificare il paesaggio, e per le quali modifiche nessun accorgimento messo in atto ne può attutire l'impatto; dall'altro quelle alterazione necessaria per la realizzazione del ponte, vale a dire gli scavi, i calcestruzzi etc. che possono essere schermate con soluzioni alternative o integrazioni di diversa natura.

Circa la tipologia del ponte, si sono analizzate ipotesi differenti e le possibili integrazioni delle ipotesi nel contesto, scegliendo quella che tra le tante sia assorbibile dallo stesso e armonizzandosi con l'aspetto estetico dell'area.

Si sono volute riportare in progetto le tre diverse soluzioni studiate.

È facilmente constatabile che in questo sforzo, per cercare la soluzione più adeguata, non si potevano ignorare anche i rischi descritti ampiamente dal P.A.I., da scongiurare, riguardo le piene del Flumendosa; oltre alla valutazione di fattibilità economica dell'intervento in base alla disponibilità del finanziamento. Ma l'aspetto prioritario è stato comunque quello di realizzare un intervento di minore impatto, o meglio, considerata l'impossibilità di una modificazione del sito, un'opera di più facile inserimento armonico nel contesto indagato.

Le tre soluzioni si possono brevemente descrivere per una facile comprensione qui di seguito:

- Soluzione 1: È quella adottata e definitiva, perchè risponde meglio a tutte le esigenze e ben si inserisce nello scenario del luogo. Consiste nella realizzazione di un viadotto di 198 metri, composto da 6 campate, con pile in C.A. Si realizzeranno i bracci di collegamento con la S.P. 22, in rilevato.
- Soluzione 2: Viadotto sempre di ampiezza pari a 198 metri, con una struttura arcuata completamente in acciaio, caratterizzata da due campate poggianti su una pila centrale in C.A. Tale soluzione è stata scartata per un elevato costo di realizzazione; per un maggiore impatto troppo slegato dal contesto.
- Soluzione 3: Viadotto di ampiezza pari a 198 metri, con struttura a semiarco in acciaio, caratterizzata da un'unica campata che attraverso l'intero alveo del Fiume Flumendosa. Soluzione scartata per l'elevato costo di realizzazione e per il forte impatto visivo.

necessariamente per cercare di minimizzare gli effetti possibilmente l'inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico in esame, saranno adottate le indicazioni seguenti:

- Per limitare al minimo l'impatto visivo sul paesaggio e l'inserimento armonico dell'opera nel contesto, procedere a rivestire le fondazioni delle pile delle parti in calcestruzzo armato, con pietrame, impiegando materiali provenienti dal luogo: pietrame che possieda un colore e una scabrezza simile alle sponde naturali. Procedere a tinteggiare i piloni con resine sintetiche o naturali adeguate impiegando una opportuna gamma di colori che ripetano la tipologia della vegetazione naturale presente nel territorio.
- Per la pavimentazione dei marciapiedi, impiegare materiali provenienti dal luogo: pietrame che possieda un colore e una scabrezza simile alle sponde naturali.
- Ad ulteriore schermata della struttura, si procederà all'omboschimento laterale del tratto di rio oggetto dell'intervento, impiegando vegetazione spontanea di tipo arbustivo ed arboreo tipica delle zone umide dell'area.
- Per la sistemazione degli argini del fiume e della strada verranno impiegati materiali provenienti dagli scavi o da cave di prestito, esclusivamente, della zona di intervento, opportunamente rinverdite con l'impiego di vegetazione spontanea di tipo erbaceo arbustivo ed arboreo tipica delle zone umide dell'area

Per naturalizzare le scarpate e tutti i rilevati, verranno impiegati i materassi Reno, utilizzati ormai con buoni risultati nella costruzione di opere fluviali e stradali, che possiedono come propria intrinseca e naturale caratteristica, la capacità di integrarsi con il terreno circostante, garantendo sia il successo dell'intervento, sia la sua durata nel tempo.

Con l'adozione di un rivestimento in materassi Reno, completate dalle tecniche di inerbimento, si può rendere accettabile la sistemazione, che, resa necessaria localmente da precise esigenze tecniche, si inserisce nel contesto scenico senza modificare l'aspetto del luogo e consente la riarmonizzazione nel tempo dell'opera con l'habitat preesistente.

La realizzazione del ponte determina una modificazione del paesaggio di carattere puntuale non eliminabile. Tuttavia la realizzazione delle opere di inerbimento e piantumazione determinano una integrazione tale che, complessivamente, gli impatti risultanti possano essere considerati positivi.

## Per attutire l'impatto dell'opera.

rilevati e degli scavi, verranno impiegati i materassi, utilizzati ormai con buoni risultati nella integrazione di opere fluviali e stradali.

Questi materiali possiedono, come propria intrinseca e naturale caratteristica, la capacità di integrarsi con il terreno circostante, garantendo sia il successo dell'intervento, sia la sua durata nel tempo e la loro estrema semplicità applicativa, che può sembrare in contrasto con un'era di innovazioni tecnologiche.

Per limitare al minimo l'impatto visivo sul paesaggio e l'inserimento armonico dell'opera nel contesto, si procederà al rivestimento laterale del piede dei piloni, con pietrame, impiegando materiali provenienti dal luogo: pietrame che possieda un colore e una scabrezza simile alle sponde naturali.

Si procederà a tingeggiare la porzione a giorno dei piloni, con delle resine opportune ed impiegando una gamma di colore che ripeta il contesto paesaggistico e vegetazione del sito.

Per la realizzazione del rilevato lungo gli argini della strada, verranno utilizzati materiale proveniente dagli scavi o da cave di prestito, esclusivamente, della zona di intervento.

Per la sistemazione a verde, dell'area, della scarpata stradale e degli scavi, si è optato per la seguente tecnica:

## IL VERDE

### La sistemazione a verde del luogo

Considerato che si prevedono delle modificazione nell'area a seguito dell'intervento, è stata prevista la sistemazione del verde, il cui fine è riconducibile essenzialmente a due motivazioni, la prima relativa alla mitigazione dell'impatto visivo dell'opera e la seconda relativa alla limitazione dei fenomeni di erosione.

Infatti, nell'area modificata dall'intervento, tra la sponda destra e sinistra del rio e l'argine sono stati previsti inerbimenti e piantumazioni, tenendo presente le esigenze di avere specie vegetali dotate di un forte apparato radicale capace di combattere fenomeni erosivi. In particolare è previsto un iniziale intervento di inerbimento con uno specifico miscuglio polifita.

La tecnica di semina consisterà nell'utilizzazione di un manto di sostanza organica triturrata (torba e paglia), spruzzata insieme ad un legante bituminoso ed ai semi; tale sistema consente un'immmediata protezione dei terreni ancor prima della crescita delle specie seminate ed un rapido accrescimento delle stesse.

In un secondo tempo è previsto l'impianto del giunco spinoso (*Juncus acutus*), tipico di

resistenza all'erosione e un impedimento allo sviluppo  
e il normale deflusso delle acque del fiume.

Le opere di sistemazione del verde sono state progettate con il preciso intento di permettere, in fase di esercizio, un'ottima integrazione dell'opera nel paesaggio considerato. Trattandosi di opere di sistemazione a verde è chiaro che, in prima istanza, la dominante primaria considerata all'interno del paesaggio è quella emergente dalle cenosi vegetali.

Per la scelta delle tecniche e delle specie da adottare sono stati seguiti i criteri:

- ecologia delle specie presenti;
- ecologia delle specie da inserire e provenienza (biogeografia) delle stesse.

L'**ecologia delle specie presenti** è stata dedotta dallo studio delle associazioni vegetali presenti nell'area (vedasi Quadro di Riferimento Ambientale) mediante le metodiche fitosociologiche. È infatti chiaro come l'ecologia delle specie presenti sia espressione delle condizioni stazionali. Poiché nelle opere di sistemazione previste dovranno essere impiegate unicamente specie vegetali che si trovano su stazioni analoghe, la successiva scelta sulle specie da adottare è possibile mediante l'esecuzione di rilievi fitosociologici. Le associazioni individuate nell'area soggetta ad indagine mostrano una certa variabilità nei gradienti ecologici.

L'**ecologia delle specie da inserire** dovrà essere molto simile a quella delle specie già presenti. Non saranno dunque ammissibili scelte di specie con le seguenti caratteristiche:

- specie invasive con forti capacità di espansione in aree degradate;
- specie alloctone con forte capacità di modifica dei gradienti ecologici;
- specie autoctone ma non proprie dell'ambiente indagato.

Inoltre, poiché si lavorerà su aree prodotte artificialmente mediante materiale grezzo di varia origine e natura, senza uno strato umifero superficiale e povero di sostanze nutritive, è chiaro che in tali condizioni estreme sono utilizzabili solo associazioni pioniere che siano inoltre compatibili dal punto di vista ecologico. Tali associazioni dovranno rispondere inoltre alle seguenti caratteristiche:

- larga amplitudine ecologica;
- facoltà di colonizzare terreni grezzi di origine antropogenica e capacità edificatrici;
- resistenza alla sollecitazione meccanica;
- azione consolidante del terreno.

Nella scelta delle metodiche da adoperare si è dunque dovuto far fronte a tutte le esigenze

endo la sistematica introdotta da Schiechl (1973) che costruttive (interventi di rivestimento, stabilizzanti, combinati, complementari), sono stati scelti **interventi di rivestimento** in grado di proteggere rapidamente il terreno dall'erosione superficiale mediante la loro azione di copertura esercitata sull'intera superficie.

### Interventi di rivestimento

L'utilizzo di interventi di rivestimento permetterà un'azione coprente e protettiva del terreno. In questo caso, l'impiego di un gran numero di piante, di semi, o di parti vegetali per unità di superficie, permette la protezione della superficie del terreno dall'effetto dannoso delle forze meccaniche. Inoltre, tali interventi, permetteranno un miglioramento del bilancio dell'umidità e del calore favorendo dunque lo sviluppo delle specie vegetali. Tali interventi sono inoltre mirati ad una rapida protezione delle superfici.

Per l'esecuzione di tali interventi è stata scelta la metodica dell'**idrosemina**. Infatti, nei terreni particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, l'idrosemina, adottata in periodi umidi (autunno), si rivela un'ottima metodica per la protezione di tali aree. Il materiale da adottare è un prodotto in miscuglio pronto composto da semente, concimi, sostanze di miglioramento del terreno, agglomerati e acqua. La miscela prevede differenti dosi per ettaro che verranno adeguatamente scelte in fase di realizzazione delle opere di rinverdimento. In ogni caso verranno adottate specie quali *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Medicago lupulina* e *Lotus corniculatus* particolarmente adatte in questa fase vista la loro capacità di aumentare i quantitativi in azoto del suolo. Qualora in questa fase si osservi una crescita troppo lenta, rada o nulla si dovrà procedere ad un nuovo trattamento in modo da evitare una eccessiva presenza delle aree di radura. Inoltre, almeno nei primi due-tre mesi verrà interdetto qualsiasi passaggio sulla aree trattate, che eventualmente dovranno essere recintate, e che andranno protette con frammenti di paglia sparsi da appositi macchinari.

Una volta terminata questa fase di durata minima annuale, si procederà successivamente alla semina di specie arbustive ed arboree, con l'intento di stabilizzare definitivamente i versanti e proteggerli da forze meccaniche dannose che si possano manifestare su larga scala. La scelta dovrà ricadere prevalentemente su specie delle classi

**ALNETEA GLUTINOSAE e NERIO-TAMARICETEA e PHRAGMITI MAGNOCARICETEA**

In accordo con quanto rilevato durante le analisi sul campo eseguite. In definitiva dovranno

*Alnus glutinosa, Nerium oleander, Tamarix africana,*

La metodica più idonea da adoperare per la piantumazione delle suddette specie appare quella dell'impiego di piantine allevate in vaso con pane di terra, prelevate da vivaio autorizzato e opportunamente certificate

Verranno messe a dimora con sesto fitto in modo da compensare l'eventuale non attecchimento di alcune piantine.

È preferibile adottare questa soluzione, contro il ricorso all'impiego di talee autoradicali, la cui percentuale di attecchimento è sempre particolarmente esigua e strettamente legata all'andamento climatico che nell'area si presenta particolarmente siccitoso.

La disposizione delle piantine non deve essere in nessun caso geometrica, ovvero non si devono disporre i semenzali per linee, quadrati, ecc. La disposizione deve essere il più possibile random. Questo punto si rileva di fondamentale importanza dal punto di vista delle mitigazioni paesaggistiche e di rinaturalizzazione dell'area, poiché lo sviluppo della vegetazione naturale non segue in alcun modo figure geometriche;

per quanto possibile vanno piantate da almeno due semenzali per m<sup>2</sup> fino a 5 per m<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONI

La maggiore attenzione riservata oggi alla cura del territorio, alla difesa del suolo, ma in particolare all'aspetto scenico del territorio, ha portato alla larga diffusione e adozione delle tecniche di ingegneria naturalistica, basate sull'utilizzo di materiali da costruzione naturali, come piante vive o loro parti e altri materiali naturali quali il legname e il pietrame, in unione con nuove tecnologie (georeti, geotessili ecc.).

Si tratta, ad eccezione delle nuove tecnologie, della riedizione di un modo di costruire antico proprio della disciplina delle Sistemazioni idraulico-forestali.

Basti ricordare le Norme per la preparazione dei progetti per la sistemazione idraulico-forestale nei bacini montani dettate dal R.D. 20.8.1912, p.12: *Sono da impiegare i materiali rustici del sito, pietre, legnami, chiedendo alla forza di vegetazione i materiali viventi per il consolidamento dei terreni, ricorrendo anche a opere miste di legname e sasso.*

Infatti, ai primi del secolo erano già consolidate quasi tutte le attuali tipologie di intervento, quali le graticciate singole o multiple, le fascinate, le palizzate e simili. È chiaro che, più che per una sensibilità ecologica, in quel momento storico questi materiali da costruzione furono adottati per la loro facilità di reperimento e perché erano compatibili con la tecnologia del

Le tecniche di rinaturalizzazione di aree degradate effettuati con tecniche di ingegneria Naturalistica si pongono come unici accorgimenti in grado di minimizzare il degrado del territorio e di riarmonizzare le perturbazioni apportate allo stesso.

L'integrazione di queste tecniche con accorgimenti nella realizzazione delle opere, lo studio di ipotesi e soluzioni alternative nella progettazione di opere di elevato impatto ambientale, sono le soluzioni prospettate nel presente elaborato.

Lo studio ha l'obiettivo di rendere accettabili le modificazioni, fermo restando non solo la necessità ma l'urgenza di realizzare l'opera, già di per se in grado di annullare quelle alterazione del territorio di altrettanto impatto negativo determinate dai dissesti idrogeologici relativi al deflusso incontrollato delle acque durante le piene a causa dell'ostruzione al deflusso naturale delle acque causato dalla sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte sul Flumendosa, lungo la S.P. n° 22

## **2.2. ESIGENZE DI UTILIZZAZIONE DEL SUOLO E DELLE ALTRE RISORSE DURANTE LE FASI DI COSTRUZIONE E DI ESERCIZIO**

### **2.2.1. Gli scavi**

Il primo intervento che si prevede di eseguire all'interno dell'area oggetto di studio, sarà quello dell'apertura di piste; queste serviranno per collegare i vari punti del tracciato così da poter permettere il facile ingresso nelle zone di lavoro, nonché la movimentazione dei mezzi da cantiere all'interno del perimetro in cui sorgerà la struttura, collegando questa anche con la rete viaria esterna. Poiché è già presente una piccola rete viaria interna all'area, tali piste saranno di breve estensione.

Queste percorrenze interne verranno realizzate con l'ausilio di mezzi meccanici quali escavatori e pale meccaniche, che asporteranno parte del suolo, e precisamente quello più superficiale, mentre, in un secondo momento, il terreno verrà disposto in quota.

A seguito dell'asportazione, si creeranno degli accumuli temporanei di materiale terroso, il quale subirà una prima separazione in cui la parte più fertile potrà essere recuperata per essere riutilizzata per la rivegetazione del luogo e la restante parte sarà sottoposta a vagliatura, le rimanenze saranno conferite in discarica autorizzata.

L'apertura delle piste sarà affiancata dal taglio della vegetazione, laddove necessario, intendendo con questo termine quella prevalentemente formata da specie erbacee ed arbustive e secondariamente (per aree molto ristrette) arboree, seguita dalla estirpazione delle radici;

da mezzi meccanici e il materiale di risulta verrà

Una volta terminate le operazioni sopra descritte si procederà con lo scavo per le fondazioni di m. 12.30x4.60 Il suolo derivante da tale operazione verrà conferito in discarica autorizzata.

Le lavorazioni sopra descritte determineranno, sia la produzione di rifiuti, sia la generazione di contaminazione atmosferica ed acustica per la cui valutazione della magnitudo si rimanda al capitolo inerente all'identificazione e quantificazione degli impatti.

### 2.2.2. Produzione di rifiuti

Le varie fasi di realizzazione del progetto potrebbero presumibilmente produrre le seguenti tipologie di rifiuti:

- **Polveri:** potrebbero essere generate dalle operazioni di scavo e dalla movimentazione del materiale; tale condizione potrebbe essere accentuata dalla presenza del vento. Tuttavia se si considera la percentuale di umidità dei materiali movimentati, si può ritenere che queste caratteristiche dovrebbero ridurre al minimo, o addirittura escludere, la possibile produzione di tale rifiuto. Comunque, tale produzione sarà circoscritta al periodo necessario per la realizzazione dell'opera e al successivo insediamento delle specie vegetali;
- **Materiale terroso:** si fa riferimento a quella porzione di materiale derivante dagli scavi che essendo di granulometria non idonea al riutilizzo per le operazioni di miscelazione, sarà inviato in discarica controllata;
- **Vegetazione:** si tratta di quella, presente lungo il tracciato del ponte, che dopo essere stata tagliata e asportata attraverso le operazioni di apertura delle piste, sarà conferita in discarica controllata;
- **Rifiuti di varia natura:** sono quelli derivanti dalle operazioni di demolizione del vecchio ponte, dalla demolizione di eventuali opere presenti lungo il tracciato (muri di recinzione, reti metalliche etc.).

### 2.3. INQUINAMENTO, DISTURBI AMBIENTALI E TECNOLOGIE DISPONIBILI, PER RIDURRE LE EMISSIONI DI INQUINANTI, MINIMIZZANDO ALTRESÌ LE FONTI DI IMPATTO

Le forme di inquinamento che prevedibilmente si possono rilevare e che saranno ampiamente descritte nella sezione relativa all'identificazione e valutazione degli impatti, sono ascrivibili a:

nelle aree circostanti l'area oggetto di studio; come materiali sono umidi, si prevede una produzione limitata di

queste sospensioni aeree.

- **Rumorosità:** derivante dal passaggio dei mezzi meccanici e dal loro impiego per gli interventi in progetto. Poiché tali interventi saranno compiuti con macchinari dotati di motori a combustione interna e quindi a scoppio, tale forma di disturbo potrà essere in parte mitigata attraverso i normali sistemi di silenziamento degli scarichi.
- **Produzione di fumi:** è dovuta esclusivamente ai residui di combustione dei motori e dei mezzi che operano all'interno del cantiere, tali residui sono identificabili nella classe degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), e di zolfo (SO<sub>x</sub>), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e monossido di carbonio (CO).
- **Produzione di materiali pietrosi:** si fa riferimento a quella parte di materiali ottenuti dalle demolizioni e scavi, molti dei quali non saranno riutilizzati e quindi dovranno essere conferiti in discarica autorizzata al fine di evitare fenomeni di inquinamento del suolo e delle acque.
- **Utilizzo di inerti:** i materiali inerti necessari per la costruzione del manufatto proverranno da cave esistenti.
- **Viabilità:** durante le fasi di realizzazione del progetto si prevede l'utilizzo sia della viabilità esistente sia l'apertura di nuove piste. Questo potrebbe comportare interferenze con la viabilità locale, determinata dai mezzi che operano nel cantiere.
- **Presenza umana:** nelle aree di intervento sarà limitata ai soli addetti ai lavori ed al periodo di realizzazione dell'intervento

## 2.4. LE IPOTESI ALTERNATIVE DI REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

### 2.4.1 Ipotesi 0 o do nothing: non realizzazione del progetto

Come intuibile, l'ipotesi del do nothing, comporta appunto che gli interventi previsti dal progetto non vengano realizzati e che di conseguenza l'area adiacente al fiume Flumendosa permanga nella situazione attuale che di fatto si presenta ad elevato rischio, in riferimento alle continue divagazioni del fiume sopra citato.

Per quanto concerne gli aspetti relativi alle eventuali condizioni di rischio relative alle differenti fasi progettuali si rimanda all'ampia trattazione contenuta nell'allegato progettuale relativo al piano di sicurezza.

## 2.6. SIMULAZIONE DELL'IMPATTO PAESISTICO

Nel presente paragrafo vengono riportate le fotosimulazioni relative all'impatto paesistico del ponte nell'area.

Si è scelto di realizzare simulazioni secondo una prospettiva panoramica a quota del terreno.

In questo modo la fotosimulazione consente di:

1. individuare la struttura all'interno del contesto paesaggistico interessato;
2. realizzare una visione d'insieme che consenta di comprendere come la nuova struttura in progetto si inseriranno nel contesto;
3. individuare le modificazioni paesaggistiche dell'area.

Dall'analisi delle fotosimulazioni si può chiaramente rilevare quanto segue:

1. la struttura in progetto si andrà ad inserire in un contesto rurale mediamente antropizzato;
2. le opere di ripristino del verde determinano una buona integrazione della struttura con la matrice ambientale, che tuttavia viste le discrete dimensioni non è possibile schermare completamente.

Di seguito vengono dunque riportate le immagini rappresentanti:

- 1) la situazione attuale (visione d'insieme) la quale, per una rappresentazione più dettagliata si rimanda all'allegato fotografico del progetto;
- 2) le fotosimulazioni (visione particolareggiata prima e dopo l'intervento).

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Stato attuale n°1



Stato attuale n°2

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Stato attuale n°3



Stato attuale n°4

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Stato attuale n°5



Stato attuale n°6



Foto dello stato attuale



Inserimento opere in progetto e demolizione vecchio ponte

## IMPATTO AMBIENTALE

Il territorio interessato al progetto nel quale scorre il Rio Flumendosa, si trova nel tratto Sud - Orientale della Sardegna, nella Comunità Montana n° XXI del Sarrabus/Gerrei di Villasalto, esattamente nella sub-area geografica del Gerrei.

I confini amministrativi della perimetrazione comunale sono i seguenti:

- a Nord: comune di Escalaplano e comune di Perdasdefogu ;
- ad Est: comune di Villaputzu ;
- ad Sud: comune di Armungia e comune di San Nicolò Gerrei;
- ad Ovest: comune di Silius e comune di Goni.

L'accesso è garantito da:

- S.S. 387 del Gerrei, di collegamento tra la regione geografica del Gerrei e quella del Sarcidano e del Sarrabus;
- S.P. 22 di Ballao/Escalaplano, di collegamento tra la regione geografica del Gerrei e l'Ogliastra/Sarcidano;
- Strada Ballao-Goni della C.M. n° XXI di Villasalto e del Sarrabus-Gerrei, di collegamento verso gli Alti Campidani e la Trexenta.

Elemento caratterizzante e peculiare del territorio è la presenza del corso d'acqua più importante della Sardegna, che sviluppa parte del suo percorso nel territorio amministrativo di Ballao per oltre 9 Km. di alveo; il rio Flumendosa lambisce anche l'abitato di Ballao, mentre l'affluente rio Bintinoi lo attraversa da Sud verso Nord.

L'intervento oggetto di questo studio, interessa il tratto del Flumendosa a Nord-Ovest dell'abitato di Ballao in località Is Iscas.



Panoramica del territorio interessato dall'opera

### 3.2.1. Inquadramento climatico

Il clima esercita una importante influenza su di un gran numero di fattori ambientali; esso è dunque sempre strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche del territorio ed occorre dunque tenere in debito conto fattori quali piovosità, temperatura e ventosità.

Le variazioni di altitudine, di esposizione e pendenza condizionano vari fattori quali la distribuzione della energia solare assorbita, la quantità e la tipologia delle precipitazioni meteoriche ed infine lo sviluppo della vegetazione. Anche il drenaggio naturale viene sostanzialmente determinato dalla morfologia ed infatti laddove si registrano pendenze elevate, si ha maggiore velocità di scorrimento e quindi erosioni elevate.

L'inquadramento climatico dell'area indagata è stato effettuato mediante l'ausilio della metodologia denominata «*Diagramma di Walter e Lieth*» (1960) creata dai due autori, sulla base degli studi e delle applicazioni termiche e pluviometriche di Bagnouls e Gaussen (1953).

La scelta della metodologia sopraccitata è data dal fatto che:

- ✓ riesce a fornire un quadro sintetico e complessivo delle caratteristiche climatiche di un dato territorio;
- ✓ risulta di facile ed immediata comprensione;
- ✓ riassume le caratteristiche peculiari del clima di un'area con le sole informazioni riferibili alle temperature e precipitazioni

Il diagramma viene realizzato mediante l'elaborazione statistica dei dati delle temperature e precipitazioni considerati per un arco temporale di solito non inferiore ai 30 anni. Nel grafico vengono riportati in ascissa i mesi dell'anno e in ordinata le precipitazioni (P) e le temperature relative (T), tenendo conto della proporzione  $P=2T$ .

Questo tipo di elaborazione grafica permette di confrontare i dati riferiti al regime termico annuale con quello pluviometrico rendendo così possibile identificare l'estensione del periodo di aridità (visibile nel diagramma quando la curva delle precipitazioni scende al di sotto di quella della temperature vale a dire per  $P<2T$ ).

I dati termo-pluviometrici adoperati per il presente studio sono quelli dello Studio Idrologico Superficiale della Sardegna (1998), mentre la stazione meteorologica termo-pluviometrica considerata è quella di **Armungia**, valutata la più rappresentativa in virtù delle caratteristiche dell'area molto simili per altitudine, posizione etc all'area indagata.

Il quadro generale delle condizioni climatiche dell'area di studio è stato riassunto

Diagramma riportati di seguito, nella quale sono stati  
Esse meteorologico riferiti al periodo 1922-1992 per le  
precipitazioni e 1924-1992 per le Temperature. In dettaglio, nel Diagramma di Walter e Lieth  
sono riportati i seguenti dati:

- in alto da sinistra verso destra:
  - nome della stazione di riferimento seguito dall'altitudine espressa in metri sul livello del mare;
  - durata del periodo a cui si riferiscono le osservazioni termiche;
  - durata del periodo a cui si riferiscono le osservazioni pluviometriche;
  - media annua delle temperature;
  - media annua delle precipitazioni.
- lettura in senso orizzontale dall'alto verso il basso:
  - temperatura massima assoluta;
  - temperatura media massima del mese più caldo;
  - escursione termica annua;
  - temperatura media minima del mese più freddo;
  - temperatura minima assoluta.

### 3.2.2. Pluviometria

Le precipitazioni atmosferiche (P) sono gli apporti idrici più importanti che concorrono ad alimentare sia i deflussi superficiali sia quelli sotterranei. Esse sono rappresentate da tutte le acque che cadono all'interno del bacino, qualunque sia la loro natura vale a dire grandine, pioggia, rugiada, condensazione del vapore d'acqua, questi ultimi sono poco appariscenti ma talora quantitativamente interessanti.

I fattori da cui dipendono le entità delle precipitazioni sono diversi, ma si ha una corrispondenza netta fra le precipitazioni e l'altitudine. Per valutare la loro entità è necessario che l'area in studio sia ricoperta da una maglia di stazioni pluviometriche, nel nostro caso sono stati considerati solo i dati pluviometrici e termometrici delle stazioni di Armungia e Escalaplano. Dall'analisi dei dati emerge che la piovosità media annua è di 731,4 mm. di pioggia.

urata in prossimità del suolo è un parametro molto importante, perché condiziona i quantitativi d'acqua che sono sottratti all'infiltrazione efficace per effetto del fenomeno di evapotraspirazione.

La temperatura media dell'aria al suolo decresce con l'altitudine; questa variazione unitaria con la quota è detta gradiente termico verticale, il quale è molto accentuato all'alba e si attenua al tramonto, a causa del raffreddamento rapido dello strato di atmosfera a contatto con il suolo.

La temperatura è influenzata da diversi fattori quali le correnti dell'aria sia orizzontali sia verticali, idrogeologia, passaggi di stato dell'acqua, la natura fisica del suolo, la presenza di corsi d'acqua e di vegetazione.

I dati di temperatura utilizzati sono stati tratti dagli annali del servizio idrografico della Sardegna (Assessorato dei lavori pubblici.).

#### 3.2.4. Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è un fenomeno fisico, l'acqua in determinate condizioni climatiche passa dallo stato liquido allo stato di vapore, in questo termine è inglobata anche la traspirazione operata dalle piante.

Questo fenomeno è abbastanza complesso e dipende sostanzialmente da due gruppi di fattori:

- potere evaporante dell'atmosfera;
- tipo di superficie evaporante.

Il primo, a sua volta, dipende dall'umidità relativa dell'aria (quanto più alto è questo valore, minore è la possibilità che l'atmosfera provochi evaporazione), dalla temperatura dell'acqua e dell'aria (maggiore è la temperatura, maggiore è l'evaporazione), insolazione, velocità e turbolenza del vento, pressione barometrica, qualità dell'acqua ed altitudine.

Per quantizzare questo fenomeno ci si serve di formule empiriche; le più utilizzate sono di Turc e di Coutagne per calcolare l'evapotraspirazione reale, mentre per il calcolo di quella potenziale, dalla quale è poi possibile risalire a quella reale, è utilizzata la formula di Thornthwaite.

Applicando il metodo della media aritmetica la lama media d'acqua di Evapotraspirazione è data da:

$E_{r1} + E_{r2} + \dots + E_{rn} =$  Altezza d'acqua di evapotraspirazione in mm/a misurate in corrispondenza delle singole stazioni durante l'anno idrologico;

**n** = numero di stazioni considerate.

### Calcolo dell'evapotraspirazione reale con la formula di Coutagne

La formula di Coutagne è di più facile utilizzo; difatti, per il suo impiego, occorre conoscere l'altezza totale di precipitazione (precipitazioni in mm/annui) e la temperatura media dell'aria (T. espressa in °C) riferita all'anno idrologico.

$$E_r = P - \frac{P^2}{(0.8 + 0.14T)}$$

dove:  $\frac{1}{(0.8 + 0.14T)}$

**P** = Altezza delle precipitazioni riferite all'anno idrologico considerato (731,4 mm)

**T** = Temperatura media riferita allo stesso anno ( 16,6 C° ).

L'equazione è valida solo se i valori di precipitazione sono compresi tra:

$$\frac{1}{8} \lambda \leq P \leq \frac{1}{\lambda}$$

Per il settore studiato risulta:

$$= 1/0.8 + 0.14 * 16,6 = 0.32$$

$$E_r = 356.4 \text{ mm/a}$$

### Analisi dei risultati

Dall'analisi delle caratteristiche climatiche, si deduce un clima tipicamente mediterraneo, con influenze dovute alla vicinanza del mare. Le temperature mostrano medie abbastanza contenute.

L'area è caratterizzata dalla presenza di precipitazioni piovose concentrate principalmente nel periodo autunnale e invernale che progressivamente diminuiscono nella stagione

...a, nella quale si osserva una spiccata aridità.

...metrico, dalla lettura del diagramma si desume come il clima dell'area sia caratterizzato da un periodo di aridità quadrimestrale che inizia solitamente ai primi di Maggio e si prolunga fino alla prima settimana di Settembre. La media stagionale delle precipitazioni è pari a 731 mm, con un massimo di eventi meteorici concentrati nei periodi autunnale ed invernale. Il mese in cui si registrano le piogge più abbondanti risultano essere Ottobre e Dicembre con un valore medio pari a 102 e 107 mm, rispettivamente, mentre quello più arido è luglio con un valore medio di soli 7,0 mm.

Per quanto concerne il regime termico, le medie rilevate non si discostano significativamente da quelle che caratterizzano questa porzione di territorio regionale. Le temperature più alte si riscontrano nei mesi di luglio e agosto dove le medie rilevate sono rispettivamente di 26,8 e 26,5 °C, mentre gennaio e febbraio risultano essere i mesi più freddi con media mensile rispettivamente pari a 8,2 °C e 8,6 °C. Il valore dell'escursione termica annua è di ben 18,6 °C testimonianza questo di un clima a carattere semicontinentale (notare più avanti indice di continentalità).

L'area oggetto di studio è interessata dalla isoterma annua di 16,6°C; il mese più freddo è gennaio con temperature medie di 8,2°C mentre nel mese più caldo che è luglio si hanno medie di 26,8°C.

L'anno idrologico inizia a settembre-ottobre con deboli precipitazioni che aumentano in maniera graduale raggiungendo i massimi in dicembre e gennaio per poi sparire gradualmente nei mesi estivi, talvolta caratterizzati dalla totale assenza delle precipitazioni. Il valore medio annuo delle precipitazioni si aggira intorno ai 730 mm e si è in presenza di regimi estremamente irregolari.

I venti sono invece piuttosto regolari e sono legati alla circolazione troposferica del mediterraneo Orientale. Sulla base dei dati sopra riportati ed utilizzando il sistema di classificazione basato sull'indice di aridità congiuntamente ai valori medi di precipitazione e temperatura, il clima dell'area viene classificato come subtropicale.

### 3.2.5. Inquadramento bioclimatico

I sistemi di classificazione bioclimatica sono vari e di differente tipologia, ma tutti permettono la comprensione di come il clima influenzi la distribuzione delle cenosi vegetali nel territorio. Di seguito verranno adottati differenti sistemi di classificazione bioclimatica così da arrivare ad una più ampia e completa comprensione dei fenomeni climatici alla base

### *Classificazione di Bagnouls & Gaussen (1957)*

Per la gerarchizzazione dei bioclimi questa classificazione dà un grande valore alle curve ombrotermiche annuali, ovvero al regime di distribuzione delle temperature e delle precipitazioni. I due autori francesi suddividono il bioclima mondiale in 12 regioni bioclimatiche; nel nostro caso, poiché  $T_i > 0 \text{ }^\circ\text{C}$  (temperatura media del mese  $i$ -esimo) per 12 mesi l'anno e  $P_i < 2T_i$  per 4 mesi l'anno si può affermare che il **bioclima** è **mediterraneo caldo**.

### *Indici di continentalità/oceanicità*

Questi indici sono in grado di esprimere l'ampiezza delle oscillazioni annue di temperatura. In questo modo, il grado di continentalità è direttamente proporzionale proprio all'ampiezza di dette oscillazioni. Il caso contrario è quello dato dall'indice di oceanicità. Questi indici possono essere di tipo semplice (esprimono la differenza tra le temperature estreme) o compensati (considerano l'influenza dell'altitudine e della latitudine).

### *Indice di continentalità semplice di Supan (Ic)*

Questo indice adottato per la prima volta da Supan (1884) esprime in gradi centigradi la differenza nelle oscillazioni tra la temperatura media del mese più caldo ( $T_{max}$ ) e la temperatura media del mese più freddo ( $T_{min}$ ). Nel caso in questione poiché  $T_{max} = 26,8 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_{min} = 8,2 \text{ }^\circ\text{C}$  allora:

$$Ic = T_{max} - T_{min} = 26,8 \text{ }^\circ\text{C} - 8,2 \text{ }^\circ\text{C} = 18,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Questo grado di ampiezza porta alla definizione di un macrotipo oceanico ed a quella di un tipo semicontinentale.

### *Indice di continentalità compensato di Curray (Cc)*

Il coefficiente di continentalità di Currey (1974) è di tipo compensato in quanto si ottiene dividendo  $Ic$  per un terzo della latitudine più uno. Avremo dunque quanto segue:

$$Cc = Ic / (1 + 1/3 \text{ latitudine})$$

$$C_c = 18,6 / (1 + 1/3 \times 39) = 1,3$$

Questo valore indica un **bioclima subcontinentale**.

#### *Indice ombrotermico annuale (Io)*

Tale indice si esprime come coefficiente tra la somma delle precipitazioni medie (in mm) dei mesi con temperatura media superiore ai 0 °C (Pp) e la somma delle temperature medie dei mesi superiori ai 0° C (Tp). Avremo dunque quanto segue:

$$I_o = 10 P_p / T_p = 10 \cdot 731,4 / 199,8 = 3,6$$

### **3.2.6. Classificazione bioclimatica di Pavari (1935) e Rivas-Martinez (1999)**

Dopo avere effettuato il calcolo di alcuni indici fondamentali per la caratterizzazione bioclimatica dell'area si è passati a classificazioni di più ampio utilizzo come quelle del Pavari e di Rivas-Martinez.

Secondo la classificazione delle zone climatico-forestali del Pavari (1935), l'area oggetto di studio rientra interamente nella zona fitoclimatica del *Lauretum*, sottozona calda. Mentre secondo la classificazione di Rivas-Martinez il bioclima dell'area di studio è di tipo Mediterraneo Pluvistazionale Oceanico ( $I_c < 21$ ,  $I_o > 2$ ), con termotipo Termomediterraneo ed ombrotipo semiarido.

#### *ANALISI DEI RISULTATI BIOCLIMATICI*

I calcoli e gli indici adoperati per la classificazione bioclimatica ci consentono di considerare l'area come sottoposta ad un clima caratterizzato da una netta bistagionalità, ovvero da un periodo arido di durata circa trimestrale ( $P < 2T$ ) ed un periodo più umido di circa otto-nove mesi ( $P > 2T$ ). Indubbiamente questo aspetto si ripercuote ed influenza in maniera notevole le cenosi vegetali che assumono carattere prevalentemente sclerofillo ovvero adoperano un insieme di modificazioni dell'apparato fogliare in modo tale da incrementare la resistenza alla traspirazione durante la stagione arida estiva.

A questa considerazione si deve inoltre aggiungere la non trascurabile influenza delle

o grado di mitezza al clima temperato e questo a sua  
temperature mai estremamente rigide. Naturalmente alle  
condizioni climatiche si vanno a sommare quelle più prettamente edafiche e di utilizzazione  
antropica delle terre che sono spesso di forte impatto in tutta l'area indagata. Proprio per tale  
ragione, come vedremo nella parte dedicata allo studio della vegetazione, si vengono ad  
instaurare una serie di cenosi che rendono estremamente eterogeneo e frammentato l'intero  
paesaggio vegetale, cenosi per le quali le sole condizioni climatiche non sono sufficienti per  
fornire una totale ed esaustiva spiegazione della loro presenza.

### Stazione di ARMUNGIA

**Tabella 1** - Precipitazioni medie mensili e medie dei giorni piovosi per mese

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
<b>Mm/p</b>	87	77	84	56	47	14	7	11	47	102	92	107	731
<b>g/p</b>	7,2	6,5	6,9	4,5	3,6	1,4	1,1	1,3	3,8	8,9	7,8	9,0	62

**Tabella 2** - Precipitazioni medie stagionali ed annuali

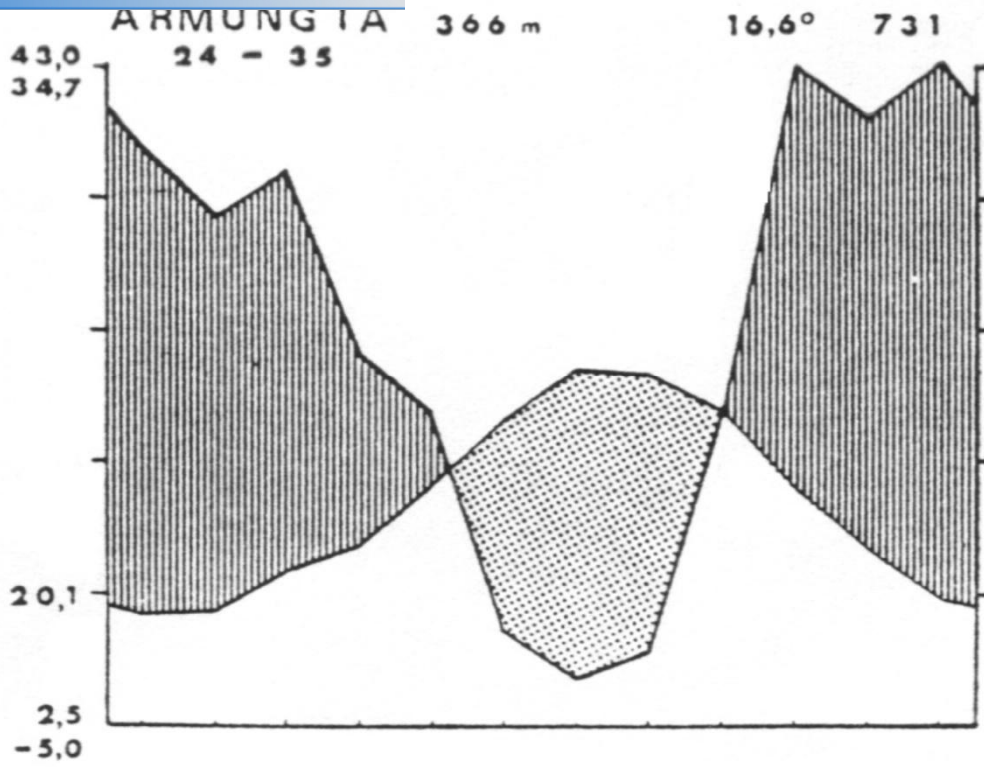
Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Annue
271	187	32	241	731

**Tabella 3** ó Temperature medie mensili

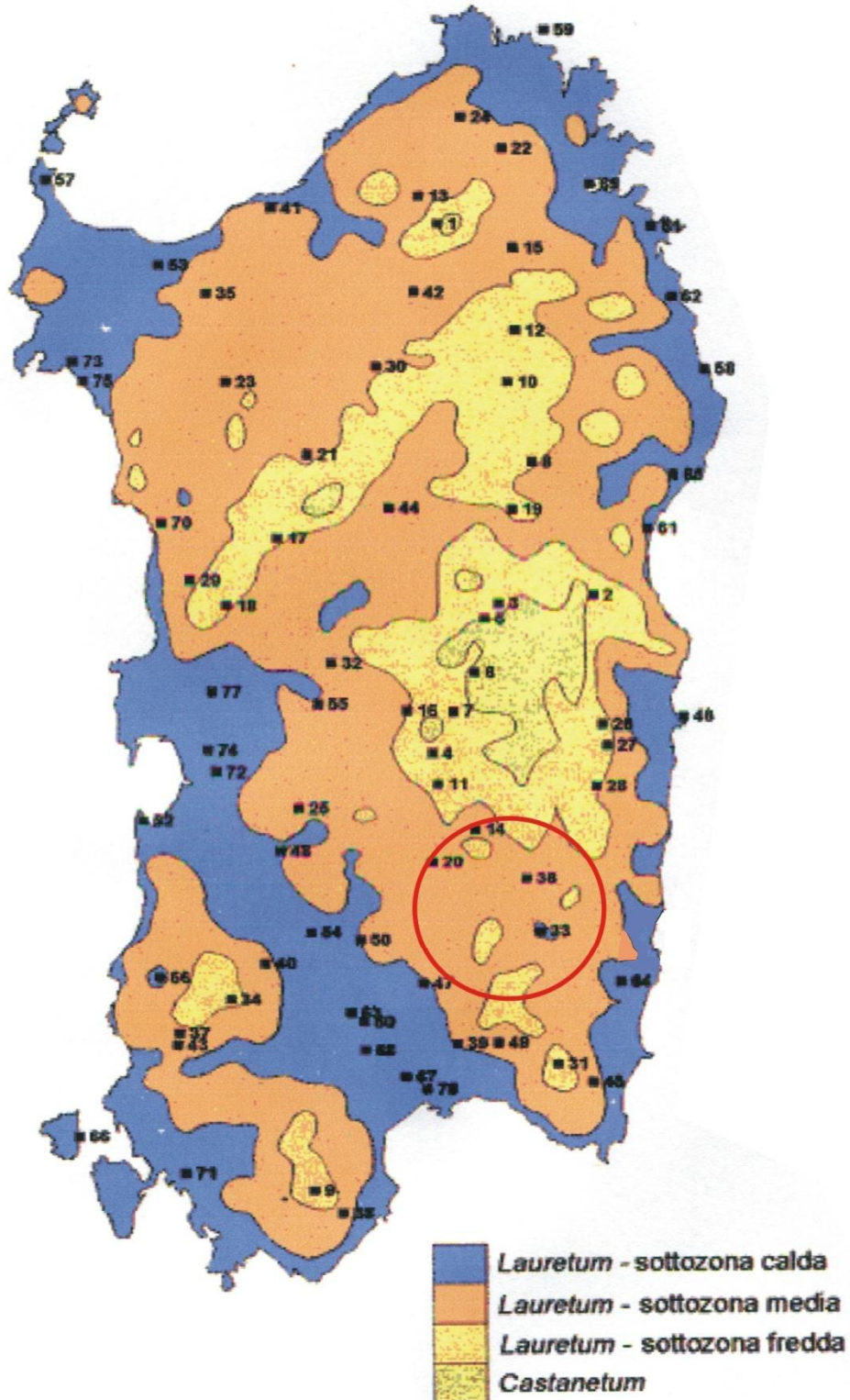
Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
<b>Max</b>	13,0	13,6	17,4	20,0	24,7	30,3	34,1	33,6	28,9	24,6	18,5	14,0	22,7
<b>Min</b>	3,4	3,5	5,6	7,0	11,0	15,9	19,6	19,3	16,6	12,3	8,1	4,9	10,6
<b>Med</b>	8,2	8,6	11,5	13,5	17,9	23,1	26,8	26,5	22,8	18,1	13,3	9,5	16,6

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

mma di Waltere Lieth

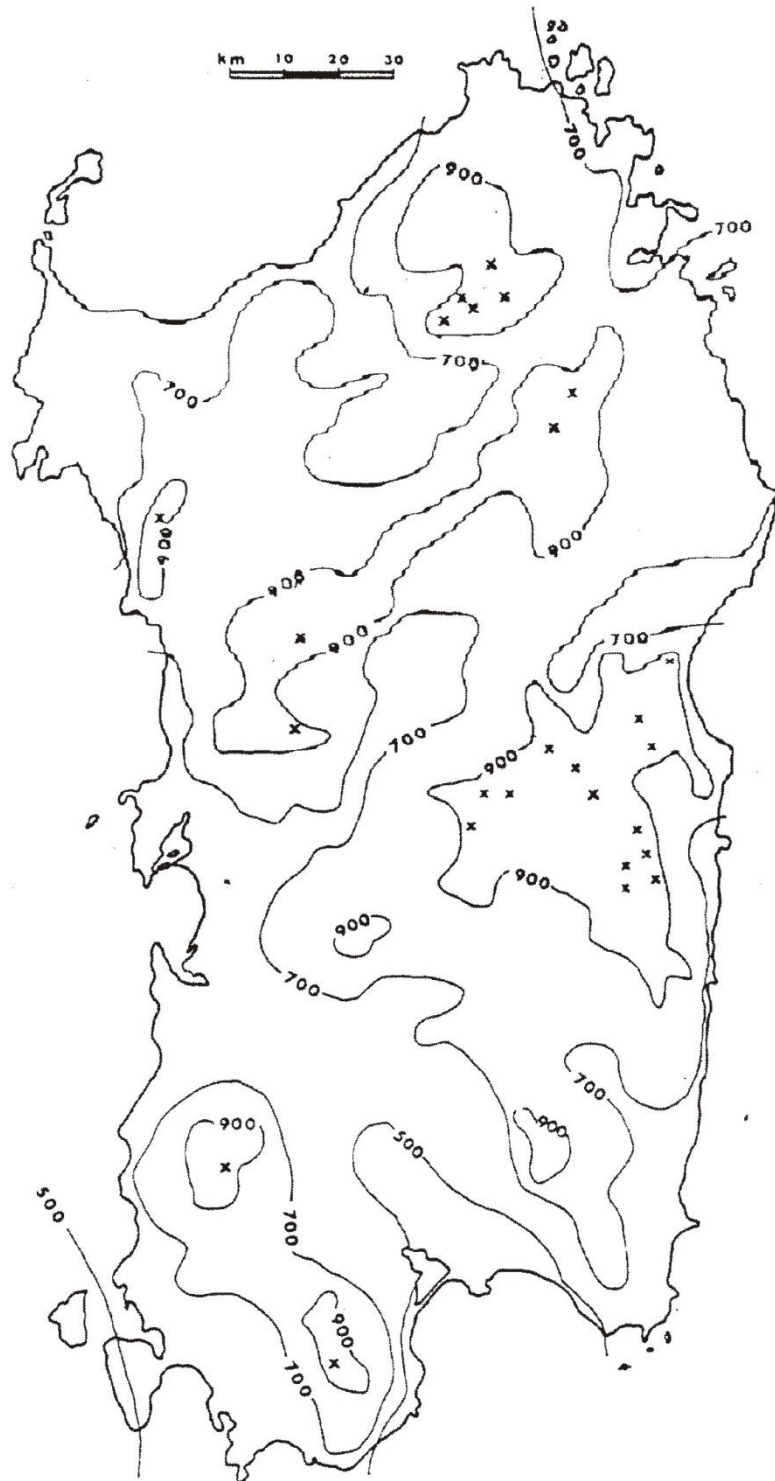


Bioclimatico dell'area di studio.



rdegna, valori medi in mm.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)



## la descrizione delle caratteristiche pedologiche

### dell'area di studio

Un corretto impiego ed una adeguata gestione del suolo non può prescindere da una approfondita conoscenza dello stesso, infatti ogni attività antropica dovrebbe essere pianificata in stretta relazione alle caratteristiche pedologiche dell'area di intervento ovvero tenendo conto della vocazione di un determinato tipo di substrato a sostenere le attività umane. Nel momento in cui tale utilizzazione e gestione avviene in modo intensivo o comunque non idoneo e prescindendo della reale vocazione del suolo, insorgono fenomeni di degradazione.

Per tale ragione l'inquadramento pedologico rappresenta un elemento molto importante nella definizione del quadro conoscitivo della situazione attuale del territorio. La definizione delle caratteristiche dei suoli presenti nelle aree di intervento, consente di individuare le dinamiche relative all'utilizzo attuale degli stessi e concorre all'individuazione delle modificazioni indotte dalla realizzazione delle opere in progetto.

Nel caso in esame, la caratterizzazione pedologica dell'area di studio è stata fatta attraverso un'analisi del territorio basata sulla classificazione delle tipologie di suoli presenti, e delle relative caratteristiche degli stessi.

In tale analisi si è fatto riferimento alla classificazione delle Unità Cartografiche riportate nella *Carta dei Suoli della Sardegna* - scala 1:25.000, elaborata nel 1991 dall'Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra su commissione della Regione Autonoma della Sardegna (Assessorato alla Programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, Centro Regionale di Programmazione).

Attraverso questa analisi l'area di studio è stata inquadrata sulla base delle Unità Cartografiche presenti identificate in base allo schema tassonomico della *Soil Taxonomy*, un sistema di classificazione dei suoli universalmente riconosciuto, elaborato dall'U.S.D.A. (United States Department of Agriculture) nel 1975 ad opera del Soil Survey Staff.

Secondo la *Soil Taxonomy* tale classificazione si basa su un sistema tassonomico che prevede la differenziazione delle Unità Cartografiche in sei categorie nelle quali, le classi di appartenenza, sono definite in base alle caratteristiche morfologiche e di composizione dei suoli nonché sulla base di risultati di analisi di laboratorio (dati quantitativi). Tali categorie sono: Ordini; Sottordini; Grandi Gruppi; Sottogruppi; Famiglie; Serie.

Se da un punto di vista applicativo la descrizione delle Unità Pedologiche presenti nel

onomia richiede necessariamente l'iscrizione ad una e da un punto di vista concettuale, i suoli non possono essere considerati unità isolate ma devono essere intesi come la manifestazione superficiale di tutti gli eventi che hanno caratterizzato, in un arco temporale più o meno lungo, il contesto territoriale al quale appartengono comportando il delinarsi di un determinato paesaggio.

Tali eventi, che si identificano nei fattori pedogenetici, non possono essere circoscritti in rigidi ambiti territoriali, così come l'evoluzione dei suoli non può essere rigidamente confinata a rigide perimetrazioni.

Per tale ragione l'analisi della componente pedologica descritta nel presente studio ha preso in considerazione un ambito territoriale più ampio rispetto al punto esatto dove sarà realizzata l'opera, in quanto, se è vero che per esigenze di classificazione devono essere individuati punti di passaggio tra una Unità Cartografica e l'altra, è altrettanto vero che nella realtà tali confini non sono così marcati e che il passaggio dall'una all'altra è caratterizzato da una area ecotonale, o di transizione, nella quale coesistono le caratteristiche intrinseche alle Unità confinanti.

Inoltre, al fine di sottolineare le potenzialità d'uso del territorio si è inoltre fatto riferimento alla *Capacità d'uso dei suoli*, sviluppata secondo la metodologia *Land Capability Classification* (USDA-Soil Conservation Service).

Tale classificazione consente di identificare le unità di territorio caratterizzate da medesime capacità e limitazioni d'uso in relazione alla loro utilizzazione in specifici campi o per distinte pratiche di gestione e, di conseguenza, sulla base della loro idoneità nel consentire la produzione delle principali piante coltivate.

### 3.3.2. Descrizione delle Unità Pedologiche presenti nell'area di studio

Come ribadito nella precedente premessa sull'inquadramento metodologico, poiché le esigenze di classificazione impongono di individuare in maniera molto precisa punti di passaggio tra differenti Unità Cartografiche, è poiché tali confini nella realtà sono rappresentati da zone di transizione in cui coesistono le caratteristiche intrinseche delle Unità identificate, per completezza delle indagini, nella trattazione seguente, è stato fatto un inquadramento di area vasta della zona interessata.

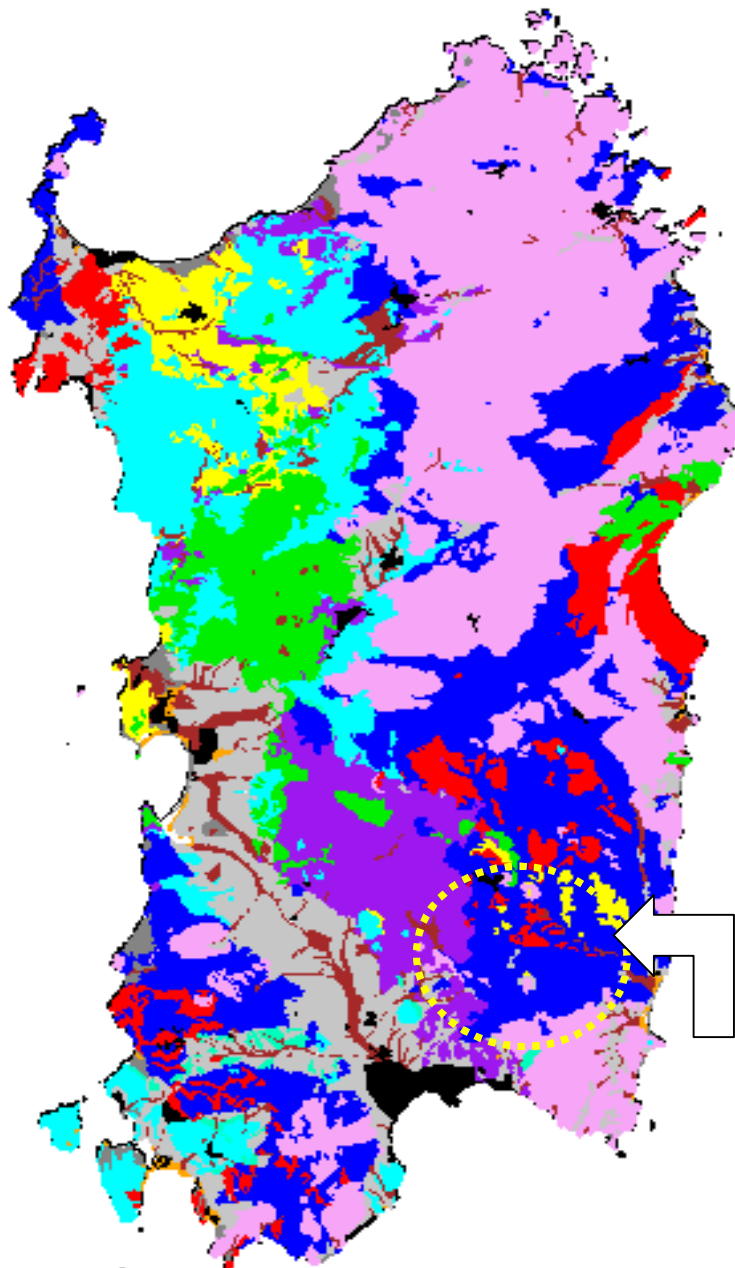
Pertanto, premesso ciò, dal punto di vista cartografico, secondo l'analisi della *Carta dei suoli della Sardegna*, l'intervento in progetto ricade nella Unità Cartografica: **4**. Tuttavia, per completezza delle indagini, sarà descritta anche la limitrofa Unità **29**.

te sulla base delle seguenti caratteristiche:

(tipo di substrato, tipo di profilo, natura dei suoli

- 1) **predominanti e relativi caratteri);**
- 2) **proprietà fondamentali dei suoli che le caratterizzano;**
- 3) **appartenenza ad una determinata classe di capacità d'uso del suolo ed alle principali limitazioni riscontrabili;**
- 4) **principali attitudini;**
- 5) **eventuali fenomeni di degradazione in atto.**

Unità Pedologiche presenti nell'area in cui ricade il progetto  
(Cartografia da: Aru A., Baldaccini P., Vacca A., 1991).



mente diffusa nel territorio regionale dove occupa una superficie pari a oltre il 16%.

A tale Unità sono associate forme da aspre a subpianeggianti su quote comprese tra 0-800 e 1.000 metri s.l.m.

Rispetto alla localizzazione della proposta progettuale tale Unità Cartografica può essere considerata marginale, questa risulta ampiamente diffusa in tutta la zona del tratto terminale del corso d'acqua oggetto di intervento.

Dal punto di vista tassonomico, come meglio evidenziato nella Tabella che segue, secondo la Classificazione Americana (*Soil Taxonomy-U.S.D.A.*, 1999) i suoli predominanti che caratterizzano questa Unità sono:

- ✓ *Typic, Dystric, e Lithic Xerorthents; Typic, e Lithic Xerochrepts.*

Ordine	Sottordine	Grande Gruppo	Sottogruppo
Entisuoli	Orthents	Xerorthents	Typic, Dystric, e Lithic Xerorthents
Inceptisuoli	Ochrepts	Xerochrepts	Typic, e Lithic Xerochrepts
Classe di capacità d'uso (Land Capability Classification)			VII; VI

*Principali suoli appartenenti all'Unità Cartografica 4 e relativa Classe di Capacità d'uso.*

Si tratta di suoli caratterizzati dalle seguenti proprietà:

- ✓ tessitura da franco-sabbiosa a franco-argillosa;
- ✓ media concentrazione di sostanza organica;
- ✓ assenza di carbonati;
- ✓ parzialmente desaturati in basi;
- ✓ capacità di scambio cationico da media a bassa;
- ✓ da poco a mediamente profondi;
- ✓ da permeabili a mediamente permeabili;
- ✓ rischio di erosione elevato.

ne ne consentono solamente l'utilizzo per il pascolo ed  
lizzati dalla presenza allevamenti, talvolta di natura  
intensiva, la cui pressione di carico rappresenta spesso uno dei fattori maggiormente  
responsabili del diffondersi degli incendi dai quali, derivano i fenomeni di erosione e  
trasporto solido con conseguente scomparsa degli strati superficiali di suolo.

I suoli caratteristici di questa Unità Cartografica rientrano nell'Ordine degli Entisuoli e degli  
Inceptisuoli. I primi presentano come caratteristica principale la mancanza di uno sviluppo  
significativo del profilo; sono dunque poco evoluti a causa di limitati processi pedogenetici e  
pertanto privi di orizzonti diagnostici. Tali suoli si sviluppano su substrati di recente  
formazione o in presenza di una marcata erosione. Nel primo caso è evidente che il  
elemento principale per la scarsa pedogenesi è il fattore tempo, nel secondo caso è l'erosione a  
comportare un progressivo ringiovanimento del profilo che, dove il fenomeno si manifesta in  
maniera più marcata, può comportare l'affioramento della roccia madre. In entrambi i casi il  
risultato finale è comunque la presenza di un orizzonte superficiale che poggia direttamente  
sul substrato pedogenetico.

In particolare, gli Entisuoli a regime xerico (umido in inverno e particolarmente arido nel  
periodo estivo), Xerorthents, sono caratterizzati dalla presenza di un tipico profilo A-C con un  
sottile orizzonte di superficie ai primi stadi dell'alterazione e povero di sostanza organica  
(ochrico). La potenzialità di questo tipo di suoli e l'idoneità all'irrigazione in aree come quella  
dell'area di intervento, nella quale gli stessi hanno avuto origine da paesaggi su metamorfici,  
è piuttosto modesta. Si osservano infatti limitazioni dovute alla tessitura grossolana ed alla  
presenza di un eccesso di scheletro nel profilo. A queste si uniscono la pietrosità e la  
rocciosità elevata, la debole fertilità ed il pericolo di erosione.

Gli Inceptisuoli comprendono suoli giovani, il nome deriva infatti dalla parola latina  
Inceptum, che significa inizio o principio. Si tratta di suoli con profili che presentano  
orizzonti a debole evoluzione dovuta verosimilmente alla composizione mineralogica con  
basso grado di alterazione. Tuttavia se paragonati agli Entisuoli presentano uno sviluppo del  
profilo più avanzato, ma comunque inferiore se paragonato alle altre categorie della  
Classificazione.

In particolare, gli Inceptisuoli a regime xerico, Xerochrepts, sono caratterizzati dalla presenza  
di un sottile orizzonte superficiale ochrico. La potenzialità produttiva e l'idoneità  
all'irrigazione sono abbastanza modeste presentano infatti limitazioni elevate che non li  
rendono adatti all'uso agricolo. Le principali limitazioni possono riguardare le pendenze

li erosione, un limitato spessore del suolo con una  
ilo.

## UNITÀ 29

Si tratta di un'Unità Cartografica che caratterizza il substrato su cui scorrono i principali corsi d'acqua presenti nell'isola. Si riscontra infatti nella maggior parte delle pianure alluvionali. Rispetto alla localizzazione degli interventi, rappresenta indubbiamente l'Unità Cartografica più importante, si può infatti affermare che la costruzione prevista nel progetto rientra totalmente in essa, anche se, è bene sottolinearlo ancora una volta, un'analisi corretta deve necessariamente prendere in considerazione l'area vasta di influenza del progetto.

Tale Unità è associata a forme pianeggianti o leggermente depresse su quote comprese tra 0 e 400 metri s.l.m.

Dal punto di vista tassonomico, come meglio evidenziato nella Tabella che segue, secondo la Classificazione Americana (Soil Taxonomy-U.S.D.A., 1999) i suoli predominanti che caratterizzano questa Unità sono:

- ✓ Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluents.
- ✓

Ordine	Sottordine	Grande Gruppo	Sottogruppo
Entisuoli	Fluents	Xerofluents	Typic, Aquic, Vertic e Mollic Xerofluents
Classe di capacità d'uso (Land Capability Classification)			I; II

*Principali suoli appartenenti all'Unità Cartografica 29 e relativa Classe di Capacità d'uso.*

Si tratta di suoli caratterizzati dalle seguenti proprietà:

- ✓ tessitura da sabbioso-franca a franco-argillosa;
- ✓ contenuto in scheletro assai vario ma che, in alcuni casi, può essere anche molto abbondante;
- ✓ media concentrazione di carbonati che, tuttavia possono essere assenti;
- ✓ saturi in basi;
- ✓ profondi, da permeabili a poco permeabili.

legate all'accesso di scheletro in tutto il profilo od in  
mitato nelle zone più depresse. Non presentano un  
elevato pericolo di erosione e grazie alla elevata capacità d'uso, mostrano una particolare  
idoneità per il settore agricolo anche intensivo con colture erbacee ed arboree, anche irrigue.  
Poiché i suoli caratteristici di questa Unità Cartografica rientrano nello stesso Ordine  
dell'Unità Cartografica 4 precedentemente descritta (Entisuoli), anche in questo caso valgono  
le medesime considerazioni generali.

Tuttavia è necessario sottolineare che, a differenza del caso precedente, cambiano Sottordine e  
Grande Gruppo. Nel caso specifico infatti suoli presenti nell'area in esame e facenti parte di  
questa Unità, appartengono al Sottordine Fluvents; si tratta di substrati in cui l'altezza del  
profilo è generalmente superiore al metro ed è caratterizzata da una successione di orizzonti  
A-C nel quale l'orizzonte A risulta quasi sempre essere sottoposto a lavorazione. Secondo il  
sistema classificativi utilizzato nel presente studio, sono considerati tra i più fertili dell'Ordine  
degli Entisuoli, e sono particolarmente adatti all'agricoltura intensiva sia con colture erbacee,  
arboree ed anche irrigue. A scala locale tali considerazioni sono confermate dalla presenza  
nell'area di intervento del progetto di ampie aree nelle quali si riscontrano coltivazioni a  
frutteti e oliveti nonché a seminativi.

Pur presentando una elevata potenzialità produttiva presentano comunque alcune limitazioni  
legate alla tessitura fine ed alla debole permeabilità nonché all'eventuale presenza di sali. Si  
tratta di caratteristiche che richiedono interventi migliorativi soprattutto se si intende orientare  
lo sfruttamento del terreno verso il regime irriguo.

### 3.4.1. Descrizione della metodologia di indagine

Per l'analisi sulla componente floristica e vegetale dell'area è stata adoperata la metodologia di rilevamento delle cenosi sul campo. Questa metodologia permette la comprensione delle dinamiche della vegetazione attuale e potenziale, ovvero di quella vegetazione che si potrebbe instaurare nell'area in mancanza di disturbi di origine antropica. Le cenosi analizzate sono state in prima istanza quelle direttamente coinvolte nel progetto, nonché quelle limitrofe anche se non soggette ad impatto. Ogni tipologia vegetale indagata indica condizione edafiche, micro-climatiche ed ecologiche peculiari.

L'analisi presentata consta di due differenti parti:

- descrizione della diversità della vegetazione e individuazione dei tipi di vegetazione caratterizzanti la copertura vegetale (tipi *oridondanti* o *odominanti*). Questa parte è stata condotta mediante indagine fitosociologica;
- descrizione della naturalità delle cenosi vegetali precedentemente indagate. Questa descrizione è stata eseguita mediante la *riclassificazione* dei tipi fitosociologici precedentemente indagati.

Deve essere evidenziato come lo studio della diversità biocenotica può essere condotto avvalendosi della Fitosociologia mediante la quale si definiscono le comunità di piante, dette associazioni, che, in base alla definizione data dal fondatore della disciplina, Braun-Blanquet (1915), sono *aggruppamenti vegetali più o meno stabili ed in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzati da una composizione floristica determinata, nei quali alcuni elementi esclusivi o quasi (specie caratteristiche) rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare e autonoma*.

Nelle pagine che seguono vengono riportati i rilevamenti fitosociologici eseguiti nell'area di studio con i relativi commenti riguardanti le tipologie vegetali indagate ed il loro stato attuale, le spiegazioni inerenti le differenti tipologie cenotiche (prevalentemente sotto forma di classi fitosociologiche) che sono state osservate durante il rilevamento della vegetazione sul campo.

#### **ALNETEA GLUTINOSAE**

Questo tipo di vegetazione è data dalla dominanza di *Alnus glutinosa* (ontano nero) e, in misura minore, *Salix* sp. (Salice) e si instaura prevalentemente là dove le condizioni trofiche

etrofia.

Le cenosi sono spesso sottoposte a lunghi periodi di sommersione, almeno parziale, e la presenza, all'interno dell'associazione rilevata, di *Nerium oleander*, *Ficus carica* che ne definiscono un carattere indubbiamente più termofilo.

Le cenosi appartenenti a questa classe di vegetazione si ritrovano spesso associate *Phragmites australis* e, dove le condizioni trofiche dell'acqua assumono caratteri decisamente ipertrofici, da *Arundo donax*.

Per quanto attiene alla diversità floristica si osserva spesso la presenza di *Hypericum hircanicum*, *Carex microcarpa*, *Euphorbia semiperfoliata*, *Osmunda regalis*, *Oenanthe crocata* e *Salix* sp. Nello strato arboreo è inoltre osservabile spesso una codominanza data da *Alnus glutinosa* in associazione con *Nerium oleander* e *Ficus carica*.

Lo stato attuale di queste cenosi risulta buono anche se spesso si osservano forme di degradazione più o meno spinta ascrivibili ad impatti antropici dovuti in gran parte agli usi delle terre passati ed attuali (soprattutto frutticoltura).

#### **NERIO-TAMARICETEA e PHRAGMITI MAGNOCARICETEA**

La classe NERIO-TAMARICETEA comprende la cosiddetta "vegetazione a galleria" che si ritrova lungo i fiumi delle zone aride e semiaride. Tra le specie guida di questa classe si ritrovano quelle con portamento di alti cespugli come il *Tamarix africana* ed il *Nerium oleander*. Nel caso in esame l'ambiente tipico è quello delle fiumare con portata a carattere torrentizio dove, durante le intense piogge autunnali e primaverili, si possono avere piene disastrose, con completa sommersione della vegetazione di sponda, ed intensi processi erosivi e di deposizione di sedimenti grossolani. Invece, durante l'estate, l'acqua può scomparire del tutto dalla superficie e le piante si trovano nella necessità di attingere alla falda mediante radici sviluppate in profondità.

Per quanto riguarda la classe PHRAGMITI-MAGNOCARICETEA appartengono a questo ordine quelle cenosi che si ritrovano prevalentemente lungo le sponde dei corsi d'acqua dolce a carattere lentic. In particolare, nell'area indagata, tale classe è rappresentata dall'associazione *Phragmitetum communis*, che si osserva lungo le sponde del corso del Rio Flumendosa dove spesso si osserva una forte seriazione con la classe ALNETEA GLUTINOSAE immediatamente retrostante;

## O-BRACHIPODIETEA

cenosi di chiara origine antropogenica (vegetazione sinantropica) che sono diretta conseguenza delle modificazioni antropiche della copertura originaria dovute a cause principalmente riconducibili all'utilizzazione del territorio per scopi agricoli (frutticoltura ed olivicoltura). La vegetazione rilevata nell'area di studio, ed appartenente a queste due classi, è prevalentemente formate da specie terofitiche (ciclo di vita annuale) a forte carattere effimero ed invasivo. L'ambiente nella quale predominano queste cenosi si caratterizza per l'elevata nitrofilia e la spinta degradazione dei suoli. Dal punto di vista fisionomico queste cenosi sono caratterizzate da fioriture vistose che delimitano fortemente l'intero paesaggio nonché il passaggio tra vegetazione antropica e naturale.

L'uso del suolo risente dunque chiaramente delle forme di utilizzazione antropica (agricoltura) che portano a cenosi discontinue, con bassissimo grado di copertura, dominate ampiamente da specie erbacee capaci di colonizzare questi ambienti, indifferentemente dall'esposizione. Dal punto di vista biocenotico questa vegetazione rappresenta gli stati di maggiore degradazione dell'ambiente indagato.

## QUERCETEA ILICIS

Questa classe di vegetazione viene riportata nel presente studio unicamente per motivi di completezza delle informazioni, pur non ricadendo all'interno dell'area influenzata dal progetto, ma essendo largamente diffusione nell'area circostante. Questa classe è rappresentata principalmente da formazioni a macchia e gariga termo xerofila. Si tratta di cenosi fortemente degradata. Questo tipo di vegetazione rappresenta l'ultima tappa della degradazione della foresta a leccio, il corteggio floristico e rappresentato da specie quali: *Pistacia lentiscus*; *Myrtus communis* *Cistus salvifolius*, *Cistus monpseliensis*, *Cistus incanus*, *Asphodelus microcarpus*, *Helichrysum italicum*, ecc., ovvero da specie che rappresentano appunto una spinta fase di degradazione a causa di vari fattori (pascolo, incendi, ecc.).

## La Carta della vegetazione

La carta della vegetazione è stata realizzata mediante la fotointerpretazione delle tipologie vegetali individuabili, in prima istanza, nelle foto aeree (caratterizzazione fisionomica) e, successivamente, per comparazione con i rilevamenti fitosociologici effettuati in campo. Le fasi di lavoro sono state le seguenti:

**1) fotointerpretazione in studio:** sulla base delle foto aeree sono stati realizzati dei

di fotogrammi è stata realizzata, alla medesima scala, nella quale sono stati fotorestituite tutte le linee di contorno dei tipi di vegetazione fotointerpretati in base alle differenze di colore o semplici variazioni di sfumature;

**2) rilevamenti in campo:** una volta realizzata la fotointerpretazione si è passati ai rilevamenti in campo, ovvero percorrendo l'intero territorio da cartografare si è cercato di circoscrivere e, quando necessario, correggere le aree precedentemente individuate in studio. In questo modo ogni area delimita tipologie vegetali differenti. Ad ognuna di queste tipologie vegetali è stata successivamente attribuita una definizione fitosociologica mediante i rilevamenti effettuati.

La carta elaborata, con la relativa legenda, viene di seguito riportata. Dall'analisi di quanto ottenuto mediante la realizzazione di tale carta possono essere evidenziati i seguenti punti: le cenosi dominanti in gran parte dell'area sono quelle di chiara origine antropogenica. Infatti, si osserva, in prima istanza, una netta dominanza areale delle classi fitotassonomiche dei THERO-BRACHIPODIETEA e STELLARIETEA MEDIAE seguite dalle aree sottoposte a coltivi per olivicoltura, vitigni, mandorleti, ortive.

Le cenosi appartenenti alla classe degli ALNETEA GLUTINOSAE, ovvero a quella tipica vegetazione degli ambienti fluviali dominata dalla presenza di ontano nero, occupano aree ristrette lungo il corso del rio, tratti destro e sinistro a monte ed a valle del ponte. Sono circoscritte da aree sottoposte a colture più o meno intense e ortive. Questa cenosi denota una forte regressione, la specie più abbondante è il salice (*Salix* sp.), qua e là compare qualche pianta di Pioppo (*Populus tremula*) di discrete dimensioni diametriche ed in buono stato sanitario, qualche pianta di Ontano nero (*Alnus glutinosa*), qualche pianta di Tamerice (*Tamarix africana*), mentre a contatto col rio, lungo tutto il corso indagato sono presenti copiose le canne (*Phragmitetum communis*). A monte del ponte, lato destro tra i coltivi e la formazione descritta compare l'associazione a NERIO-TAMARICETEA e PHRAGMITI MAGNOCARICETEA con *Tamarix africana*, *Nerium oleander*, *Phragmitetum communis*. Anche questa cenosi denota una forte regressione.

Procedendo verso l'abitato di Ballao lungo le sponde destra e sinistra del Rio, compare anche in questo tratto l'associazione a ALNETEA GLUTINOSAE. Questa associazione circoscritta da aree sottoposte a colture più o meno intense e ortive, denota anche nel tratto del Rio in esame una forte regressione, la specie più abbondante è il salice, fragile e rosso. Qua e là compare qualche soggetto di Pioppo bianco, qualche pianta di Ontano nero, di Tamerice. A

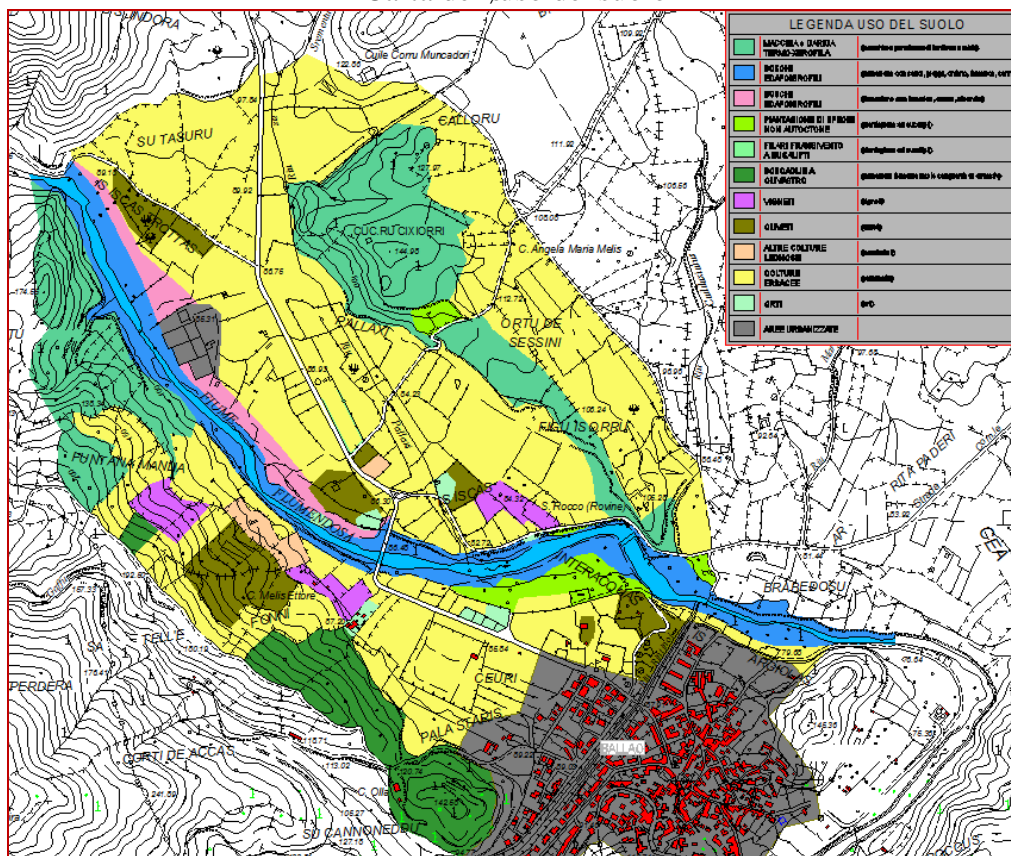
nune.

zione descritta è circondata da piantagioni di Eucalitti (Eucalyptus camaldulensis).

L'intero intervento ricade unicamente su aree nella quale è stata riscontrata una vegetazione di origine antropica (si osservi la carta della vegetazione) sia di tipo colturale (oliveti) che di disturbo (vegetazione antropogenica appartenente alla classe dei THEROBRACHIPODIETEA e STELLARIETEA MEDIAE).

In definitiva, la carta della vegetazione ha permesso di individuare una forte eterogeneità degli aspetti connessi alle differenti cenosi presenti nell'area di studio. Questa eterogeneità è indice spesso di una forte perturbazione biocenotica diretta conseguenza degli impatti antropici che insistono sull'intero bacino. Inoltre, parte di tali aspetti, possono essere indubbiamente correlati alla presenza del fiume che determina una forte influenza su talune cenosi indagate (ALNETEA GLUTINOSAE, NERIO-TAMARICETEA e PHRAGMITI MAGNOCARICETEA) rendendo l'ambiente fortemente mutevole a causa di una continua modifica sia delle forme che dei substrati.

Carta dell'uso del suolo



### 3.5.1. Rilevanza ambientale

In un ambiente fluviale, flora e fauna, sono strettamente legate nella catena biologica, l'ecosistema naturale è complesso ed è caratterizzato dalla presenza di organismi viventi strettamente interdipendenti tra loro e con l'ambiente che li ospita.

La biodiversità del Rio come del resto di qualsiasi altro ecosistema, è rappresentata per oltre l'80% da invertebrati i quali dal punto di vista ecologico, assieme ai vegetali, rappresentano il fondamento di tutta la rete alimentare e la fonte di sostentamento dei livelli trofici superiori dei consumatori. I pesci, i mammiferi e gli uccelli acquatici, pur costituendo gli elementi faunistici più visibili, come numero di specie ed anche come biomassa rappresentano una esigua minoranza e la loro stessa esistenza è legata, attraverso la rete alimentare alla componente vegetale ed a quella degli invertebrati.

La zona di progetto, per il suo carattere puntuale soprattutto, non rappresenta un importante punto per la presenza di invertebrati, pesci, mammiferi né di svernamento o estivazione di specie di uccelli durante le migrazioni autunnali e primaverili, né un importante area di nidificazione per alcune di queste specie. L'analisi faunistica è stata condotta considerando le componenti ambientali caratteristiche del contesto indagato del rio Flumendosa. Il luogo direttamente interessato dall'intervento e soprattutto l'area circostante non comprende valenze ambientali significative.

### 3.5.2. Dati disponibili e fonti consultate

La componente faunistica dell'area è stata finora scarsamente studiata ed i dati a disposizione considerati nella presente analisi sono quelli disponibili a livello regionale

Per quanto riguarda la serie dei censimenti effettuati sul territorio ci si è avvalsi dell'Inventario delle Zone Umide Costiere della Sardegna predisposto dall'Associazione per il Parco del Molentargius Saline Poetto su iniziativa della Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato Beni Culturali e Pubblica Istruzione.

### 3.5.3. Diversità faunistica

L'area presenta un ambiente omogeneo caratteristico dell'alveo del fiume. E' possibile riconoscere una specifica comunità di organismi animali associata alle condizioni fisiche e vegetazionali.

ume di medio corso, caratterizzato da acqua fredda, la crescita di muschi oltre a favorire la presenza di insetti come le **effimere**. Queste ultime sono specie tipicamente acquatiche con corpi delicati e ali trasparenti, le cui larve, dette ninfe, rappresentano il cibo molto appetibile per i pesci.

Quando il corso del fiume si fa più lento e sinuoso e i fondali incominciano ad essere prima sabbiosi e poi limosi, le acque sono più calde e povere di ossigeno, è possibile trovare la carpa (*Ciprinus carpyo*). La sua origine è asiatica ed è stata importata nelle nostre acque già in epoca romana. In questo tratto di fiume compare anche la tinca (*Tinca tinca*), pesce di fondo che vive in acque tranquille, il quale, con il sopraggiungere dell'inverno sprofonda nel fango in uno stato d'inattività.

Per quanto riguarda la presenza ittica del Flumendosa, è assai diffusa la anguilla (*Anguilla anguilla*), pesce dal corpo serpentiforme, che per riprodursi migra in mare per deporre le uova nel Mar dei Sargassi.

Dove la vegetazione si presenta rigogliosa e la corrente è debole, oppure nelle pozze d'acqua stagnante create dal divagare del fiume nei periodi di piena, possiamo incontrare alcune specie di anfibi. Il ruolo ecologico di queste specie è importantissimo in quanto loro stesse sono un alimento base per diversi tipi di uccelli e mammiferi.

Tra gli anfibi che vivono in questo habitat, si cita il discoglossò sardo (*Discoglossus sardus*) appartenente all'ordine degli Anuri che si nutre di piccoli invertebrati, uova e larve di altri anfibi (girini) e può trascorrere parte della sua vita lontano dall'acqua, rifugiandosi in ambienti umidi tra muschi, sassi e ceppi marcescenti.

Appartengono al medesimo ordine anche il rospo smeraldino (*Bufo viridis*)- e la raganella (*Hyla sarda*), presenti lungo il fiume. Il rospo, di abitudini notturne, e la raganella si avvicinano alle acque solo durante il periodo riproduttivo.

Il greto del fiume offre inoltre rifugio a numerosi rettili, i quali trovano in esso un habitat ideale, grazie alla presenza di banchi di ghiaia e sabbia, vegetazione pioniera, zone cespugliose e non da ultimo l'acqua. È possibile riscontrare la presenza della rara testuggine d'acqua (*Emys orbicularis*) e del biacco (*Coluber viridiflavus*), entrambi sicuramente presenti nel flumendosa ma certamente rari nella località. Nei campi a ridosso del punto indagato si trovano assai diffuse specie di rettili quali la lucertola campestre (*Podarcis sicula*), la lucertola tirrenica (*Podarcis tiliguerta tiliguerta*) e il gongilo ocellato (*Chalchides ocellatus*).

Sulle rive e nei rami morti dei fiumi, dove si originano ampie pozze, proliferano le erbe palustri, che insieme alla fitta presenza di canneti, funzionano da rete filtrante trattenendo

ii, crostacei, insetti, larve e piccoli pesci. Tutti questi ecologiche risentono significativamente di una antropizzazione minore, rappresentano una importante fonte di cibo per molti uccelli come l'airone rosso (*Ardea purpurea*), la garzetta (*Egretta garzetta*) e il tarabuso (*Botaurus stellaris stellaris*).

Procedendo verso valle, rispetto al punto in progetto, dove il rio allarga il suo letto e forma anse e meandri attraverso la piana alluvionale, le acque diventano più tranquille, più calde e ricche di sostanze nutritive. In questa regione si incomincia ad accumulare limo in quantità tale da poter consentire ad alcune piante di crescere sul fondo, mentre sulle rive si possono riconoscere i salici e i pioppi. In questi luoghi è possibile avvistare alcuni esemplari di avifauna tra cui il martin pescatore (*Alcedo atthis atthis*), con il suo piumaggio verde-azzurro iridescente, la cui base alimentare è costituita da pesci e insetti. Lungo le rive del fiume la vegetazione offre riparo anche a molte specie di mammiferi volpe (*Vulpes vulpes*), riccio (*Erinaceus europaeus*), topo campagnolo (*Apodemus sylvaticus*) e di uccelli quali il pigliamosche (*Muscicapa striata striata*), la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus chloropus*).

Queste aree rappresentano il territorio di caccia ideale per il falco di palude (*Circus aeruginosus aeruginosus*) che, tra le canne, trova piccoli mammiferi, rane, serpenti, uccelli e lucertole di cui si nutre. Nelle aree limitrofe al fiume e convertite ormai da tempo a coltivazione, diverse specie di uccelli hanno trovato i luoghi ideali per nidificare; si possono osservare specie come il cardellino (*Carduelis carduelis tchusii*), il passero d'Italia (*Passer italiae*), il fringuello (*Fringuella coelebes*), la pavoncella (*Vanellus vanellus*), il verdone (*Carduelis chloris madaraszi*), la tortora selvatica (*Streptopelia tutor moltonii*), la cinciarella (*Parus caeruleus*), l'upupa (*Upupa epops epops*). Le zone aperte, e le aree marginali al fiume, costituiscono il territorio di caccia del gheppio (*Falco tinnunculus tinnunculus*) che si alimenta di topi, lucertole, rane e anche piccoli uccelli. Risultano presenti anche la poiana (*Buteo buteo*), l'albanella reale (*Circus cyaneus cyaneus*) e l'assiolo (*Otus scops*), questo ultimo a forte rischio di estinzione a causa della scomparsa dei grossi insetti, sua principale fonte di alimentazione.

### 3.6.1. Premessa

Considerata la tipologia progettuale oggetto del presente studio, si ritiene che la conoscenza del sistema socio-economico del territorio in esame rappresenti un presupposto importante per l'analisi dei possibili effetti della realizzazione dello stesso nell'area.

Infatti oltre avere degli effetti positivi per la salvaguardia e la protezione del luogo dal punto di vista idrogeologico, l'intervento ha la finalità ambientale e di protezione delle aree vallive, diffusamente coltivate, oltre che garantire un adeguato sistema viario in grado di garantire un agevole collegamento con i centri vicini.

Per delineare le caratteristiche socio-economiche dell'ambito territoriale interessato, si è fatto riferimento ai dati forniti dall'ISTAT e dall'Osservatorio Industriale, in particolare quelli relativi a:

- censimento della popolazione e delle abitazioni (1971)
- censimento della popolazione e delle abitazioni (1981)
- censimento della popolazione e delle abitazioni (1991)
- censimento della popolazione e delle abitazioni (2001)

### 3.6.2 Popolazione

Secondo i dati ISTAT, nel 2001 la popolazione residente nel territorio del comune era di poco più di 1000 abitanti con una densità pari a 30 abitanti per Km<sup>2</sup>.

Di seguito sono stati riportati i dati relativi all'andamento della popolazione nelle quattro province della Sardegna in relazione al periodo 1995-2001 (Tabella 3). Dall'analisi dei quali, si osserva come gli ultimi anni sono stati caratterizzati da un continuo calo demografico, dovuto principalmente ai fenomeni di migrazione della popolazione per le scarse opportunità lavorative presenti sul territorio e l'adeguata disponibilità e fruibilità dei servizi. Sono stati riportati (Tabella 4), inoltre, i dati elaborati dall'Osservatorio Industriale sulla base delle ricerche ISTAT sulla popolazione (2001) relativamente al quadro socio-economico delle nuove province (aggregazioni territoriali previste dalla L.R. 2 gennaio 1997 n.42)

POPOLAZIONE RESIDENTE

ANNO	POPOLAZIONE RESIDENTE			
	Provincia di Cagliari	Provincia di Nuoro	Provincia di Oristano	Provincia di Sassari
1995	769.993	272.985	158.131	459.592
1996	771.722	272.505	158.722	460.006
1997	770.101	271.870	158.576	460.891
1998	767.169	270.576	157.931	458.794
1999	766.066	269.422	157.215	459.185
2001	749.393	260.345	149.620	440.153

**Tabella 1** - Popolazione residente nelle province della Sardegna

(Dati ISTAT 2001).

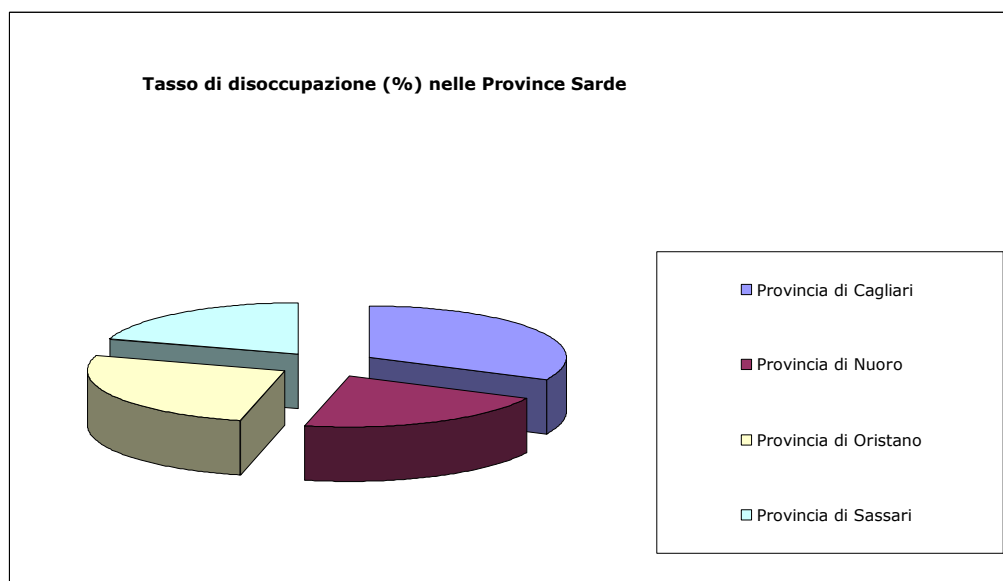
AGGREGAZIONI TERRITORIALI	POPOLAZIONE RESIDENTE		
	M	F	MF
<b>Cagliari</b>	245.540	258.478	504.018
Medio Campidano	63.188	64.377	127.565
Carbonia-Iglesias	66.676	69.488	136.164
Nuoro	81.098	84.090	165.188
Ogliastra	28.545	29.435	57.980
Oristano	79.720	82.760	162.480
Sassari	154.739	162.797	317.536
Olbia Tempio	63.587	64.993	128.580
<b>Totale</b>	<b>783.093</b>	<b>816.418</b>	<b>1.599.511</b>

**Tabella 2** - Dati sulla popolazione relativi alle aggregazioni territoriali previste dalla L.R. 2 gennaio 1997 n.4 (Dati Oss. Ind. 2001).

dati del censimento ISTAT del 2001, la provincia di Cagliari risulta nella condizione più alta a rispetto alle altre province (Tabella 3), infatti si osserva un tasso di disoccupazione del 22,8%.

	PROVINCIA DI CAGLIARI	PROVINCIA DI NUORO	PROVINCIA DI ORISTANO	PROVINCIA DI SASSARI
<b>PERSONE IN CERCA DI OCCUPAZIONE</b>	70	16	11	27
<b>FORZA LAVORO</b>	307	105	60	188
<b>TASSO DI DISOCCUPAZIONE %</b>	22,8	15,2	18,3	14,4

**Tabella 3** - Confronto tra i tassi di disoccupazione, maschile e femminile, nelle quattro province della Sardegna (Dati ISTAT 2001 espressi in migliaia).



**Figura 1** - Tassi di disoccupazione, maschile e femminile, nelle quattro province della Sardegna (Dati ISTAT 2001 espressi in migliaia).

ao è stato desunto con indagine diretta presso il  
Anagrafe ; sulla base del rilevamento al 31/12/1996 si ha

la seguente ripartizione:

- popolazione residente maschile ..... n^ 533
- popolazione residente femminile ..... n^ 538
- popolazione residente complessiva ..... n^ 1071
- famiglie insediate ..... n^ 379

### 3.6.4 Movimento demografico

Dalla consultazione dei dati presso il competente Ufficio Comunale di Anagrafe si è desunta la seguente tabella dei òsaldi demograficiö:

Anno	Popolazione	Nati	Morti	Immigrati	Emigrati
1982	1201	21	13	44	59
1983	1197	22	14	46	58
1984	1194	21	5	29	78
1985	1183	14	13	43	55
1986	1161	9	16	8	23
1987	1138	7	11	11	30
1988	1129	10	15	20	24
1989	1111	4	16	23	29
1990	1123	17	10	26	1
1991	1108	7	8	14	28
1992	1102	14	12	21	32
1993	1095	16	15	35	21
1994	1098	18	8	22	29
1995	1093	4	15	31	25
1996	1071	5	17	17	27
1997	1056	7	13	15	24

Dalla tabella sopra riportata si rileva un lento ma continuo decremento demografico che, nell'ultimo quindicennio, ha determinato una riduzione di circa 150 abitanti residenti.

invertire la tendenza ultima dei dati demografici, con

Il Comune di Ballao ha un indice di vecchiaia e pre vecchiaia rilevante che da solo copre circa il 38% della popolazione residente; valore sicuramente superiore al dato medio provinciale.

Per contro, la popolazione potenzialmente attiva è numericamente rilevante, circa il 40% del dato complessivo; elemento questo sicuramente positivo soprattutto in un contesto di crescita sociale ed economica.

La fascia d'età più giovane è numericamente molto contenuta.

Sotto l'aspetto economico le attività prevalenti sono quelle correlate al settore agricolo ed a quello pastorale:

- **settore agricolo:** la coltura prevalente è quella dei seminativi estensivi stagionali: grano duro e tenero, avena ed orzo; non mancano le colture specializzate praticate in forma minore, quali quelle ortive, viticole ed olivicole; queste ultime in continua crescita ed espansione. Nelle pianure fluviali sono non rare le colture foraggere in appoggio alle attività pastorali; le aziende esistenti, prevalentemente a conduzione familiare, non consentono redditi soddisfacenti, sia per la scarsa industrializzazione e meccanizzazione dei processi produttivi, sia per l'esasperato frazionamento fondiario.

- **settore pastorale:** diffusa è la pratica dell'allevamento, come nel resto del Gerrei; tutte le aziende pastorali sono del tipo semibrado, prevalentemente ovino/caprino, scarsi sono gli allevamenti bovini e non mancano quelli suini; al settore pastorale è correlata la pratica del miglioramento pascolo mediante seminativi di rotazione; recentemente gli allevamenti, anche per le ultime disposizioni sanitarie CEE, stanno assumendo carattere di specializzazione con la costruzione di stalle e ricoveri di carattere razionale, accompagnati dall'impiego di comparti elettromeccanici specifici (mungitrici e più).

- **settore forestazione:** recentemente sono state avviate alcune attività di forestazione produttiva; queste pur non avendo prodotto (ancora) benefici economici, di fatto limitano l'erosione naturale dei suoli, regolano il microclima ed incrementano la fauna naturale.

- **settore commerciale/industriale/terziario:** le industrie e le attività artigianali a valenza comprensoriale sono inesistenti. Le poche attività commerciali presenti hanno carattere esclusivamente locale, sono di tipo non specialistico e rivestono limitata importanza; esse sono costituite da laboratori ed unità produttive adibite a servizi di uso pubblico, tutte a conduzione familiare.

la turistica è pressoché inesistente, anche se il territorio  
i, ambientali ed archeologici di rilievo, che potrebbero

essere positivamente sfruttati a tali fini.

- **settore itticoltura:** nei primi anni 90 è stata avviata un'iniziativa di itticoltura a cura di una locale cooperativa; gli impianti sono stati ubicati lungo le sponde sx (verso valle) del rio Flumendosa in località Isca e is Trottasö; la costruzione dello stabulario è in fase avanzata, ma lo stesso non è stato ancora ultimato. Certamente l'avvio dell'impresa ittica costituirà iniziativa economica di rilievo, anche a carattere extralocale.

- **forze lavoro:** le forze lavoro non impiegate nei settori primari dell'agricoltura e dell'allevamento, sono in generale addette al terziario ed ai servizi (scuole, uffici pubblici, parastato e più) e di fatto rappresentano una voce rilevante nell'equilibrio socio economico del paese; di scarso rilievo è il numero degli addetti nel settore edilizio, mancano infatti imprese ed attività edili di importanza.

Indubbiamente le attività prevalenti agricole e pastorali potranno trovare giovamento da processi di razionalizzazione già pianificati attraverso i Piani Integrati dell'Area, che sommariamente prevedono la realizzazione di acquedotti agrari, di viabilità ed infrastrutture generali di carattere rurale; altresì come accennato i recenti provvedimenti contributivi CEE possono funzionare da volano di sviluppo e razionalizzazione delle attività produttive agro/silvo/pastorali.

### 3.6.5 CONCLUSIONI

Dall'analisi delle caratteristiche dell'intervento, della localizzazione dello stesso e degli aspetti socio-economici del territorio in esame, appare evidente che il settore agricolo - zootecnico è il principale ambito economico.

Il progetto di sistemazione del Rio Flumendosa e della viabilità, oltre ad avere effetti positivi sulla stabilità dei suoli, eserciterà effetti vantaggiosi anche per le aree agricole.

L'intervento permetterebbe il recupero di una porzione di terreni agricoli di valore elevato in quanto presentano, in linea generale, suoli adatti alle colture intensive. Detti terreni sono facilmente lavorabili, e pertanto dotati di buone caratteristiche di fertilità o comunque in grado di dare ottimi risultati con l'applicazione di normali dosi di fertilizzanti.

Il quadro che risulta porta a considerare che la finalità da raggiungere attraverso la realizzazione di questi interventi è dunque quella di apportare un significativo miglioramento della qualità globale del territorio a favore delle popolazioni e delle imprese del settore.

#### **4.1. PREMESSA**

La pianificazione e la progettazione di interventi sull'ambiente (considerato come un sistema complesso caratterizzato da intense relazioni ad effetto retroattivo) e nel caso specifico la realizzazione del ponte e la diretta conseguenza sul deflusso idrico, deve essere affrontata con un approccio di tipo *sistemico* che consenta di valutare gli effetti sul corso d'acqua interessato dalle opere ma anche gli effetti sulle altre componenti biotiche ed abiotiche dell'ecosistema, all'interno del quale interagiscono reciprocamente stabilendo tutta una serie di equilibri dinamici, che determinano poi la complessità di quel sistema.

Questi equilibri quindi, devono necessariamente essere presi in considerazione onde evitare di sconvolgere sia la natura del sistema su cui si interviene direttamente, sia gli equilibri dei sistemi ad esso correlati, pur non interessati direttamente.

Per tali ragioni, nel presente Studio, ai fini della definizione dei possibili impatti sul sistema ambientale complessivo, le fasi di costruzione e di esercizio sono state analizzate separatamente, in quanto le potenziali azioni causali sono diverse per natura, dimensione e durata temporale.

La fase di identificazione degli impatti ambientali è di estrema importanza in quanto, attraverso una analisi interdisciplinare vengono identificate le azioni correlate al progetto, che, presumibilmente, potrebbero determinare modificazioni, sia *qualitative* sia *quantitative*, sull'ambiente considerato.

È bene precisare che ogni considerazione è espressa in un ambito del tutto previsionale, che assume un'importanza strategica, ma del quale si deve necessariamente tenere conto.

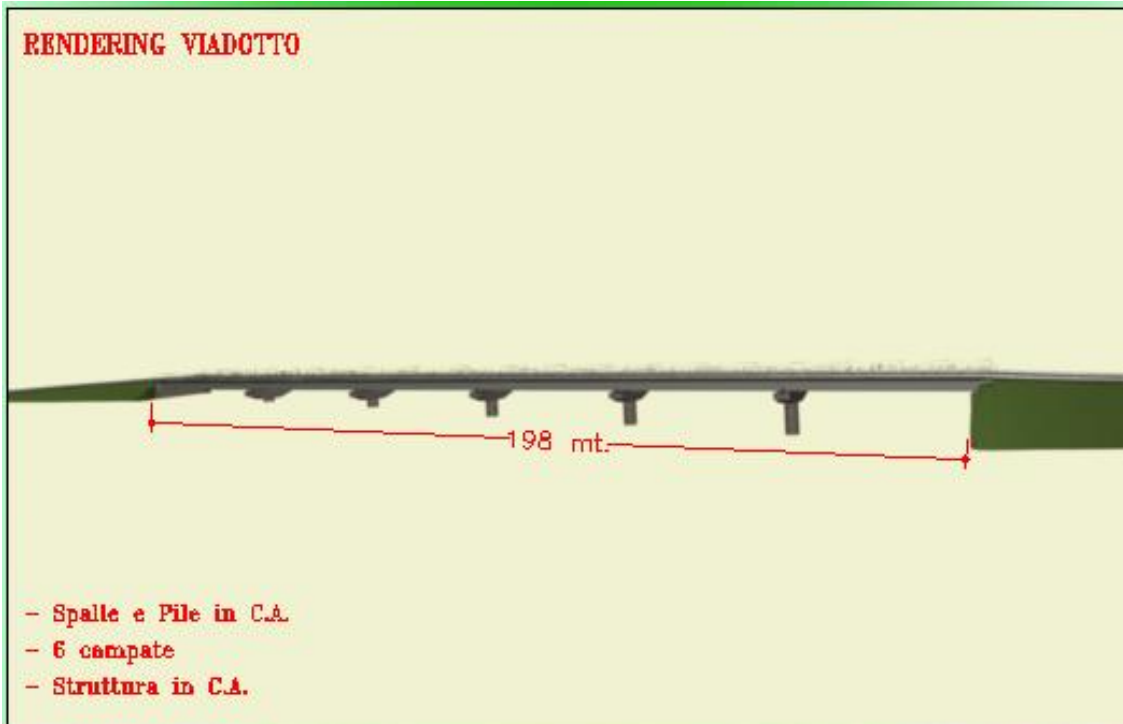
#### **4.2. IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI E DELLE AZIONI CONNESSE ALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO**

La fase preliminare alla scelta della metodologia per la valutazione dei potenziali impatti del progetto è quella di identificare, sulla base delle specifiche del progetto stesso, le azioni in grado apportare modifiche al sistema ambientale interessato. Queste sono state definite sulla base dell'analisi di una delle tre alternative progettuali, considerato che due delle tre sono puramente indicative e non realizzabili per il costo elevato e per gli impatti ambientali decisamente insostenibili.

Le ipotesi progettuali possono essere così sintetizzate:

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

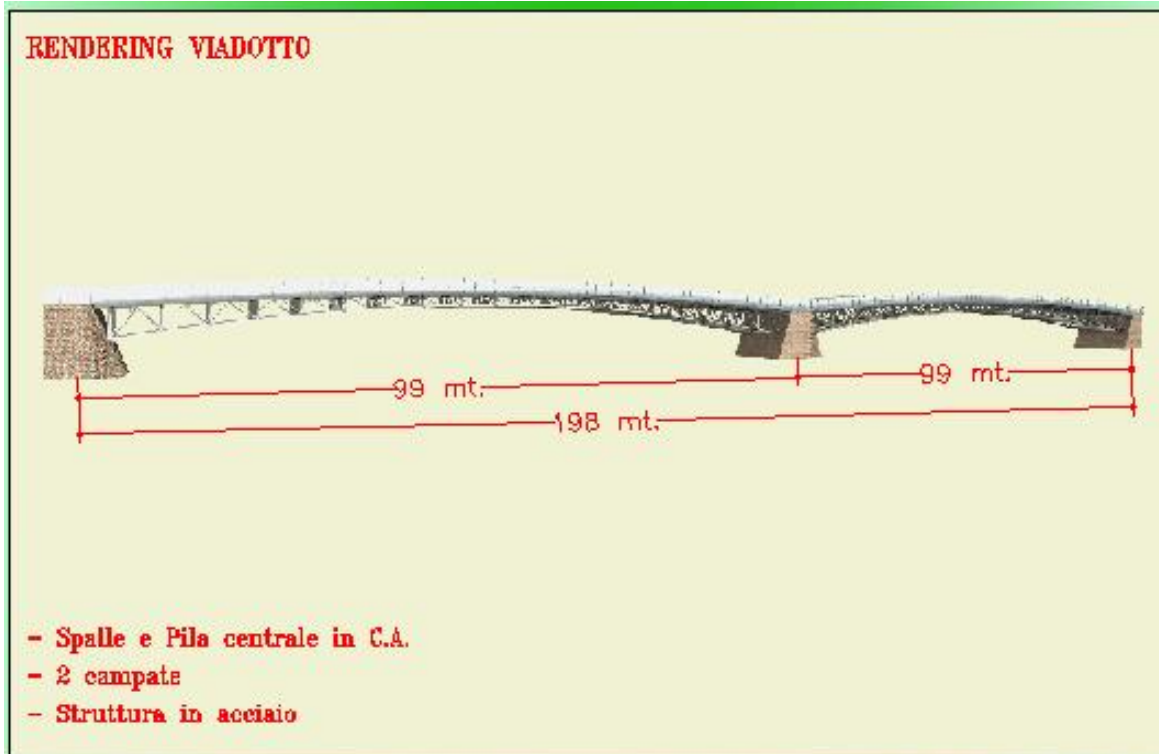
...ativa, perché risponde meglio a tutte le esigenze e ben  
...nsiste nella realizzazione di un viadotto di 198 metri,  
composto da 6 campate, con pile in C.A. Si realizzeranno i bracci di collegamento con la S.P.  
22, in rilevato.



[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

mpiezza pari a 198 metri, con una struttura arcuata  
da due campate poggianti su una pila centrale in C.A.

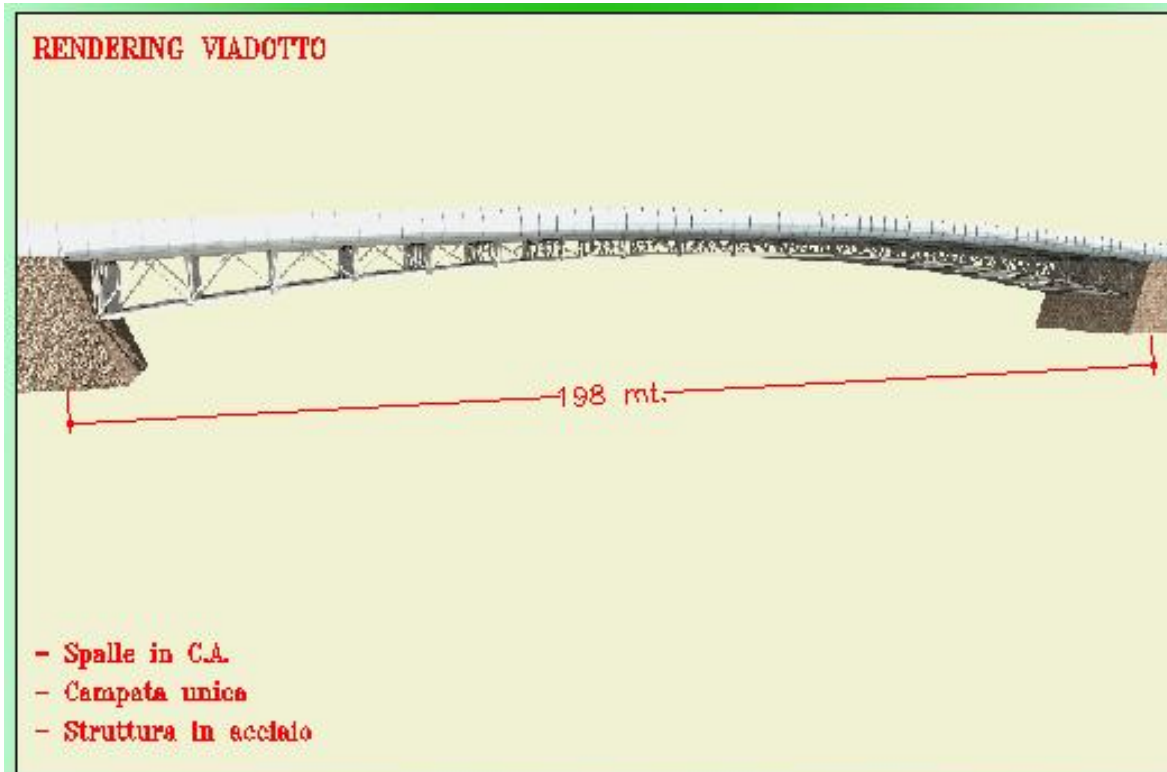
Tale soluzione è stata scartata per un elevato costo di realizzazione; per un maggiore impatto  
troppo slegato dal contesto.



[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ari a 198 metri, con struttura a semiarco in acciaio,  
e attraverso l'intero alveo del Fiume Flumendosa.

Soluzione scartata per l'elevato costo di realizzazione e per il forte impatto visivo.



ambientali, verrà trattato nel capitolo relativo ai impatti, nella quale, inoltre, si provvederà alla definizione dei possibili scenari di intervento.

L'ipotesi progettuale scelta sarà successivamente comparata con lo scenario della non realizzazione detto anche alternativa zero o *do nothing* secondo la terminologia anglosassone, che rappresenta lo scenario in cui non intervengono azioni perturbative nuove e rimangono attive solo le dinamiche spontanee evolutive già presenti nell'area oggetto di studio

Nella Valutazione di Impatto Ambientale l'alternativa zero non può essere trascurata, in quanto serve a mettere in luce, con l'analisi a contrasto, gli impatti negativi e positivi che il progetto e le sue alternative possono determinare sul sistema ambientale dato e quindi rappresenta il punto di riferimento rispetto al quale valutare le varie alternative, l'accettabilità dell'intervento e in certa misura la sua stessa necessità.

Talvolta a seguito dell'analisi si può giungere alla scelta di questo scenario, il quale può scaturire da due aspetti :

- valutazioni che inducono a non ritenere necessaria l'opera;
- presenza di un eccesso di impatti irreversibili non mitigabili

In entrambi i casi, dalla valutazione degli impatti emerge il vantaggio, in termini ambientali, nella non realizzazione del progetto.

Nel caso in esame il primo aspetto perde di significato in quanto le ragioni che hanno portato alla progettazione dell'opera, sono principalmente legate al contenimento degli eventi di piena che dovrebbe garantire:

- difesa dell'abitato di Ballao;
- difesa delle infrastrutture presenti nella area;
- difesa delle aree agricole adiacenti;

Il secondo aspetto, invece, sarà preso in esame al termine della trattazione degli impatti indotti dall'opera sulle diverse componenti ambientali considerate ed alle conseguenti osservazioni formulate in riferimento ad essi.

Sono state definite le relative azioni connesse alla realizzazione degli interventi, distinte per la fase di cantiere e di esercizio.

La Tabella seguente riassume le varie azioni previste per le fasi appena descritte:

<p><b>DEL PROGETTO (CANTIERE)</b></p>	<p>, taglio della vegetazione e accumulo temporaneo di materiale terroso rivestimento delle sponde attraverso l'utilizzo di materiale derivante per la maggior parte dalle operazioni di scavo realizzazione di inerbimenti e piantumazioni</p>
<p><b>FASE DI ESERCIZIO DEL PROGETTO</b></p>	<p>contenimento deflusso idrico delle esondazioni protezione abitato e aree circostanti</p>

#### 4.2.1. Identificazione delle componenti ambientali

Per l'identificazione di tutti gli impatti significativi si rende necessario, accanto alla descrizione del progetto e delle sue azioni elementari, descrivere l'ambiente che caratterizza l'area di localizzazione e l'ambito territoriale di riferimento. Per tale motivo la descrizione dell'ambiente deve individuare e illustrare le componenti ambientali significative (fattori e risorse ambientali) sulle quali intervengono le singole azioni di progetto determinandone una più o meno vasta modificazione.

Nel presente studio, l'analisi degli impatti ha interessato molteplici componenti sia di carattere strettamente ambientale che di natura socio-economica.

Nello specifico, le componenti che potrebbero essere influenzate, sono riassunte nella seguente tabella.

		Produzione di contaminanti chimici
		Produzione di polvere e particolato
<b>ABIOTICHE</b>	<b>GEOLOGIA</b>	Produzione di rumore
		Unità Litologiche
	<b>SUOLI</b>	Unità Geomorfologiche
		Compattazione Unità Pedologiche
		Asportazione Unità Pedologiche
	<b>ACQUE</b>	Interferenze acque superficiali
		Interferenze acque marine
		Interferenze acque sotterranee
	<b>BIOTICHE</b>	<b>VEGETAZIONE</b>
Componenti vegetazionali		
Aree di vegetazione potenziale		
<b>FAUNA</b>		Corridoi di spostamento
		Regime alimentare
		Siti di svernamento e riproduzione
<b>ALTRE</b>	<b>PAESAGGIO</b>	Integrazione strutture in progetto
	<b>BENI CULTURALI</b>	Presenza di eminenze archeologiche
		Presenza di contesti culturali di particolare rilevanza
	<b>SOCIO ECONOMICO</b>	Attività agricole
		Attività zootecniche
		Settore turistico

Identificazione delle componenti ambientali influenzate dalle opere in progetto.

#### 4.3. METODOLOGIE UTILIZZATE PER LA IDENTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI

Le caratteristiche delle procedure e delle metodologie tecniche di valutazione variano normalmente in funzione degli obiettivi e delle finalità dell'iter valutativo, del campo di applicazione, del tipo di progetto sottoposto a valutazione, pertanto non esiste una metodologia universalmente riconosciuta da utilizzare per classificare, e/o stimare, l'entità degli impatti indotti dalla realizzazione di un determinato intervento sul territorio.

Qualunque sia la metodologia adottata per la valutazione degli impatti dovrà consentire di:

- identificare le principali relazioni dirette ed indirette di impatto;
- prevedere gli effetti di ogni azione di progetto su ogni categoria di impatto

te utili per la identificazione degli impatti sono quelle

che fanno ricorso all'uso di:

1. *Checklist o liste di controllo* (rappresentano liste di fattori, di natura ambientale e non, coinvolti nella realizzazione di progetto; consentono di sintetizzare una serie di informazioni utili per definire un primo scenario di impatto);
2. *Matrici di interazione* (identificano, ed eventualmente quantificano, gli impatti, mediante le intersezioni determinate tra le azioni proposte dal progetto e le componenti ambientali coinvolte);
3. *Overlay mapping* (la sovrapposizione di mappe, fisiche o computerizzate, è utile alla descrizione delle condizioni oggettive e per definire i cambiamenti potenzialmente indotti dal progetto in esame);
4. *Networks* (definiscono connessioni o relazioni tra azioni di progetto e conseguenti impatti mediante l'utilizzo grafico di diagrammi ad albero, catene di impatto, diagrammi di causa-effetto ecc.);
5. *Confronto con progetti analoghi* (presuppone che nella valutazione delle ricadute di un progetto si faccia riferimento a progetti simili già esistenti, per i quali sono già stati valutati gli impatti);
6. *Comparazione di scenari* (presuppone che la valutazione degli impatti avvenga attraverso la comparazione di alternative ad una data scelta progettuale)
7. *Analisi costi-benefici* (si tratta di un metodo emergente che valuta le risorse ambientali sulla base del loro valore economico).

Nel presente studio si è scelto di applicare in modo integrato metodologie differenti, nello specifico:

- ✓ la realizzazione di una **Check-list**, che rappresenta il mezzo più semplice per l'identificazione in fase preliminare (o di *screening*) degli elementi critici derivanti dall'interazione tra il sistema ambientale (inteso come contesto naturale, e socio-culturale) e la proposta progettuale in esame;
- ✓ l'applicazione di un **Modello Matriciale** in grado di fornire un quadro di approfondimento conoscitivo finalizzato a specificare e quantificare in che modo una data azione influisce su ognuna delle componenti ambientali considerate (fase di *scoping*).

## Identificazione degli impatti: le Check-List

...sts, anche perchè questa metodologia è forse la più frequentemente utilizzata nella procedura di Valutazione di Impatto Ambientale. Possono essere definite come liste di variabili e di processi ambientali (ecologici, sociali, economici) cui l'operatore dovrebbe far riferimento nello studio di impatto per evitare di trascurare aspetti significativi relativi all'intervento in esame.

Le liste di controllo assumono un'importanza fondamentale nella fase di "screening" e possono configurarsi come una prima sintesi delle informazioni necessarie alla VIA, è un primo passo nel processo di elaborazione e di sintesi.

Le check-list possono essere costituite da semplici liste non organizzate in termini, oppure da liste ordinate in gruppi di termini relativi ai differenti aspetti; i termini possono essere sia in forma di semplice elenco, oppure accompagnati da descrizioni relative a come identificare e stimare i termini stessi, possono inoltre essere gerarchizzati in ordine di importanza e a ciascuno può essere affiancato un peso di importanza relativa rispetto agli altri elementi della lista. Le liste vengono anche utilizzate come premessa per altre metodologie di stima degli impatti ambientali.

La lista che è stata elaborata per il presente Studio di Impatto Ambientale inerente gli interventi di sistemazione nel rio Flumendosa è stata suddivisa in sei differenti parti, come spiegato nei paragrafi che seguono.

<b>Categoria 1</b>	<b>Azioni elementari di base (AEB)</b>
--------------------	--

Si identificano gli elementi del progetto che potrebbero rappresentare sorgenti di modificazioni dell'ambiente. In questo specifico caso si è operata una ulteriore suddivisione di questa categoria riguardante quanto segue.

**AEB-1) Fase di cantiere:** ovvero tutte quelle azioni (eliminazione di elementi esistenti, movimenti terra, realizzazione di opere temporanee e permanenti, scarichi di varia natura, uso di mezzi e personale di cantiere) che potrebbero essere causa di impatto.

**AEB-2) La fase di esercizio:** che riguarda le fase successiva a quella di realizzazione dell'opera, ossia la fase in cui una volta ultimati i lavori rimane solo la presenza fisica del ponte e delle opere connesse. Per questo intervento non sono stati previsti, in quanto non necessari, lavori di manutenzione.

## Interferenza sull'ambiente (FPI)

Riguarda le modalità attraverso cui l'ambiente viene modificato in maniera diretta dalle azioni prodotte dalle differenti fasi del progetto. La suddivisione operata in questo caso è stata la seguente.

**FPI-1) La modifica degli elementi esistenti:** che potrebbe avvenire sia per eliminazione di talune componenti (es. la vegetazione), vecchio ponte, che per la creazione di nuovi ingombri visivi (nuovo ponte).

**FPI-2) Interferenza sullo stato dei substrati:** che attiene allo sviluppo di azioni consuetudinarie in fase di cantiere e di esercizio dell'opera quale per esempio il passaggio di mezzi con compattazione del substrato (per la realizzazione dell'opera).

**FPI-3) Interferenza sullo stato dell'atmosfera:** conseguente alla possibile diffusione di polveri, emissioni gassose di vario tipo, emissioni sonore e luminose causate dalla presenza di mezzi meccanici, personale autorizzato e opere di cantiere.

**FPI-4) Interferenza sulle acque superficiali e sotterranee:** rilevabile, in particolare per le acque superficiali, a causa della voluta modifica dei flussi idrici preesistenti (attualmente pericolosi se non sottoposti a controllo).

**FPI-5) Interferenza sulle popolazioni circostanti:** individuabile nel temporaneo aumentato del flusso di lavoratori impiegati per la realizzazione dell'opera.

**FPI-6) Interferenza sul traffico esterno:** poiché sarà inevitabile una maggiore presenza di autovetture ed automezzi di vario tipo che transiteranno lungo le direttrici limitrofe al progetto (sia le principali che le secondarie nonché i tratturi di campagna) per la fase di realizzazione dell'opera.

### Categoria 3

### Fattori secondari di interferenza (FSI)

Sono gli eventi secondari nell'ambiente spesso di tipo indiretto, conseguenza delle

le sottocategorie che seguono.

**FSI-1) Processi fisici:** riguardanti tutta quella serie di processi quali le modifiche nelle condizioni di evapotraspirazione dei suoli (compattazione dei substrati a causa del passaggio di automezzi), il trasporto in atmosfera ed in acqua di materiali prodotti durante la sola fase di realizzazione dell'opera (polveri, scarichi da automezzi, ecc.) e comunque di breve durata.

**FSI-2) Processi ecosistemici:** rilevabili come effetti temporanei (ovvero destinati a cessare al termine della realizzazione delle opere) su componenti quali fauna e flora. Durante la fase di cantiere vi sarà inevitabilmente un disturbo (la cui intensità viene rilevata nella parte attinente alle matrici di impatto) su queste componenti dovuto alla presenza fisica di mezzi e persone con la relativa emissione di disturbi per rumore, polveri, compattazione per calpestio, ecc. Nella parte attinente alle mitigazione si dovranno dunque prevedere una serie di misure atte alla riduzione di questi disturbi.

**FSI-3) Processi antropici:** relativi alla attività agricole e zootecniche poiché l'intervento in progetto si pone tra gli altri, l'obiettivo di una efficace riduzione dei pericoli di esondazione che portano regolarmente a ingenti perdite in campo agricolo.

<b>Categoria 4</b>	<b>Fattori sinergici (FS)</b>
--------------------	-------------------------------

Si tratta di elementi o condizioni particolari dell'ambiente suscettibili di esaltare o abbattere le perturbazioni sul sistema indotte dalle interferenze iniziali dell'opera.

**FS-1) Fattori ambientali:** che riguarda un ampio spettro di possibili sinergie con le azioni primarie e secondarie a causa di una variazione e/o modifica nelle condizioni climatiche (venti in direzione del progetto, piogge e caldi estivi eccezionali, ecc.), pedologiche ed idrogeologiche nonché a condizioni di hazard sia fisici indipendenti (fenomeni di subsidenza, alluvioni, ecc.) che di origine antropica (errore umano).

<b>Categoria 5</b>	<b>Componenti ambientali/bersagli (CA)</b>
--------------------	--

In questa categoria rientrano gli elementi dell'ambiente perturbati (direttamente o

ai fini delle analisi di impatto.

**CA-1) Bersagli:** anche in questo caso lo studio delle caratteristiche progettuali ha portato all'individuazione di un'unica sottocategoria che al suo interno prevede un'ampia possibilità di bersagli ambientali sia di tipo abiotico (aria, clima, suolo e sottosuolo, acqua) che biotico (specie animali e specie vegetali) senza trascurare categorie non facilmente attribuibili ad una o l'altra suddivisione precedentemente operata ma rappresentanti spesso un connubio tra le due cose: gli ecosistemi, il paesaggio, i beni materiali e culturali, la popolazione e le attività umane.

<b>Categoria 6</b>	<b>Risorse ecosistemiche (REC)</b>
--------------------	------------------------------------

Riguarda l'insieme degli ecosistemi presenti nell'area indagata che potrebbero presumibilmente subire impatto.

**REC-1) Ecosistemi:** in base agli studi effettuati sul campo e riportati nel quadro di riferimento ambientale gli ecosistemi individuati sono quelli sia di interesse ambientale (unità faunistiche e botaniche, animali e vegetali di interesse locale, ecotoni, ecc.) che di interesse antropico (aree sottoposte a pascolo, agricoltura, attività ricreative).

<b>Categoria 7</b>	<b>Linee di impatto di interesse primario (IIP)</b>
--------------------	---

Riguarda la specificazione degli elementi ambientali che saranno oggetto di impatto negativo o positivo.

**IIP-1) Impatti negativi:** gli impatti negativi rilevabili mediante l'utilizzo della metodologia delle check-list sono fondamentalmente quelli ascrivibili alle fasi di realizzazione dell'opera. In particolare si tratta di impatti di breve durata e scarsa estensione spaziale. Si verificheranno impatti principalmente sulle componenti suolo, fauna e soprattutto paesaggio. Naturalmente in questa fase di identificazione degli impatti non vengono date misure relative alla magnitudo dell'impatto poiché questa specifica fase sarà competenza delle matrici di impatto.

**IIP-2) Impatti positivi:** in questa sottocategoria rientrano tutti gli impatti positivi, dovuti alla

i sul Rio, sulle componenti ambientali considerate e  
rimento ambientale. In particolare i maggiori impatti  
positivi sono relativi sicuramente alla sicurezza della popolazione e alle attività locali di vario  
tipo (agricoltura, pastorizia, turismo, ecc.). ad un miglioramento significativo della viabilità

## **LA CHEK-LIST PER GLI INTERVENTI SUL RIO FLUMENDOSA**

### **1) AZIONI ELEMENTARI DI BASE (AEB) AEB-1) Fase di cantiere .**

- Eliminazione di elementi esistenti: 1.1. Taglio di vegetazione esistente.
2. Movimenti terra interni: 2.1. Sbancamenti di suolo e sottosuolo; 2.2. Riporti permanenti di terreno; 2.3. Formazione di rilevati; 2.4. Creazione di accumuli temporanei; 2.5. Scavi generali.
3. Realizzazione di opere per il cantiere: 3.1. Strade per il cantiere; 3.2. Manufatti per logistica cantiere.
4. Realizzazione di opere permanenti: 4.1. Componenti dell'opera.
5. Scarichi in atmosfera durante il cantiere.
6. Scarichi idrici durante il cantiere.
7. Uso di mezzi: 7.1. Ruspe; 7.2. Automezzi pesanti; 7.3. Autoveicoli del personale.
8. Permanenze umane durante il cantiere.

### **AZ-2) Fase di esercizio**

1. Presenza delle opere: 1.1. Contenimento del deflusso idrico esondazioni; 1.2. Protezione abitato e aree circostanti

### **2) FATTORI PRIMARI DI INTERFERENZA SULL'AMBIENTE (FIA) FPI-1)**

#### **Modifiche degli elementi esistenti**

1. Eliminazione diretta di elementi ambientali preesistenti.
2. Trasformazione di elementi ambientali preesistenti.
3. Introduzione di nuovi elementi nei contesti preesistenti: 3.1. Introduzione di nuovi ingombri fisici

#### **FPI-2) Interferenza sullo stato dei substrati**

1. Compattazione di suoli.
2. Interruzione della continuità dei suoli.
3. Trasmissione di vibrazioni attraverso il suolo

## atmosfera

2. Diffusione di aerosol.
3. Emissioni gassose da scarichi veicolari: 3.1. SO<sub>2</sub>; 3.2. NO<sub>x</sub>; 3.3. CO<sub>4</sub>.; Emissioni gassose; contenenti metalli pesanti.
5. Emissioni di onde sonore.
6. Illuminazioni notturne del cantiere

### **FPI-4) Interferenze sulle acque superficiali e sotterranee**

1. Modifiche nei flussi idrici preesistenti: 1.1. Direzione dei flussi idrici; 1.2. Portate dei flussi idrici; 1.3. Periodicità dei flussi idrici; 1.4. Velocità dei flussi idrici.

### **FPI-5) Interferenze sulle popolazioni circostanti**

1. Flusso dei lavoratori.
2. Richiamo di curiosi accidentali

### **FPI-6) Interferenza sul traffico esterno**

1. Traffico di autovetture.
2. Traffico di automezzi pesanti

## **3) FATTORI SECONDARI DI INTERFERENZA SULL'AMBIENTE (FIA)FSI-1)**

### **Processi fisici**

1. Modifiche nelle condizioni di evapotraspirazione: 1.1. Modifica nelle condizioni di evapotraspirazione dei suoli
2. Trasporto nell'atmosfera: 2.1. Attraverso il vento; 2.2. Attraverso polveri.
3. Ricadute al suolo per gravità: 3.1. Ricadute secche; 3.2. Ricadute umide.
4. Trasporto nell'acqua: 4.1. In forma libera; 4.2. In forma legata al particolato.

**FSI-2) Processi ecosistemici**

1. Insorgenza di stati patologici conseguenti alle interferenze dell'opera
- 1.1. Stress in organismi preesistenti: 1.2. Variazioni nel potenziale trofico; 1.3. Cambiamento nella struttura delle cenosi.

2. Eliminazione fisiche non immediate di flora e fauna: 2.1. Eliminazione di flora da calpestio indotto.

3. Alterazioni temporanea nella struttura di comunità biotiche: 3.1. Allontanamento di

oni delle popolazioni presenti.

### **FSI-3) Processi antropici**

1. Indotti sulle attività economiche (agricole e zootecniche)

### **4) FATTORI SINERGICI (FS)FS-1)**

#### **Fattori ambientali**

1. Condizioni meteo-climatiche non ordinarie: 1.1. Venti nella direzione del bersaglio; 1.2. Piogge eccezionali; 1.3. Siccità eccezionali; 1.4. Freddi invernali eccezionali; 1.5. Gelate primaverili; 1.6. Caldi estivi eccezionali; 1.7. Calme atmosferiche eccezionali.

2. Hazard fisici indipendenti: 2.1. Fenomeni di subsidenza; 2.2. Alluvioni eccezionali; 2.3. Basse portate stagionali.

3. Condizioni del suolo e del sottosuolo: 3.1. Elevate permeabilità del suolo; 3.2. Elevate impermeabilità del suolo.

4. Hazard di origine antropica: 4.1. Errori del personale dell'esercizio ordinario.

### **5) COMPONENTI AMBIENTALI/BERSAGLI (CA)CA-1)**

#### **Bersagli**

1. Aria

2. Clima.

3. Suolo e sottosuolo: 3.1. Unità pedologiche, 3.2. Unità litologiche; 3.3. Unità geomorfologiche; 3.4. Unità soggette ad hazard; 3.5. Unità di deflusso; 3.6. Unità clivo metriche.

4. Acqua: 4.1. Corsi d'acqua superficiale e sotterranea; 4.2. Specchi d'acqua; 4.3. Falde sotterranee.

5. Specie animali: 5.1. Siti di alimentazione; 5.2. Corridoi di spostamento; 5.3. Areali di presenza; 5.4. Popolazioni; 5.5. Colonie localizzabili; 5.6. Siti di svernamento; 5.7. Siti di riproduzione.

6. Specie vegetali: 6.1. Flora; 6.2. Areali di presenza; 6.3. Aree di vegetazione potenziale; 6.4. Unità fisionomiche di vegetazione; 6.5. Unità fitosociologiche.

7. Ecosistemi: 7.1. Ecosistemi erbacei; 7.2. Ecosistemi arbustivi; 7.3. Ecosistemi rurali; 7.4. Ecosistemi urbani.

8. Paesaggio: 8.1. Unità visuali; 8.2. Unità di significato.

9. Beni materiali e culturali: 9.1. Edificati residenziali; 9.2. Aree ad uso agro-silvo pastorale;

nografiche.

11. Zone amministrative: 11.1. Zone urbanistiche; 11.2. Zone di vincolo.

12. Attività umane: 12.1. Residenza; 12.2. Attività escursionistiche; 12.3. Attività turistiche;

12.4. Attività zootecniche; 12.5. Attività agricole.

## **6) RISORSE ECOSISTEMICHE (REC) REC-1)**

### **Ecosistemi**

1. Selvaggina di interesse venatorio.

2. Unità faunistiche o botaniche di interesse naturalistico-scientifico: 2.1. Fruibili da un turismo qualificato; 2.2. Di interesse per la ricerca scientifica; 2.3. Di interesse didattico.

3. Animali e vegetali di interesse locale: 3.1. Praterie pascolate.

4. Ecosistemi utilizzabili per allevamenti estensivi.

5. Ecosistemi utilizzabili per attività ricreative.

6. Ecosistemi con funzione di tampone per gli equilibri ambientali (ecotoni)

## **7) LINEE DI IMPATTO DI INTERESSE PRIMARIO (IIP) IIP-1)**

### **Impatti negativi**

1. Impatti sull'aria: 1.1. Inquinamento dell'aria a livello locale.

2. Impatti sulle acque superficiali e sotterranee: 2.1. Inquinamento di risorse idriche superficiali.

3. Impatti sul suolo e sottosuolo: 3.1. Impoverimento degli strati umiferi superficiali e sotterranee.

4. Impatti sulle specie vegetali ed animali e sugli ecosistemi: 4.1. Impatti su specie di interesse naturalistico; 4.2. Impatti su altre risorse ecosistemiche presenti.

5. Impatti sul paesaggio: 5.1. Cambiamento locale delle forme attuali.

6. Impatti sulla salute delle popolazioni: 6.1. Induzione di polveri; 6.2. Induzione di emissioni gassose; 6.3. Induzione di rumori.

7. Impatti sulla società e sull'economia locale.

### **IIP-2) Impatti positivi**

1. Impatti sul suolo e sottosuolo: 1.2. Prevenzione di dissesti idrogeologici presenti e potenziali.

2. Impatti sulle specie vegetali ed animali e sugli ecosistemi: 2.1. Miglioramento delle

ni; 2.2. Nuovi ecosistemi pregiati con funzioni di fruizione; 2.3. Nuovi ecosistemi adatti per specie di interesse naturalistico scientifico; 2.4.

Nuovi ecosistemi con valore didattico o di sperimentazione; 2.5. Nuove opportunità di fruizione delle risorse ecosistemiche.

3. Impatti sul paesaggio: 3.1. Consolidamenti di paesaggi significativi; 3.2. Nuove opportunità di fruizione del paesaggio.

4. Impatti sulla società e sull'economia locale: 4.1. Consolidamento dei beni materiali esistenti; 4.2. Offerta di nuove opportunità per le attività locali; 4.3. Sfruttamento di occupazione per la realizzazione dell'opera; 4.4. Induzione di nuove attività economiche

#### 4.3.2. Metodologie utilizzate per l'identificazione degli impatti: il Modello Matriciale

I vantaggi dell'applicazione di questo tipo di metodologia, consistono nel fatto che garantisce un'analisi flessibile, in grado di individuare gli impatti che l'opera potrebbe indurre sull'ambiente utilizzando una chiave di lettura estremamente chiara e semplice.

Le matrici azioni-componenti sono costituite da tabelle a doppia entrata nelle quali sulle righe vengono riportate le componenti ambientali interessate, suddivise o raggruppate in categorie, mentre sulle colonne sono contenute le azioni elementari in cui è stata scomposta l'attività del progetto (Bresso, Zeppetella, 1991).

In pratica si costruisce una matrice nella quale, qualora si ritenga che dall'interazione delle componenti dell'asse orizzontale e quelle dell'asse verticale si origini un impatto, questo potrà essere subito rilevato attraverso un'intersezione degli assi (Clark B., 1984).

Nello specifico la matrice proposta nel presente studio è stata costruita ponendo:

- **nell'asse verticale** le componenti ambientali e non (elencate nella Tabella 4.2.) sulle quali si prevede che le opere in progetto potranno determinare ricadute, di qualsiasi natura esse siano;
- **nell'asse orizzontale** le azioni connesse alla realizzazione del progetto (elencate nella Tabella 4.1.) che, sempre prevedibilmente, potrebbero comportare ricadute di qualsiasi natura esse siano, sulle predette componenti.

In definitiva, si è operato secondo i seguenti step (Canter L., Sadler B., 1997):

- identificazione delle strutture del progetto e delle azioni ad esse connesse che potrebbero essere fonte di impatto;
- identificazione degli elementi ambientali che potrebbero subire impatto sia positivo che negativo. In proposito, si rammenta (Barnes J. L., Davey L. H., 1999) che una corretta

e debitamente in conto sia quelli che agiscono  
ntali sia quelli che comportano benefici positivi diretti  
o indiretti, a breve e a lungo termine;

- identificazione e valutazione degli impatti mediante la costruzione di una matrice di identificazione e valutazione degli stessi.

Per il presente studio è stata elaborata una **Matrice cromatica di identificazione e quantificazione degli impatti (*scoping matrix*)**, con lo scopo appunto di identificare e caratterizzare la natura degli impatti precedentemente rilevati. La matrice di quantificazione degli impatti contiene pertanto indicazioni precise, e fa riferimento ad un range di valori stabilito a priori per la caratterizzazione degli impatti.

Per le differenti fasi del progetto è stata definita una matrice per valutare le ricadute dello stesso sulle componenti indagate, attraverso un arco di tempo adeguato. Come detto in precedenza tali fasi sono:

- **Realizzazione del progetto** ó per questa fase, la prima in ordine temporale, le componenti coinvolte, ambientali e non, sono state analizzate in relazione alle azioni connesse alla realizzazione degli interventi in progetto.
- **Esercizio** - per questa fase, successiva alla prima in ordine temporale, le componenti coinvolte, ambientali e non, sono state analizzate in relazione agli effetti (e non alle azioni) connessi all'esercizio degli interventi in progetto. Tali effetti si identificano con le finalità del progetto stesso.

Tale scelta è stata fatta al fine di garantire, per quanto possibile visto l'utilizzo di un metodo predittivo, l'identificazione di ogni possibile interazione tra le azioni correlate alla realizzazione ed alla gestione delle opere in progetto e l'ambiente interessato.

Una volta definita la matrice e le azioni correlate al progetto che potrebbero rappresentare una fonte di impatti, si è passati alla successiva fase di caratterizzazione degli stessi, la natura dei quali è stata valutata ascrivendo gli stessi alle seguenti categorie:

- positivi e negativi;
- diretti ed indiretti;
- temporanei e duraturi;
- a breve ed a lungo termine;

Tralasciando ulteriori spiegazioni sul significato dei termini positivo e negativo, diretto e indiretto, è bene soffermarsi e puntualizzare alcune considerazioni relative al concetto di breve e lungo termine, reversibile ed irreversibile.

Gli effetti di qualunque tipo di disturbo su un sistema ambientale sono strettamente legati alla sua stabilità. Da un punto di vista ecologico, la stabilità di un sistema ambientale può essere definita come *la capacità di un ecosistema di permanere nelle condizioni esistenti o di ritornare a queste dopo un disturbo* (Kimmins, 1987). Questa può essere suddivisa in due componenti (Begon, Harper, Towsed, 1986):

- la *resilienza*: ovvero la capacità di un ecosistema di riacquistare le caratteristiche originarie dopo un disturbo. ~~L~~arco di tempo nel quale un ambiente torna nelle condizioni antecedenti il disturbo o in una situazione simile rappresenta il grado di *elasticità*. Il più delle volte un sistema ambientale dopo un simile evento si assesta a livelli differenti da quelli originali, mostrando dunque una certa *malleabilità*. La modifica iniziale del sistema può essere molto rapida mentre i tempi di recupero sono più lunghi. Si ha pertanto un'asimmetria temporale tra la fase di perturbazione e quella di recupero (*Isteresi*);
- la *resistenza*: ovvero la capacità di un ecosistema di contrastare un disturbo.

In linea generale quando si parla di impatti a breve e lungo termine, si fa riferimento al tempo necessario affinché un sistema ambientale possa in qualche modo ~~assorbire~~ un disturbo, ovvero al grado di resilienza che gli consente di riacquisire le caratteristiche qualitative che possedeva prima che lo stesso si verificasse. Di conseguenza questi termini sono riferiti esclusivamente a tipologie di impatto reversibile, poiché il concetto di irreversibilità impone che il sistema ambientale non sia in grado di recuperare la stabilità perduta in conseguenza del verificarsi di un impatto, poiché è stata superata la soglia di resilienza.

~~L~~analisi effettuata sulle componenti del sistema ambientale oggetto del presente studio, inoltre, è stata fatta cercando di valutare le possibili sinergie tra gli stessi evidenziando, nelle osservazioni formulate in conclusione, i possibili effetti cumulativi derivanti da tali interazioni.

la metodologia proposta nel presente studio, di seguito  
classificato delle differenti categorie di impatto.

- **IMPATTO NON SIGNIFICATIVO:** con questo termine si identificano gli impatti che non determinano alcun effetto riscontrabile nel contesto in esame o che determinano impatti che pur determinando modifiche nelle condizioni sistema in esame non comportano effetti negativi tali da pregiudicarne l'integrità.
- **IMPATTO LIEVEMENTE NEGATIVO:** con questo termine si identificano gli impatti in grado di apportare modifiche di lieve entità nel sistema considerato. Ciò si può verificare quando l'impatto in esame non è particolarmente significativo e/o quando l'ambiente considerato è dotato di una buona resilienza e risulta di conseguenza in grado di recuperare immediatamente, o comunque in tempi brevi, le condizioni iniziali al cessare delle attività di disturbo. La presenza di impatti ascrivibili a questa categoria può quindi rappresentare un indicatore della stabilità del sistema coinvolto.
- **IMPATTO NEGATIVO:** con questo termine si identificano gli impatti in grado di apportare modifiche di entità più elevata nel sistema considerato. Ciò si può verificare quando l'impatto in esame è dotato di maggiore significatività e/o quando l'ambiente influenzato è dotato di una resilienza inferiore, per cui, al cessare delle attività di disturbo, il sistema non è in grado di recuperare immediatamente le condizioni iniziali, ma ha bisogno di un intervallo di tempo medio-lungo. Anche in questo caso, quindi, la presenza di impatti ascrivibili a questa categoria può rappresentare un indicatore della stabilità del sistema coinvolto, poiché indica una minore capacità di recupero dell'ambiente considerato. Il sistema ambientale può essere aiutato attraverso la realizzazione di efficaci misure di mitigazione.
- **IMPATTO MOLTO NEGATIVO:** si verifica quando l'intensità degli impatti è superiore a quella accettabile del sistema considerato e pertanto implica una perdita permanente della qualità e delle caratteristiche peculiari. Tale perdita risulta irreversibile, senza possibilità di recupero integrale, anche qualora si adottino drastiche misure di mitigazione.
- **IMPATTO LIEVEMENTE POSITIVO:** con questo termine si identificano gli impatti in grado di apportare modifiche di entità positiva nel sistema considerato, di natura limitata e riscontrabili per brevi periodi.
- **IMPATTO POSITIVO:** con questo termine si identificano gli impatti in grado di apportare modifiche di entità positiva nel sistema considerato di intensità e durata maggiore rispetto

IMPATTO MOLTO POSITIVO. Con questo termine si identificano gli impatti in grado di apportare modifiche di entità positiva di durata consistente nel tempo, con effetti le cui influenze possono essere riscontrate ad una scala spaziale notevole e la cui magnitudo risulta elevata.

Definita la scala di riferimento per l'identificazione degli impatti l'ultimo step dell'analisi è stato quello relativo alla rappresentazione degli stessi nella matrice di identificazione e quantificazione distinta per la fase di realizzazione e di esercizio

#### 4.4. IMPATTI IN FASE DI REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO DELLE OPERE IN PROGETTO

##### 4.4.1. Componenti Abiotiche

###### a) Atmosfera (aria)

Gli impatti sulla componente atmosferica saranno creati, in fase di cantiere, dalle differenti azioni necessarie alla realizzazione di tutta l'opera in progetto. In particolare, le azioni maggiormente impattanti saranno le seguenti:

1. passaggio di automezzi di varia tipologia;
2. uso di macchinari pesanti;
3. pulizia dei terreni direttamente interessati alla realizzazione dell'opera e di quelli limitrofi indirettamente interessati;
4. differenti fasi di gestione degli inerti;
5. fasi di diretta realizzazione del ponte ( messa in posto dei materiali, ecc.);
6. fasi di realizzazione delle opere di rinverdimento dell'area.

In particolare le azioni sopra indicate porteranno, sia direttamente che indirettamente, ai presumibili seguenti impatti:

✓ **Alterazione per contaminazione chimica atmosferica:** in questa voce si identificano gli impatti causati dall'emissione di sostanze volatili in atmosfera a causa della combustione del carburante utilizzato per le macchine e gli automezzi adoperati per tutte le differenti fasi del cantiere. Queste sostanze emesse in atmosfera sono principalmente PM, NO<sub>x</sub>, monossido

atili (VOCs) e biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>);

**Alterazione per emissione di particolato:** l'emissione di polveri in atmosfera è principalmente dovuta al movimento dei macchinari utilizzati per la realizzazione dell'opera e potrebbe essere fonte di impatto sia sulla fauna (provocando un allontanamento delle specie o una possibile alterazione dei processi di riproduzione ed allevamento) che sulla flora (accumulo di polvere sulle foglie con la conseguente diminuzione dei processi fotosintetici). Comunque, è doveroso sottolineare come questo rappresenta in realtà una condizione generale che, come sempre, deve essere poi confrontata con le condizioni del sito indagato. Infatti, come evidenziato nel quadro progettuale e come ulteriormente specificato nella parte relativa alle misure di mitigazione il materiale movimentato presenta una percentuale di umidità tale da fare ritenere che non vi sia una significativa produzione di polveri. Inoltre, da studi effettuati durante la costruzione di opere simili (per quanto riguarda la movimentazione di macchinari e terra) si è osservato che generalmente più del 95% in peso delle polveri prodotte ricade all'interno dell'area di realizzazione del progetto;

✓ **Alterazione per la produzione di rumore:** le emissioni sonore saranno principalmente imputabili al transito dei mezzi, all'uso dei macchinari ed alla presenza del personale di servizio in tutta la fase di realizzazione dell'intero progetto. L'impatto creato dalle emissioni acustiche si ripercuote direttamente sia sulle comunità antropiche che su quelle faunistiche (soprattutto nelle fasi di riproduzione ed allevamento della prole). Tale forma di impatto rappresenta una normale conseguenza dei lavori di cantiere e necessita comunque sempre un corretto confronto/correlazione con il paesaggio sonoro preesistente. Questo significa che l'impatto acustico creato in fase di cantiere deve essere obbligatoriamente confrontato con l'ambiente acustico attualmente insistente sull'area. Da questo punto di vista l'area indagata è attualmente sottoposta ad un rilevante impatto acustico imputabile alla presenza dell'abitato civile di Ballao, presenza di un tracciato lineare S.P. 20 con elevata ed eterogenea intensità di traffico; presenza di attività antropiche più o meno intense quali l'olivicultura, viticoltura, orticoltura e vari altri usi delle terre.

Questo consente di rilevare come il rumore di fondo, ovvero il livello di rumore registrato escludendo la specifica sorgente di impatto (in questo caso dunque le emissioni acustiche in fase di cantiere), sia indubbiamente rilevante. Questa situazione si è venuta a creare in un arco temporale piuttosto ampio (venti-trenta anni) almeno dal punto di vista antropico, permettendo l'instaurarsi di comunità vegetali ed animali fortemente adattate alle caratteristiche di questo ambiente. L'analisi degli impatti deve dunque tenere in forte

i, mettendo inoltre in evidenza la natura temporanea  
e) degli impatti acustici creati in fase di realizzazione  
dell'opera.

#### FASE DI REALIZZAZIONE

Sulla base di quanto precedentemente detto gli impatti sull'atmosfera rilevabili in fase di realizzazione delle opere in progetto, saranno di breve durata e di bassa magnitudo. Infatti, deve essere sottolineato come:

1. gli impatti dovuti ad alterazione per contaminazione chimica saranno limitati al solo momento di transito dei mezzi di cantiere ed utilizzo dei macchinari a combustione. Questo porta inevitabilmente a considerare tale impatto di breve durata e bassa magnitudo vista il limitato numero di mezzi utilizzati;
2. gli impatti dovuti ad emissione di particolato verranno anch'essi prodotti in un arco di tempo limitato e con un'intensità bassa, anche in considerazione del fatto che ben il 90-95% delle polveri emesse ricadranno nella stessa area di emissione;
3. gli impatti dovuti alla produzione di inquinamento acustico sono, anche in questo caso, di modesta entità visto che il paesaggio sonoro dell'area indagata è già fortemente perturbato da differenti fonti di origine antropica. Questo, come già detto precedentemente, ha inevitabilmente portato a delle ripercussioni su tutte le componenti ecosistemiche presenti quali, ad esempio, la fauna. Le emissioni acustiche prodotte in fase di cantiere saranno comunque di breve durata e con nessuna percussione prevedibile successivamente alla fase di emissione delle stesse.

In definitiva dunque gli impatti sulla componente atmosferica in fase di realizzazione sono da considerare di bassa magnitudo.

#### FASE DI ESERCIZIO

Per tutte le azioni sopra considerate (contaminazione chimica, emissione di particolato, produzione di rumore) non si rileva alcuna forma di impatto. Infatti, in questa fase, non è prevedibile alcuna forma di inquinamento atmosferico vista la natura stessa dell'intervento in progetto.

geologiche)

Gli impatti sulle componenti geologiche saranno prodotti principalmente in fase di cantiere e prevalentemente da alcune azioni previste per la realizzazione dell'opera in progetto. In particolare, le azioni maggiormente impattanti riguardano:

7. le sistemazioni dei terreni direttamente interessati alla realizzazione dell'opera e di quelli limitrofi indirettamente interessati;
8. le fasi di gestione degli inerti;
9. le fasi di realizzazione diretta del ponte (messa in posto dei materiali, ecc.).

In particolare le azioni sopra indicate condurranno, sia direttamente sia indirettamente, ai seguenti presumibili impatti:

1. **Unità Litologiche:** in questo titolo possono essere ascritti gli impatti causati dalle lavorazioni e dalle opere in esecuzione a carico degli assetti connessi all'evoluzione naturale delle formazioni geologiche presenti nell'area di progetto;
2. **Unità Geomorfologiche:** sotto questa voce si inseriscono gli impatti relativi ai processi naturali di modellamento fisico dei substrati alluvionali operate dal rio Flumendosa.

#### FASE DI REALIZZAZIONE

Gli impatti delle azioni di progetto previste in matrice sulle **unità litologiche** dell'area possono considerarsi assolutamente irrilevanti. La limitata profondità delle incisioni sul terreno a seguito degli scavi per la realizzazione del basamento della struttura sono tali da non creare alcun impatto significativo sugli assetti geologici locali.

Analogo è il discorso per ciò che riguarda l'assetto delle **unità geomorfologiche**: le operazioni di dissodamento e di sistemazione dei terreni conseguenti alle operazioni di scavo, possono creare un temporaneo squilibrio sul naturale regime trasporto della componente solida presa in carico dalla dinamica fluviale. Considerati i tempi di attuazione dell'opera, e l'ampiezza molto contenuta degli scavi, ci si deve attendere un impatto negativo di bassa magnitudo prima del ristabilimento di un nuovo equilibrio conseguente la realizzazione dell'opera in esecuzione. Gli impatti possono considerarsi di uguale importanza per le soluzioni progettuali proposte, mentre il non fare assume valore neutro e pari a zero.

Anche in questa fase, si attendono impatti assolutamente irrilevanti a carico delle **unità litologiche e geomorfologiche** dell'area di progetto. L'opera in realizzazione, infatti, deve a buon titolo considerarsi come un corpo distinto e non invasivo sugli assetti naturali della componente litoide. Il non fare assume valore neutro e pari a zero.

## Suoli

Dalle analisi condotte nell'area di studio, dopo avere valutato tutte le azioni correlate alle fasi di realizzazione ed esercizio del progetto, in merito alla natura degli impatti, si può affermare che gli effetti più rilevanti sulle Unità Pedologiche si riscontreranno solamente nella prima delle due fasi (cantiere). Questi inoltre, saranno dovuti principalmente alle azioni meccaniche di asportazione di suolo e compattazione del substrato che saranno determinate da:

- apertura di piste per consentire la realizzazione dell'opera. Tale azione sarà necessaria per collegare i diversi punti del tracciato consentendo sia la movimentazione di tutti i mezzi necessari nel cantiere, sia l'accesso agevolato alle aree di lavoro. Inoltre consentiranno il collegamento dell'area su cui saranno eseguiti i lavori con la rete viaria esterna. Si tratta dunque di un'azione strettamente correlata alla presenza fisica del cantiere stesso e pertanto non alienabile. Tuttavia, poiché nell'area è già presente una piccola rete viaria interna e che l'opera medesima è localizzata in un'area tutto sommato limitata, tali piste saranno di modestissime estensione.
- Realizzazione delle fondazioni dei piloni, che da un lato prevedono l'asportazione di uno strato di terreno, dall'altro implicano che lo stesso venga accumulato temporaneamente, con conseguente occupazione di suolo sottratto alle attività produttive presenti nell'area, per poi essere conferito in discarica.

Nello specifico, possono essere fatte le seguenti considerazioni:

### FASE DI REALIZZAZIONE

La movimentazione di terra, che caratterizza questa fase e che è richiesta per lo scavo delle fondazioni e l'apertura eventuale di piste, comporta inevitabilmente l'**asportazione** di un volume di **suolo** con la perdita di copertura vegetale. Relativamente a questa componente, come meglio descritto nel paragrafo relativo agli impatti sulla vegetazione, la localizzazione

dove tra l'altro, predomina una vegetazione di chiara  
gini effettuate sul campo, caratterizzata da un valore

biocenotico estremamente basso.

Per quanto concerne tale azione dunque l'impatto è negativo anche se l'estensione spaziale degli interventi può essere considerata puntuale e comporterà dunque effetti negativi in un ambito spaziale abbastanza ristretto.

Per quanto attiene la **compattazione del substrato**, queste saranno determinate da azioni anche in questo caso interamente correlate alla presenza fisica del cantiere. Questi sono dovuti principalmente all'utilizzo dei mezzi meccanici, ruspe, gru, camion, ecc. e, in misura marginale, al movimento del personale addetto, che produrranno modificazioni negli strati superficiali del suolo. Tali azioni provocheranno infatti:

1. una riduzione della porosità e di conseguenza dell'infiltrazione e dell'aerazione nelle zone interessate dall'apertura delle piste e negli spazi su cui avverrà temporaneamente l'accumulo del materiale inerte;
2. l'impermeabilizzazione delle porzioni di territorio in cui si effettuano i lavori di costruzione del basamento dell'opera.

Nel primo caso tali effetti possono essere considerati di natura temporanea in quanto legati alla presenza del cantiere ed allo sfruttamento delle porzioni di spazio necessarie per la realizzazione del progetto.

Nel secondo caso invece, tali effetti permarranno anche in fase di esercizio e comporteranno una perdita totale della fertilità del suolo, in quanto sono legati alla presenza fisica del manufatto ed alla conseguente impermeabilizzazione del substrato.

#### FASE DI ESERCIZIO

Relativamente agli effetti correlati alle azioni che consentiranno la realizzazione del progetto, ovvero l'asportazione di suolo e la compattazione del substrato, durante questa fase non si attendono effetti significativi. L'opera infatti non prevede interventi di manutenzione ordinaria legati a queste azioni, che potrebbero in qualche modo indurre impatti negativi sulle Unità Pedologiche presenti. Per tale ragione in questa fase sono stati considerati gli impatti sul suolo relativi alla sola presenza fisica del manufatto.

obabilmente un notevole miglioramento nelle condizioni di dissesto, permetterà il contenimento del deflusso idrico, e di conseguenza la protezione di dissesti idrogeologici legati ai fenomeni di esondazione del corso d'acqua. Tali eventi rappresentano infatti una delle principali cause di forte impatto negativo sulla risorsa. Indubbiamente i maggiori effetti positivi saranno quelli legati alla messa in sicurezza dei suoli su cui si ripercuotono gli impatti negativi legati ai fenomeni di esondazione.

Anche sulle Unità Pedologiche interessate dallo sfruttamento agricolo e zootecnico potrà essere riscontrato un notevole decremento dei fenomeni di dissesto.

Da tali considerazioni emerge chiaramente la presenza di impatti estremamente negativi legati all'ipotesi di non realizzazione del progetto che implica infatti il perdurare delle attuali condizioni di dissesto.

### **Acque (superficiali e sotterranee)**

Gli impatti più rilevanti sulla componente "acqua" saranno prodotti, per tutte le voci rappresentate in matrice, soprattutto nella fase di realizzazione dell'opera, in particolare per le azioni che riguardano:

1. le sistemazioni dei terreni direttamente interessati alla realizzazione dell'opera e di quelli limitrofi indirettamente interessati;
2. le fasi di gestione degli inerti;
3. le fasi di realizzazione diretta del ponte (fondazioni ecc.).

La matrice predisposta ai fini della valutazione complessiva considera interazioni tra le attività di progetto e i seguenti ambiti idrogeologici:

- a. Interferenze con le acque superficiali:** sotto questa voce si identificano gli impatti che le lavorazioni e la realizzazione dell'opera causa sulle dinamiche di circolazione idrica superficiale e su un'eventuale riassetto delle reti di drenaggio del tratto sottoposto alle misure di salvaguardia dagli eventi di piena;
- b. Interferenze con le acque sotterranee.**

Come già anticipato in precedenza, gli impatti sulla componente acqua rilevabili in fase di realizzazione delle opere in progetto possono considerarsi, in generale, di breve durata e di bassa magnitudo. Tali impatti sono stati attribuiti al titolo **interferenze con le acque superficiali**, a seguito dei temporanei dissesti sulla rete naturale di drenaggio superficiale ingenerati dai movimenti terra, dalle operazioni di scavo e dalla realizzazione fisica del ponte. **interferenze con le acque sotterranee** le lavorazioni, e in particolare le profondità di scavo connesse alla realizzazione degli interventi, sono tali da non incidere in maniera sostanziale sugli equilibri dell'idrodinamica sotterranea.

il non fare assume valore neutro e pari a zero.

#### FASE DI ESERCIZIO

Come nell'illustrazione degli impatti relativi alla fase di esecuzione, anche in esercizio non si prevedono impatti significativi a valere sui titoli **interferenze con le acque superficiali** ed **interferenze con le acque sotterranee**. Il ponte, infatti, si può considerare ad ogni buon conto come un corpo ben separato e sostanzialmente passivo rispetto alla circuitazione idrica sotterranea e superficiale. Pertanto, la presenza del corpo non ha alcuna influenza sugli elementi di controllo disposti in matrice. Diverso è il discorso per quanto riguarda le **interferenze con le acque superficiali**. In questo caso debbono computarsi tutti gli impatti molto positivi, che la demolizione del ponte esistente, avrà sul deflusso idrico in fase di piena idrologica nonché sulla protezione delle infrastrutture esistenti e sulle limitrofe aree coltivate. In altri termini, a questi valori di matrice vanno attribuiti tutti gli effetti positivi connessi alla demolizione del ponte. Per contro, la soluzione non fare assume un valore oltremodo negativo, lasciando l'area soggetta alle dinamiche distruttive degli eventi di piena.

La componente vegetale, intesa come insieme della componente floristica appartenente ad un determinato territorio, sarà oggetto, in fase di cantiere, di specifici impatti determinati dalle particolari azioni indispensabili per la realizzazione del ponte in progetto. In particolare, le azioni causa di maggiori impatti potrebbero essere:

4. presenza di automezzi e macchinari di varia tipologia, nonché del personale addetto;
5. pulizia dei terreni e delle aree interessate dal progetto (taglio della vegetazione presente);
6. fasi di gestione degli inerti con accumulo temporaneo degli stessi (occupazione di aree con vegetazione);
7. fasi di realizzazione del ponte (occupazione di aree con presenza di vegetazione).

Nello specifico le azioni sopra riportate potrebbero essere fonte (sia diretta che indiretta) dei seguenti impatti:

**Alterazione delle componenti floristiche e vegetazionali:** ovvero delle singole entità floristiche (alterazioni floristiche) ovvero delle comunità vegetali (alterazioni vegetazionali);

**Perdita di aree di vegetazione potenziale:** le aree a vegetazione potenziale sono quelle particolarmente importanti (all'interno del contesto vegetale nel suo insieme) poiché ad elevata diversità e complessa struttura. Questa vegetazione rappresenta infatti l'ultima tappa evolutiva nello sviluppo delle cenosi.

Di seguito vengono esplicitati i vari impatti sopra riportati sia per la fase di realizzazione (cantiere) che per quella di esercizio.

#### FASE DI REALIZZAZIONE

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti maggiori saranno unicamente a carico delle singole entità floristiche, mentre nessun impatto significativo verrà apportato a carico della componente vegetale (associazioni vegetali) né tanto meno nei confronti di aree con vegetazione potenziale. Quanto detto è diretta conseguenza del fatto che:

1. le azioni svolte durante la realizzazione delle opere in progetto sono caratterizzate dall'aver un'estensione areale di tipo puntuale, molto limitata nello spazio che porta ad una diretta ripercussione sulle sole entità floristiche presenti solamente nel punto

ioni dell'opera;

2. Il cantiere progetto è stato localizzato in un'area nella quale predomina una vegetazione di chiara origine antropogenica appartenente alle classi tassonomiche dei STELLARIETEA MEDIAE e THERO BRACHIPODIETEA (per la cui trattazione e specifiche si rimanda all'analisi della vegetazione nel Quadro Ambientale). Questo significa che la vegetazione che subirà i maggiori impatti è caratterizzata da un bassissimo valore biocenotico.

Le uniche perdite di copertura vegetale saranno dunque a completo discapito di tipologie vegetali di scarso valore naturalistico principalmente di natura erbacea. Dunque la perdita di copertura vegetale non provocherà alterazioni irreversibili, anche alla luce del fatto che, immediatamente successiva alla fase di realizzazione delle opere, seguirà una fase di rivegetazione dell'area interessata dal progetto con particolare riferimento alle scarpate e sponde del Rio.

Infine, come si evince dai rilievi di vegetazione eseguiti, tra le specie e le associazioni (biotopi vegetali) rilevati nell'area direttamente influenzata dal progetto nessuna è sottoposta a particolari opere di protezione né rientra in particolari categorie di endemismi rari o da proteggere. Le uniche associazioni di interesse naturalistico-ambientale sono quelle presenti in aree non direttamente interessate dal progetto. Inoltre, su queste stesse cenosi non si prevedono influenze di tipo indiretto vista la natura dei lavori previsti in fase di cantiere (estrema limitazione areale).

#### FASE DI ESERCIZIO

In fase di esercizio si potrebbe assistere ad un discreto miglioramento nei confronti della componente floristica e vegetale. Infatti, la realizzazione degli interventi in progetto consentirà in parte di ottenere forme di controllo indirette delle cenosi di chiara origine antropogenica, fortemente invasive, che portano spesso ad una sostituzione per competizione ecologica delle cenosi più naturali. Il controllo è, in questo caso, di tipo indiretto, ovvero attuato mediante l'utilizzo di specie, in fase di rivegetazione, particolarmente adatte al tipo di ambiente interessato.

Inoltre avverrà un'importante miglioramento attinente alle condizioni vegetali delle specie di interesse antropico (agricoltura, frutticoltura, ecc.) dopo la demolizione del ponte esistente. Per tali ragioni non si prevedono impatti negativi sulla vegetazione in fase di esercizio, mentre sono prevedibili impatti positivi di media entità.

Secondo numerosi studi, in generale nella realizzazione delle opere spesso l'impatto maggiore non viene tanto dalle opere realizzate, quanto dai lavori di cantiere, dal passaggio di mezzi e dal movimento di materiali che insieme contribuiscono a modificare quelle caratteristiche dell'ambiente che avevano garantito fino a quel momento la sopravvivenza delle specie. Nell'attuare le forme di tutela previste per il territorio interessato dalla realizzazione del progetto, pertanto, si dovrà tenere conto anche di questo.

Per formalizzare quelli che potrebbero essere i potenziali impatti dell'intervento rispetto alla struttura territoriale ed ambientale entro la quale essa dovrà inserirsi, sono determinate le azioni, le alterazioni e le trasformazioni implicate nella realizzazione del progetto, riconducibili alle fasi di cantiere ed a quelle di esercizio.

#### FASE DI REALIZZAZIONE

In fase di cantiere si prevede che gli impatti rilevabili sulla fauna che abitualmente frequenta l'area interessata, saranno, soprattutto per le specie più sensibili, di tipo negativo e reversibile nel breve termine, pertanto sarà necessario adottare delle misure di mitigazione che verranno esposte nella sezione ad esse dedicata.

Per tutta la durata della fase di cantierizzazione, la fauna sarà soggetta ad uno stress dovuto alla presenza antropica che potrebbe impedire il naturale flusso dinamico in misura proporzionale alle caratteristiche proprie di ogni singola specie e alle loro esigenze vitali. Anche se in relazione alla presenza umana si vuole fare una precisazione relativamente al fatto che sussiste in maniera costante la presenza di coloro che lavorano nelle aziende agricole e zootecniche, l'area risente del traffico veicolare lungo la strada provinciale adiacente al punto indagato e del traffico lungo la viabilità minore. Inoltre non è stata rilevata la presenza di specie animali considerate sensibili e pertanto sottoposte a vincoli di tutela. Nel corso della prima fase possono essere identificate le seguenti azioni e fattori d'impatto:

- apertura del cantiere;
- attività di trasporto;
- apertura piste di accesso;
- eliminazione della vegetazione dal soprassuolo;
- accumulazione temporanea di materiali di scavo;
- sbancamenti di suolo e sottosuolo;
- uso di ruspe e scavatori, mezzi pesanti e autoveicoli del personale;

dotto dal cantiere.

#### FASE ESERCIZIO

Nella fase di esercizio, considerato che il ponte non necessita di alcun intervento di manutenzione non si evidenzia una presenza antropica maggiore di quella abitualmente insistente nell'area, pertanto l'elemento che potrebbe generare degli impatti è dato dalla presenza fisica dell'opera che rappresenta un elemento solo in parte nuovo all'interno del paesaggio preesistente e che tuttavia non può essere come un ostacolo che genera un effetto barriera per le specie faunistiche presenti se non al pari del manufatto esistente che dovrà essere demolito.

Di fatto si può ritenere che tale effetto possa essere di scarsa portata. Si ritiene che, adottando le opportune e disponibili misure di mitigazione, l'intervento non dovrebbe comportare delle modificazioni tali da compromettere la bassa diversità di specie e la scarsa diversità biologica della componente faunistica dell'area.

#### **4.4.3. Altre componenti**

##### **Paesaggio**

Una modifica nella conformazione del paesaggio determina un impatto, la cui natura è direttamente correlata al sistema ambientale in cui l'opera viene realizzata e al grado di integrazione della stessa con il sistema.

In questo caso specifico il ponte in progetto si inserisce in un contesto molto antropizzato, che va, tra l'altro, a sostituire un ponte già presente. Pertanto gli effetti dell'inserimento dell'intervento nel paesaggio preesistente verranno valutati considerando anche questo elemento.

#### FASE DI REALIZZAZIONE

Gli impatti individuati per questo settore, sono stati classificati come negativi (ad esclusione della realizzazione di inerbimenti e piantumazioni) poiché le azioni contemplate per questa fase, che sono:

- l'apertura delle piste, l'accumulo di inerti, il taglio della vegetazione;
- le operazioni di scavo;
- la realizzazione dell'opera;

to del paesaggio, seppur di carattere puntuale, perché

limitata all'area nella quale verrà realizzata l'opera, e di breve durata perché riferita alla fase di cantiere.

Per quanto riguarda l'alternativa della non realizzazione, questa altera in maniera meno significativa lo stato attuale del paesaggio, considerato che il nuovo ponte è almeno per le sue maggiori dimensioni rispetto all'esistente, più impattante.

Gli impatti identificati sono stati pertanto valutati come poco significativi.

La sistemazione del verde, come evidenziato in matrice, determina impatti positivi, poiché tale operazione favorirà il grado di integrazione della struttura con la matrice ambientale circostante.

#### FASE DI ESERCIZIO

In questa fase, le azioni che portano impatti, in relazione all'integrazione della struttura in progetto, sono:

- ✓ contenimento del deflusso idrico delle esondazioni;
- ✓ protezione del centro abitato di Ballao;
- ✓ protezione delle aree coltivate;
- ✓ sensibile miglioramento della viabilità lungo la S. Provinciale 20.

La realizzazione del nuovo ponte determina una modificazione del paesaggio significativa, a causa delle dimensioni dello stesso, anche perché la morfologia dell'area, principalmente pianeggiante, ne mette in risalto la presenza.

Dall'analisi della matrice, risulta che gli impatti identificati sono positivi, nonostante il ponte rappresenti una evidente modificazione, questo perché, al di là delle considerazioni sul funzionamento e sulle dimensioni della struttura, la realizzazione delle opere di inerbimento e piantumazione determinano una integrazione tale che, complessivamente, gli impatti risultanti possano essere considerati positivi.

Per l'ipotesi 00, non si può parlare di integrazione della struttura poiché questa non verrà realizzata.

#### FASE DI REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO

Considerata la tipologia progettuale di carattere puntuale e la sua localizzazione si ritiene che, qualunque sia l'ipotesi progettuale prescelta, la realizzazione delle opere previste non dovrebbe comportare alcun impatto sul settore considerato o comunque nessun eventuale impatto di carattere significativo e rilevabile, in nessuna delle fasi considerate (realizzazione, esercizio).

### **Settore Socio-Economico**

I comparti socio-economici interessati dalle opere in progetto sono sicuramente il settore agricolo e quello zootecnico.

Tra le motivazioni che giustificano la scelta di realizzare l'intervento, vi è senz'altro l'esigenza di proteggere i terreni e quindi le aziende e le attività ivi insistenti, preservandoli dai problemi conseguenti all'allagamento che ne pregiudicano l'utilizzo agricolo.

Gli interventi previsti, una volta realizzati, dovrebbero comportare un consistente impatto positivo diretto e duraturo sulle attività agricole e zootecniche.

#### FASE DI REALIZZAZIONE

Le attività agricole e zootecniche possono temporaneamente risentire della fase di cantiere, in quanto la presenza di operai e macchinari e le operazioni di apertura delle piste e gli scavi, possono interferire con le consuete attività svolte nell'area. Per contro la presenza del cantiere potrebbe avere un impatto positivo sull'occupazione, per via della necessità di manodopera per la costruzione dell'opera.

#### FASE DI ESERCIZIO

La fase di esercizio sarà caratterizzata da una quasi totalità di impatti molto positivi. In questa fase, infatti, gli effetti connessi all'esercizio degli interventi in progetto sono rappresentati dal contenimento del deflusso idrico causato dalle esondazioni del Rio e dalla protezione dei terreni circostanti, l'abitato di Ballao. Soprattutto l'eliminazione del rischio di esondazione comporta un impatto diretto positivo e duraturo sui settori agricolo e zootecnico. Inoltre si vuole sottolineare l'aspetto positivo che la realizzazione del nuovo ponte avrà sul traffico veicolare lungo la S. Provinciale 20 nel punto interessato dall'intervento. A questo proposito,

co potrebbe essere influenzato positivamente, essendo  
erie stradali uno degli elementi più significativi in

negativo sulla fruibilità dei luoghi.

L'ipotesi della non realizzazione sarebbe caratterizzata invece, come intuibile, da una  
dominanza di impatti molto negativi, in quanto permarrebbe la condizione attuale con tutte le  
problematiche connesse.

#### 4.4.4. Conclusioni

All'interno delle aree mediterranee lo sfruttamento delle pianeggianti per fini agricoli di  
origine e tipologia differente (cerealicoltura, frutticoltura, ecc.) ha sempre assunto  
un'importanza strategica per l'economia a varie scale. In Sardegna, così come assunto dal  
Piano generale delle acque mediante la cartografia su i suoli delle aree irrigabili della  
Sardegna (Arangino *et alii*, 1986), tra le aree di maggiore interesse agricolo quelle a ridosso  
dei corsi d'acqua riguardano una porzione vasta ed eterogenea del territorio regionale. In  
queste aree lo storico sfruttamento per fini agronomici si è venuto a scontrare con fenomeni di  
erosione che, nel corso degli anni, hanno causato ingenti danni economici. Indubbiamente,  
il recupero di aree fertili e potenzialmente sfruttabili assume un ruolo di  
assoluta preminenza per lo sviluppo agricolo di vaste porzioni del territorio regionale. Queste  
risultano spesso inutilizzabili oltre che a causa di fenomeni di degradazione anche a causa  
delle forti limitazioni indotte dalla prossimità ai corsi d'acqua che spesso coincidono con zone  
a forte rischio idrogeologico. In queste zone, le uniche soluzioni adottabili sono gli interventi  
di sistemazione idraulica che rappresentano spesso l'unica possibilità per uno sfruttamento  
agricolo proficuo, alle quali si contrappone l'abbandono delle terre coltivate e di tutte le  
attività ivi insistenti.

Nel caso specifico, e analogamente per altre situazioni, la realizzazione dell'opera assume  
un'importanza relativa anche alla sicurezza dei centri abitati sorti in prossimità di aree  
appartenenti al fiume.

Pertanto nel caso in esame, la necessità di demolire il ponte esistente e la realizzazione di  
uno nuovo è in primo luogo legata alla messa in sicurezza dell'abitato e alla protezione delle  
terre coltivate e quindi delle attività agricole e zootecniche presenti nell'area che  
rappresentano la principale risorsa per l'economia locale. Un altro aspetto non meno  
significativo da valutare è quello legato al positivo effetto che il nuovo ponte avrà sul traffico  
veicolare nell'area.

Il presente studio per le componenti ambientali appare  
possibili impatti negativi, rilevabili principalmente a  
carico del suolo e del paesaggio, non produce effetti tali da pregiudicare l'integrità del sistema  
ambientale nel quale verrà realizzata.

## 4.5. MISURE DI MITIGAZIONE

### 4.5.1. Premessa

Dopo aver concluso la fase di identificazione e quantificazione degli impatti, nella presente parte del lavoro si proporranno delle misure atte a minimizzare o ridurre gli effetti ambientali associati alla costruzione ed al funzionamento dell'opera in progetto. Per la definizione di queste misure è opportuno tenere conto dei seguenti punti:

- quando possibile si procederà alla modifica delle azioni necessarie alla realizzazione dell'opera di modo che le possibili alterazioni precedentemente identificate vengano minimizzate rispetto alla forma originale;
- particolare considerazione dovrà essere posta nelle misure di carattere preventivo, tenendo conto di una serie di norme e di regole che riescano in largo anticipo a minimizzare eventuali impatti. Grazie a questo gli effetti sull'ambiente interessato potranno essere ridotti significativamente, sia durante la fase di costruzione che di funzionamento;

Naturalmente non tutti i comparti ambientali considerati e precedentemente analizzati necessitano di misure di mitigazione, in quanto non sono stati rilevati impatti tali da dover adoperare misure preventive e/o cautelative.

### 4.5.2. Interventi di mitigazione preventivi

Le misure di mitigazione preventive che sarebbe opportuno adottare, sia in fase di realizzazione, di esercizio e di manutenzione sono quelle che seguono.

## ATMOSFERA

Per quanto concerne la riduzione dei fenomeni di dispersione delle polveri e del particolato, durante le fasi di cantiere, sarà opportuno adottare le seguenti misure di mitigazione:

di cantiere ai soli mezzi autorizzati;

meno in tutte le fasi che comportano lo scavo, la

movimentazione di terra;

- la periodica bagnatura a pioggia delle aree destinate al deposito temporaneo di inerti;
- la pulizia ad umido dei pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere;
- la dispersione di acque sul terreno con particolare riguardo alle viabilità percorse dai mezzi d'opera;
- la copertura dei cassoni dei veicoli di trasporto del materiale

L'adozione di queste semplici misure potrebbe consentire un considerevole abbattimento delle emissioni di particolati.

## SUOLI

### Protezione dei suoli contro le contaminazioni

Per evitare possibili contaminazioni generate da sversamenti accidentali di oli e/o combustibili da automezzi e macchinari in generale, durante la costruzione, funzionamento e manutenzione delle differenti opere, si dovranno stabilire le seguenti misure preventive:

- ✓ in caso di perdita di combustibili e/o di lubrificanti dai mezzi si procederà all'isolamento della zona affetta estraendo la terra inquinata e provvedendo in seguito a trasferirla per il successivo trattamento alle autorità competenti;
- ✓ durante il funzionamento si dovrà realizzare una gestione adeguata degli oli e dei residui dei macchinari. Questi residui sono classificati come tossici o pericolosi e dunque dovranno essere trattati secondo quanto previsto dalla normativa vigente.
- ✓ evitare gli sversamenti anche accidentali di olii e grassi lubrificanti.
- ✓ dovranno essere previste, inoltre, nelle aree di cantiere zone di lavaggio dei mezzi con fosse di decantazione/disolazione.

### Protezione della terra vegetale al fine di non danneggiare la fertilità dei suoli

Nel realizzare spianamenti, strade, opere temporanee per il cantiere, scavi ed altro si procederà ad asportare il terreno vegetale esistente in quelle zone, questo dovrà essere accumulato in cordoni non superiori ai 2 m di altezza, in modo da evitare perdita di fertilità

essere riutilizzata nella restaurazione/recupero delle aree  
la terra vegetale verrà ubicata separatamente, previa  
asportazione del pietrame e dei resti di vegetazione di discrete dimensioni, col fine di  
riutilizzarla successivamente.

Lo scopo finale di tale procedimento è quello di lasciare il suolo, a fine lavori, in condizioni il  
più possibile simili a quelle precedenti all'intervento.

## PAESAGGIO

Partendo dalla considerazione che interventi di questo tipo comportano inevitabilmente un  
impatto visivo nel paesaggio, si suggerisce comunque di seguire le indicazioni descritte nel  
Quadro di Riferimento Ambientale, relative alla sistemazione del verde, delle quali si riporta  
una breve sintesi:

- per l'esecuzione degli interventi di rivestimento dell'argine è necessario operare  
mediante la metodica dell'idrosemina, poiché in aree come queste, caratterizzate dalla  
presenza di terreni particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle  
acque meteoriche, adottare tale metodica in periodi umidi (autunno), si rivela un'ottima  
scelta per garantire la protezione di tali aree;
- dovranno inoltre essere impiegate unicamente specie vegetali che si trovano su  
stazioni analoghe, la successiva scelta sulle specie da adottare è possibile mediante  
l'esecuzione di rilievi fitosociologici;
- l'ecologia delle specie da inserire dovrà essere molto simile a quella delle specie  
già presenti. Non saranno dunque ammissibili scelte di specie con le seguenti  
caratteristiche:
  - specie invasive con forti capacità di espansione in aree degradate;
  - specie alloctone con forte capacità di modifica dei gradienti ecologici;
  - specie autoctone ma non proprie dell'ambiente indagato;

dovranno essere utilizzate solo associazioni pioniere che siano compatibili dal punto di  
vista ecologico. Tali associazioni dovranno rispondere inoltre alle seguenti caratteristiche:

1. larga amplitudine ecologica;
2. facoltà di colonizzare terreni grezzi di origine antropogenica e capacità edificatrici;
3. azione consolidante del terreno;

Adeguate trattamento degli inerti secondo quanto previsto dalla normativa vigente

Gli inerti generati durante le varie fasi di cantiere, dovranno essere riutilizzati per realizzare terrapieni o colmare scavi. In ogni caso, non si dovranno creare discariche incontrollate e non si dovranno abbandonare materiali di costruzione o resti degli scavi in prossimità delle opere. Gli inerti non riutilizzabili dovranno essere portati fuori dalla zona nella più vicina discarica autorizzata.

ALBERTI M., BETTINI V., BOLLINI G., FALQUI E. *ó Metodologie di Valutazione dell'Impatto Ambientale ó CLUP, Milano, 1988.*

ANESI A., DIEZ-GARRETAS B. *ó La vegetacion del Mediterraneo occidental -Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Malaga, Malaga, 2000.*

ARANGINO F, ARU A., BALDACCINI P., VACCA S. *ó I suoli delle aree irrigabili della Sardegna ó STEF, Cagliari, 1986.*

ARU A., BALDACCINI P., VACCA A. - *Carta dei suoli della Sardegna, STEF, Cagliari, 1991.*

ARU A., BALDACCINI P., VACCA A. *ó Nota illustrativa alla Carta dei suoli della Sardegna ó STEF, Cagliari, 1991.*

BETTINI V., CANTER L. W., ORTOLANO L. *ó Ecologia dell'Impatto Ambientale ó UTET Librerie , Torino, 2000.*

BETTINI V. *ó Valutazione di Impatto Ambientale: le nuove frontiere ó UTET Librerie, Torino, 2002.*

BRESSO M. GAMBA G, ZEPPESELLA A. - *Valutazione ambientale e processi decisionali - La Nuova Italia Scientifica, 1992.*

BRESSO M., RUSSO R., ZEPPESELLA A. - *Analisi dei processi e Valutazione di Impatto Ambientale - La Nuova Italia Scientifica, 1991.*

BRUSCHI S. GISOTTI G. *ó Valutare l'ambiente: guida agli studi di impatto ambientale - La Nuova Italia Scientifica, 1990.*

*Guida alla flora della Sardegna* ó Editrice Archivio

Fotografico Sardo, Nuoro, 1984.

EAF ó ENTE AUTONOMO FLUMENDOSA ó *Studio sull'Idrologia Superficiale della Sardegna* -  
Realizzato per conto della Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato della  
Programmazione, Bilancio ed Assetto del Territorio.

FARINA A. - *Ecologia del Paesaggio. Principi, metodi ed applicazioni* ó UTET Librerie,  
Torino 2001.

ISTAT (ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA) ó *Annuario relativo all'andamento  
demografico ed al settore produttivo* 2001.

ISTAT (ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA) ó *Annuario on-line*, 2003.

MALCEVSCHI S. - *Un modello interpretativo integrato per la definizione e la valutazione  
degli ecosistemi* - (M.I.V.E.C.), Rapporto ENEA/DISP/ARA/SCA, 1989.

MALCEVSCHI S. -. *Qualità ed impatto ambientale. Teoria e strumenti della valutazione di  
impatto* . ETASLIBRI, Milano, 1991.

MONTBAILLIU X., TORRE A. - *La gestione degli ambienti costieri e insulari del Mediterraneo*  
- Edizioni del Sole, Alghero, 1994.

MORRIS P., THERIVEL R. ó *Methods of Environmental Impact Assessment* ó UCL, Press,  
Londra, 1995.

OSSERVATORIO INDUSTRIALE ó *Dati relativi al settore produttivo legato al turismo*, 2003.

PIGNATTI S. ó *I boschi d'Italia* - Editore Edagricole, 1982.

PIGNATTI S. ó *Flora d'Italia* - UTET, Torino, 1982.

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA ó ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI ó *Attività di*

*lle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle  
relative misure di salvaguardia ó*

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA ó ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI ó *Attività di  
individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle  
relative misure di salvaguardia ó* luglio 2003.

RIVAS-MARTINEZ S. ó *Global Bioclimatics (clasificaci n bioclimatica de la tierra)* -  
Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università Complutense, Madrid, 1999.

SCHIECHTL H. M., STERN R. ó *Ingegneria naturalistica. Manuale delle opere in terra ó*  
Edizioni Castaldi - Feltre, Belluno, 1992.

SCHONFELDER P., SCHONFELDER I. ó *La flora mediterranea ó* Istituto Geografico De  
Agostini, Novara, 1998.