Committente:

# PROVINCIA DI SAVONA

Settore Gestione della Viabilità, Edilizia ed ambiente

Oggetto:

## Evento alluvionale del 26 dicembre 2013
## S.P.31 "Urbe - Pianpaludo - La Carta"
## Lavori di consolidamento strutturale del ponte con risanamento e ricostruzione delle parti ammalorate nonchè delle fondazioni al km 5+834

# PROGETTO DEFINITIVO

# RELAZIONE GENERALE

SCALA: -

| Identificazione elaborato | Ambito | | Tipologia | | Commessa | n° elaborato | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E1PE144719A01 | E | 1 | P | D | 1447/19 | A | 01 |


Dati Progettisti / Consulenti

Ing. Geol. Luigi MARENCO
GEO engineering S.r.l.
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Alessandria n° 1242
Ordine Geologi Piemonte n° 435


| Rev. | Redatto | Verificato | Validato | Data | Timbri e Firme |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ing. M. Tuberga | Ing. L. Marenco | Ing. L. Marenco | 02/2019 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Il Responsabile del procedimento: | FIRMA |
|---|---|


Sede e Uffici: Corso Unione Sovietica n. 560 - 10135 Torino
tel. 0113913194 Fax 0113470903 e-mail: info@geoengineering.torino.it
Iscrizione Tribunale Torino: 2080/87 C.C.I.A.A. di Torino: n.698052
Cod. Fisc. n. P. IVA: 05271990011



N° 948 UNITER CERTIFIED QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001

INDICE

1 PREMESSA ..... 1

2 ELEMENTI CONOSCITIVI PRELIMINARI ALLA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI ..... 2
2.1 Il dissesto in atto sulla struttura esistente ..... 5
2.2 Le alternative e gli indirizzi progettuali ..... 16

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI ..... 21
3.1 Accessi e imposta aree di cantiere ..... 21
3.2 Le opere in progetto ..... 21
3.2.1 Opere strutturali di rifacimento del ponte ..... 21
3.2.2 Opere stradali ..... 22
3.2.3 Opere di difesa idraulica ..... 24

4 CONFORMITÀ DEL PROGETTO ALLE NORMATIVE TECNICHE APPLICABILI ..... 25

5 CRITERI PROGETTUALI ..... 28
5.1 Aspetti funzionali ..... 28
5.2 Aspetti ambientali ..... 28

6 ANALISI DI FATTIBILITA' ..... 30
6.1 Compatibilità con gli strumenti di pianificazione ..... 30
6.2 Compatibilità ambientale ..... 31
6.3 Compatibilità geologica e geotecnica ..... 31
6.4 Compatibilità idraulica e sismica ..... 32

7 REGIME VINCOLISTICO ..... 33
7.1 Paesaggistici e naturalistici ..... 33
7.2 Architettonici ed archeologici ..... 35
7.3 Idraulici ..... 35
7.4 Tutela idrogeologica ..... 36
7.5 Tutela della copertura forestale ..... 36
7.6 Tutela dell'ittiofauna ..... 37
7.7 Interferenze con reti infrastrutturali ..... 38

8 MATERIALI DA COSTRUZIONE ..... 38

9 GESTIONE MATERIALI DI SCAVO E DEMOLIZIONE ..... 39

10 DISPONIBILITA' DELLE AREE ..... 40

11 PREZZARIO DI RIFERIMENTO ..... 40

12 QUADRO ECONOMICO GENERALE ..... 41

# 1 PREMESSA

Su incarico della Provincia di Savona, Settore Gestione Viabilità, Edilizia ed Ambiente, Servizio Nuovi Interventi Stradali e Progettazioni, è stato predisposto il presente progetto definitivo delle opere relative a: "*S.P. n. 31 Urbe – Pianpaludo – La Carta. Lavori di: consolidamento strutturale del ponte con risanamento e ricostruzione delle parti ammalorate nonché delle fondazioni al km 5+834*"

Il presente progetto fa diretto riferimento al Progetto di Fattibilità Tecnico Economica redatto dalla Provincia di Savona con oggetto: "Evento alluvionale del 26 dicembre 2013 S.P. 31: Urbe – Pian Paludo – La Carta. Lavori di consolidamento strutturale del ponte con risanamento e ricostruzione delle parti ammalorate nonché delle fondazioni al km 5+834". Tuttavia le analisi di approfondimento, esposte in dettaglio nel seguito, svolte nell'ambito degli studi relativi alla seconda fase di progettazione hanno indirizzato l'attività progettuale, in origine prevista per il consolidamento del manufatto esistente, verso un intervento più radicale volto alla ricostruzione del manufatto in posizione poco discosta rispetto all'attuale e con minima variazione planimetrica del tracciato della SP 31.

Nel seguito, sulla base dei rilievi e della documentazione disponibile si procederà ad esaminare le necessità che inducono alla realizzazione di tale nuova opera, indicandone le cause e individuando le soluzioni progettuali alternative.

In particolare si tratta di un intervento volto al ripristino della sicurezza strutturale del manufatto di attraversamento del Rio della Conca (o della Traversa) in comune di Sassello, posto a servizio della viabilità provinciale, soggetto attualmente ad un elevato stato di degrado sia dell'impalcato che delle spalle, che a seguito alle verifiche condotte ha imposto un limite al transito dei veicoli con peso maggiore di 10 t.

# 2 ELEMENTI CONOSCITIVI PRELIMINARI ALLA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI

Dal punto di vista amministrativo i luoghi fanno parte del territorio del comune di Sassello (SV) e si collocano geograficamente a settentrione dello spartiacque tra il bacino idrografico Padano e il bacino idrografico Tirreno. In particolare il settore in studio si colloca in corrispondenza del versante idrografico sinistro della valle del T. Orba di cui il Rio della Conca, tributario di destra del T. Orbarina, costituisce un ramo di testata traendo le sue origini dal versante settentrionale del M. Beigua (1286 m s.l.m.m.).

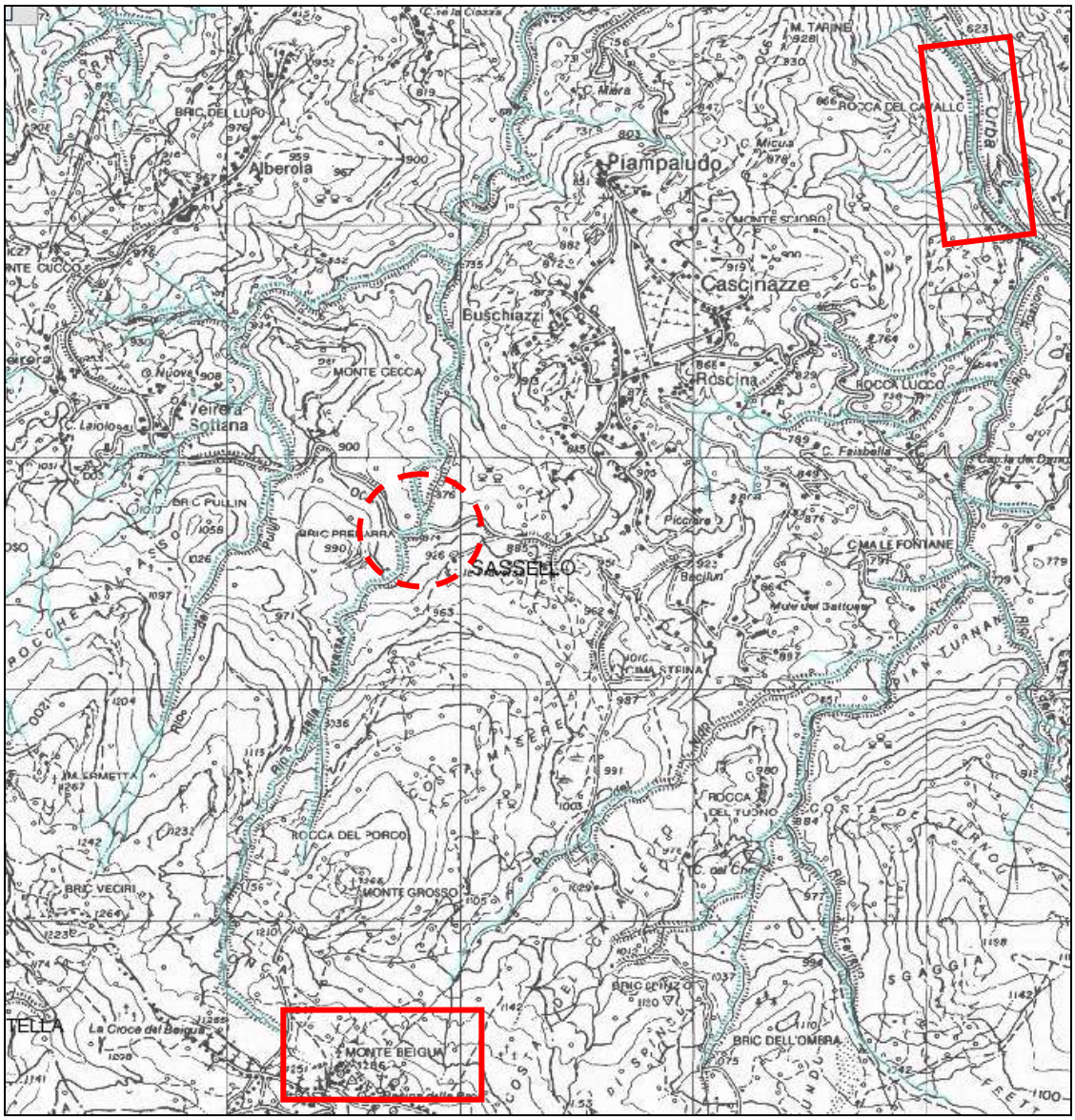



**Figura 1** – Inquadramento geografico dell'area. Ubicazione del sito d'intervento nel tondo in rosso, in evidenza il M. Beigua in basso e l'alveo del T. Orba in alto (Carta Tecnica Regione Liguria);

Il settore di interesse si colloca poco ad oriente dell'abitato di Veirera, località del comune di Sassello, a una quota di circa 874 m s.l.m.m., si tratta di un settore montano estesamente boscato interessato dalla viabiltà provinciale distinta con il n. 31 e denominata "Urbe – Pianpaludo – La Carta", di sviluppo complessivo di circa km 12.

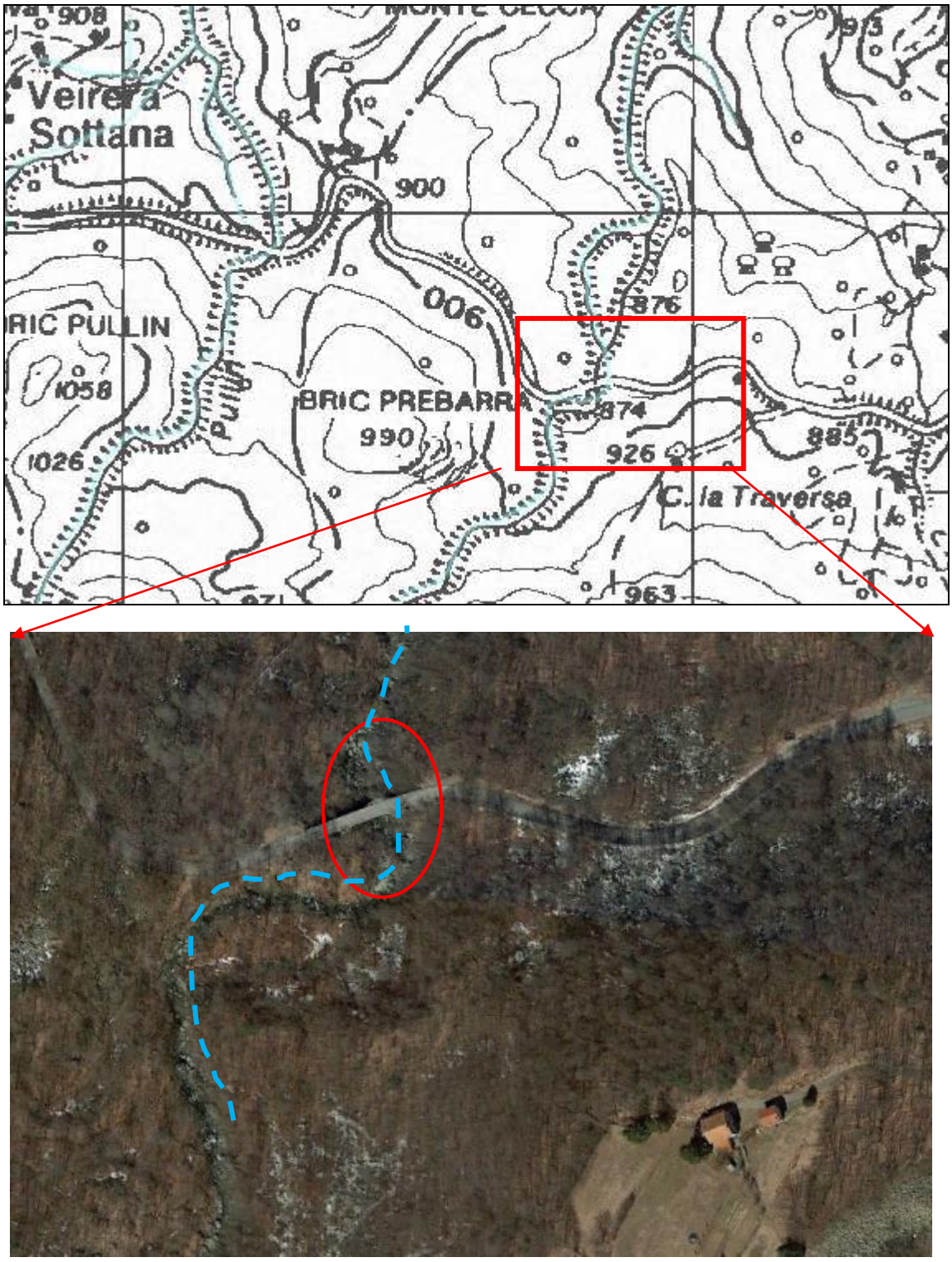



**Figura 2** – Inquadramento cartografico e aereo dell'interferenza tra viabilità e rete idrografica

La viabilità collega i comuni di Sassello, di Urbe e le frazioni montane poste alle pendici del monte Beigua, in alternativa alla S.P. n. 49 che si snoda a fondo valle. La carreggiata, decorrente in un ambito morfologico di tipo montano è inserita prevalentemente con sezione trasversale a mezza costa, associata ad una ampiezza della carreggiata inferiore ai 5 m e a raggi di curvatura modesti che, riducendo sensibilmente la distanza di visibilità per l'arresto, comportano di fatto velocità di esercizio ridotte non superiori ai 50 km/h.

In corrispondenza della progressiva km 5+834 l'asse viario interferisce con l'alveo del Rio della Conca (o della Traversa) superando la vallecola per mezzo di un ponte ad arco a via superiore di tipo Maillart in cemento armato gettato interamente in opera, costituito da un arco sottile con spessore di 40 cm in chiave e di 50 cm alle imposte; da un impalcato a tre travi più rigido rispetto all'arco e da setti sottili a sezione piena di collegamento tra le strutture con spessore di 27 cm. Prima e dopo l'arcata principale, di luce pari a 27 m, sono presenti due campate di approccio con luce di 4.70 m poggianti su due spalle di contenimento del corpo stradale.

La sede stradale ha una larghezza di 4.50 – 5.00 m mentre l'impalcato ha una larghezza di 4.90 m.



**Figura 3** – Vista da valle, in sponda destra del Rio della Conca, del manufatto esistente

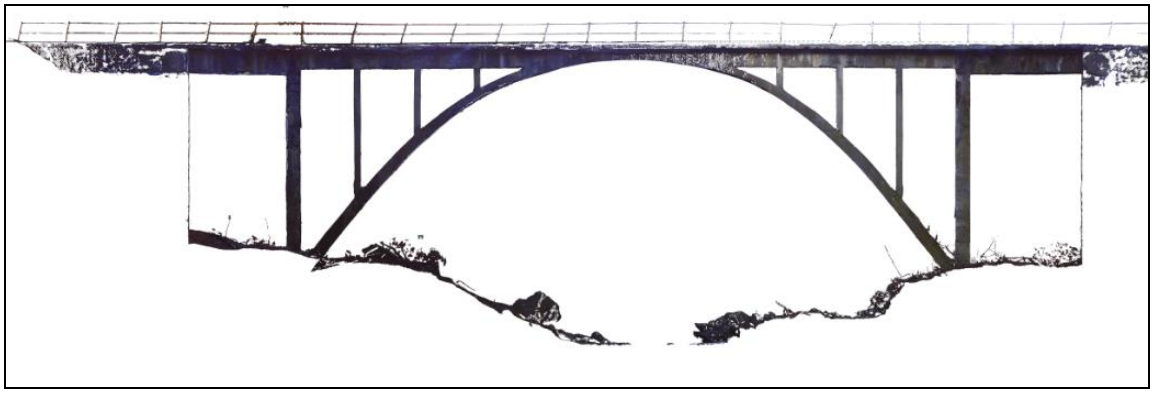


**Figura 4** – Restituzione laser scanner dell'opera – vista da monte



**Figura 5** – La carreggiata stradale vista dalla spalla destra

## 2.1 Il dissesto in atto sulla struttura esistente

Da un'analisi visiva dell'opera è osservabile un accentuato degrado di alcuni settori della struttura ad arco, la quale risulta interamente costituita da calcestruzzo gettato in opera, e delle strutture di approccio: ciò sia all'impalcato in c.a. di raccordo arco-spalla che alle spalle stesse, costituite queste ultime esteriormente da una muratura in pietrame interessata da evidenti lesioni trasversali.

Nelle immagini seguenti si riporta una esemplificazione del dissesto rilevato.



**Figura 6** – Lato di valle della spalla in destra interessata da un accentuato fenomeno fessurativo



**Figura 7** – Il setto terminale in destra di appoggio dell'impalcato



**Figura 8** – Vista dal basso della struttura ad arco a via superiore di tipo Maillart



**Figura 9** – Lato di valle della spalla in sinistra interessata da un accentuato fenomeno fessurativo



**Figura 10** – Particolare del degrado strutturale in atto sull'impalcato



**Figura 11** – Particolare del degrado strutturale in atto sulla struttura ad arco



**Figura 12** – Particolare del degrado strutturale in atto sulla struttura ad arco



**Figura 13** – Particolare del degrado strutturale in atto sull'impalcato

A seguito dell'accertamento dello stato di degrado l'Ente Committente affidò alla Società 4M Service s.p.a. di Bolzano l'incarico di Verifica Generale dell'opera. Tali attività di indagine e analisi si svilupparono tra il Gennaio e il Maggio 2018; per completezza i risultati sono allegati all'elaborato A04 "Fascicolo delle indagini e prove in sito" facente parte della presente progettazione. In particolare il suddetto rapporto risultò volto:

- a definire la geometria del manufatto con tecnologia laser scanner
- alla caratterizzazione dinamica della struttura
- a indagare con indagini sperimentali le caratteristiche quantitative e qualitative dei materiali costituenti le strutture portanti in c.a.

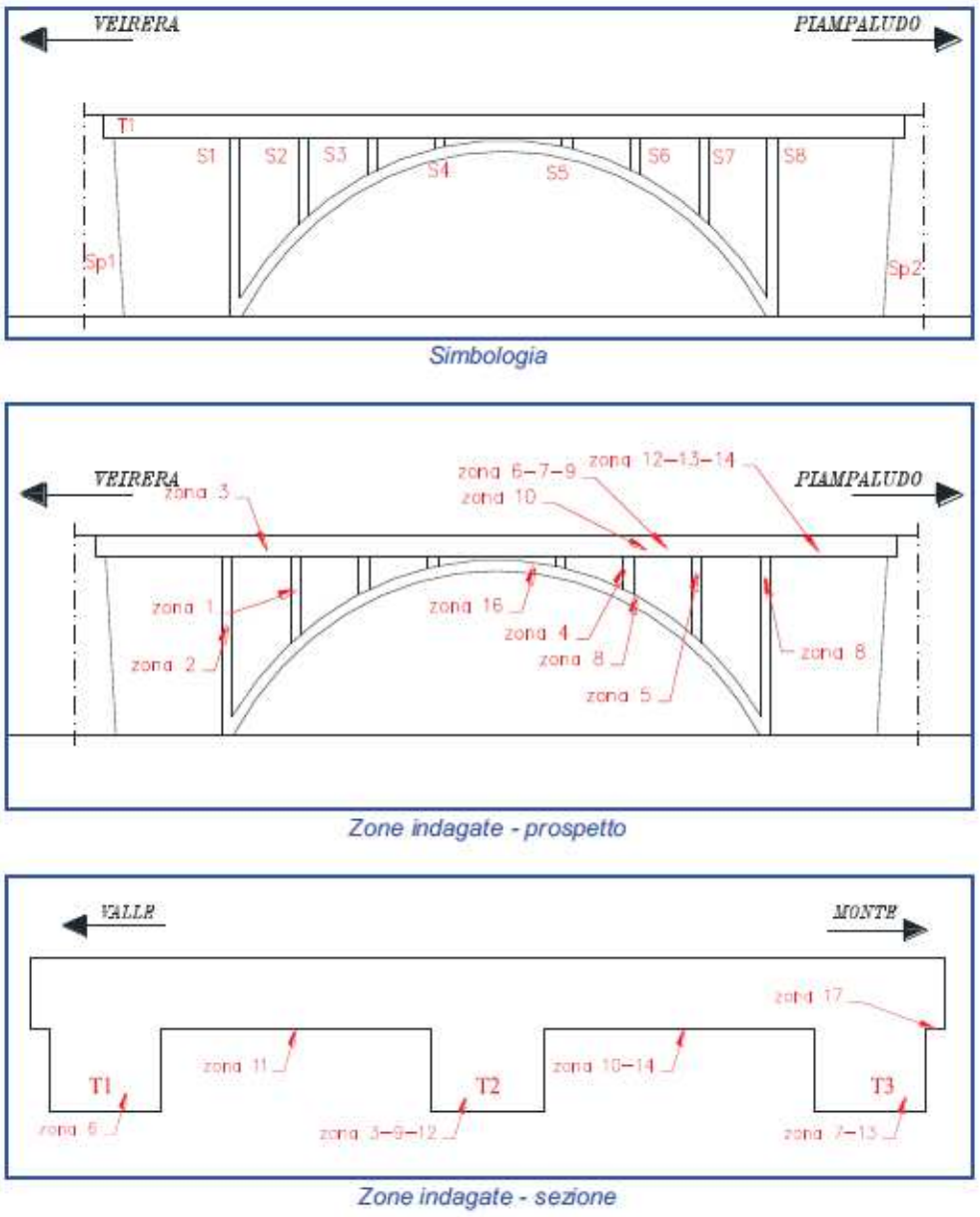



**Figura 14** – Estratto rapporto 4M con indicazioni dei settori di struttura indagati

Circa i valori di resistenza dei materiali indagati si ottennero in laboratorio su campioni prelevati mediante carotaggio i valori riportati nelle tabelle seguenti relative rispettivamente al calcestruzzo e all'acciaio.

| Sigla | Rif. Struttura | Data estrazione | Dimensioni [mm] | | Massa [Kg/m³] | tipo rottura | Rc [N/mm²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | diam. Ø | h rett. | | | |
| C1 | Zona 1 Setto S2 | 07/05/2018 | 94 | 94 | 2316 | S | **13.1** |
| C2 | Zona 3 Trave T2 | 07/05/2018 | 94 | 94 | 2361 | S | **21.4** |
| C3 | Zona 8 Estradosso arco | 07/05/2018 | 94 | 94 | 2226 | S | **18.2** |
| C4 | Zona 4 Setto S6 | 07/05/2018 | 94 | 94 | 2235 | S | **12.7** |

Nota: S = rottura soddisfacente NS = rottura non soddisfacente

| Sigla | Zona prelievo | Data prelievo | Ø diam. [mm] | Area [mm²] | Tensione. Snerv. | Tensione Rottura | Agt.% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | fy [N/mm²] | ft [N/mm²] | |
| F1 | 15 | 08/05/2018 | 18.78 | 277.04 | 450.3 | 618.3 | 16.3 |

A seguito dell'incarico ricevuto dalla società scrivente, volto a definire le opere di consolidamento della struttura esistente, si ritenne necessario approfondire il grado di conoscenza delle caratteristiche dei materiali con prove in sito e prelievo di campioni, estendendo anche l'indagine alle spalle, coinvolte anch'esse da un elevato stato di degrado e interessate da un importante quadro fessurativo. Anche in tale caso il rapporto finale di indagine è stato allegato all'elaborato A04 "Fascicolo delle indagini e prove in sito" facente parte della presente progettazione.

In particolare, oltre ad una indagine visiva dei punti critici del manufatto furono eseguite:

- Indagine georadar per definire lo spessore dei diversi strati costituenti l'impalcato
- Indagine non distruttiva meccanica (metodo SONREB) per definire le resistenze disponibili del calcestruzzo in sito
- Indagine elettrica per determinazione della resistività e del potenziale di corrosione delle armature in sito.

Oltre ai carotaggi già eseguiti da 4 EMME furono prelevate altre 5 carote sulla struttura per consentire la verifica del metodo SONREB ed aumentare la precisione nella stima delle resistenze. In particolare, a fronte di una sola prova di trazione su spezzone di

armatura svolta da 4 EMME fu previsto il prelievo di altri tre spezzoni di acciaio di vario diametro. Furono inoltre prelevati due campioni di calcestruzzo in corrispondenza della fondazione dell'arco. Rimandando al rapporto citato per il dettaglio, l'indagine compiuta ha evidenziato i seguenti aspetti principali:

- relativamente all'indagine georadar eseguita sull'impalcato si è rilevato un importante spessore del materiale di riempimento costituente il piano viario, pari a 40-50 cm, posto al di sopra della soletta di impalcato che presenta spessori di 20- 25 cm
- la resistenza in sito definita sperimentalmente in più punti della struttura, supportata dagli esiti delle prove di laboratorio, evidenzia come il calcestruzzo impiegato per tutti gli elementi strutturali abbia una modesta resistenza a compressione. Il metodo SONREB ha stimato per l'arco una Rck= 19.5 MPa, la carota estratta a cura della società 4 EMME ha fornito il valore di 18.2 MPa; per il setto Rck=14.3 MPa, le due carote estratte dalla 4 EMME hanno fornito un valore medio di 12.9 MPa; per le travi Rck=13.5 MPa, mentre la carota estratta ha fornito 21.4 MPa. Dalla soletta si ottiene Rck = 18 MPa, altro dato coerente con le altre parti della struttura, ma comunque modesto.

  Come accennato nel corso dell'indagine furono prelevati tramite carotaggio ulteriori campioni di calcestruzzo e spezzoni di acciaio sottoposti rispettivamente a prove di compressione e trazione. I risultati di resistenza a compressione ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti. Essendo il rapporto tra diametro e altezza del provino unitaria tali valori possono ritenersi equivalenti a un valore di resistenza cubica Rc.

| Dati dichiarati | | | Risultati di prova | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sigla | Data estrazione | Posizione in opera | Dimensioni [mm] | | h/d | Massa volumica | Resistenza a compressione $f_c$ | Tipo rottura | Max inerte | Armatura rilevata | Data prova |
| | | | Ø | h | | [kg/m³] | [N/mm²] | | Ø[mm] | [mm] | |
| C1 | 30/10/2018 | Arco | 94 | 94 | 1 | 2378 | **18,8** | S | 33 | - | 03/12/2018 |
| C2 | 30/10/2018 | Trave | 94 | 94 | 1 | 2246 | **16,2** | S | 31 | - | 03/12/2018 |
| C3 | 30/10/2018 | Setto | 94 | 94 | 1 | 2215 | **12,7** | S | 34 | - | 03/12/2018 |
| C4 | 15/11/2018 | Soletta (Mezzeria) | 74 | 74 | 1 | 2256 | **10,4** | S | 44 | - | 03/12/2018 |
| C5 | 15/11/2018 | Soletta (Verso Sassello) | 74 | 74 | 1 | 2316 | **22,0** | S | 24 | - | 03/12/2018 |

Legenda:
S = rottura soddisfacente NS = rottura non soddisfacente ND = non dichiarato $f_c$= resistenza a compressione del provino

Note: nessuna.

| Contrassegno | Data prelievo | ØEff. [mm] | Area [mm²] | Tipo di acciaio | Riferimento struttura | Tensione di snervamento $f_y$[N/mm²] | Tensione di rottura $f_t$[N/mm²] | Agt % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1 Arco | 30/10/2018 | 17,18 | 231,73 | Barra liscia | Arco | 316,6 | 454,4 | 8,2 |
| F2 Trave | 30/10/2018 | 8,20 | 52,81 | Barra liscia | Trave | 345,6 | 432,9 | 4,2 |
| F3 Setto | 30/10/2018 | 8,24 | 53,28 | Barra liscia | Setto | 300,3 | 430,2 | 2,2 |

Note: i valori di snervamento e rottura sono riferiti al diametro e all'area effettiva dei provini.

- La resistenza media sui due campioni prelevati in sede di carotaggio della fondazione dell'arco è risultata pari a 7,1 MPa

| N° | Sigla camp. | Identificativo Provino | Campione | Massa Kg | Dimensioni mm | | Rapporto lung./ diametro | Sezione resist. mm² | Massa Volum. gr/cc | Resistenza | | R | T.R. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | diam. | lung. | | | | Totale kN | Unitaria N/mm² | | |
| 1 | 1 | CPA | Calcestruzzo | 5,887 | 143,0 | 159,5 | 1,12 | 16061 | 2.298 | 93,9 | 5,8 | SI | S |
| 2 | 2 | CPP | " | 5,372 | 143,0 | 149,7 | 1,05 | 16061 | 2.234 | 134,8 | 8,4 | SI | S |

T.R. Tipo di rottura: S = Soddisfacente; NS = Non soddisfacente (forma di rottura)

R. Rettifica: NO = campioni a norma (rettifica non necessaria); SI = rettifica effettuata

- l'indagine elettrica ha evidenziato per tutte le posizioni esaminate, anche se apparentemente prive di scaglie di ruggine e avvolte da calcestruzzo ancora sonante pieno, potenziali molto negativi, ben oltre la soglia di attenzione per l'innesco della "corrosione libera". Questo ulteriore risultato dimostra che la carbonatazione ha già superato la posizione delle armature e che è sufficiente il contatto con acqua ed ossigeno per far partire il processo di degrado.

| Data | Posizione | Potenziale | Resist. | Corrosion |
|---|---|---|---|---|
| C8rigo0 | SOLETTA camp.2 | milliV | kOhm x cm | risk % |
| 22/10/18 | Estrad. vicino chiave arco | -564.63 | | 99 |
| 22/10/18 | Estrad. vicino chiave arco | -667.52 | | 99 |
| 22/10/18 | Estrad. vicino chiave arco | -472.26 | 170.09 | 50 |
| 22/10/18 | Estrad. vicino chiave arco | -452.77 | 132.5 | 50 |
| 22/10/18 | Estrad. vicino chiave arco | -447.81 | 6.4 | 99 |
| 22/10/18 | Estrad. vicino chiave arco | -446.78 | 199 | 50 |
| | Media | **-508.6** | **127.0** | **74.5** |
| | Dev. Std | **89.8** | **84.9** | **26.8** |

| Data | Posizione | Potenziale | Resist. | Corrosion |
|---|---|---|---|---|
| C8rigo1 | TRAVE CAMP3 | milliV | kOhm x cm | risk % |
| 22/10/18 | Barraf18 intradosso | -252.7 | 160.26 | 1 |
| 22/10/18 | Barraf18 intradosso | -300.37 | | 74 |
| 22/10/18 | Barraf18 intradosso | -298.66 | | 74 |
| 22/10/18 | Barraf18 intradosso | -287.29 | | 68 |
| 22/10/18 | Barraf18 intradosso | -231.38 | | 50 |
| 22/10/18 | Barraf18 intradosso | -276.73 | | 63 |
| 22/10/18 | Barraf18 intradosso | -240.31 | 251.73 | 1 |
| | Media | **-269.6** | **206.0** | **47.3** |
| | Dev. Std | **28.2** | **64.7** | **32.6** |

| Data | Posizione | Potenziale | Resist. | Corrosion |
|---|---|---|---|---|
| C8rigo2 | SOLETTA CAMP3 | milliV | kOhm x cm | risk % |
| 22/10/18 | F12 intrad.soletta | -516.53 | | 99 |
| 22/10/18 | F12 intrad.soletta | -488.58 | | 99 |
| 22/10/18 | F12 intrad.soletta | -558.33 | | 99 |
| 22/10/18 | F12 intrad.soletta | -641.7 | | 99 |
| 22/10/18 | F12 intrad.soletta | -668.13 | | 99 |
| | Media | **-574.7** | **#DIV/0!** | **99.0** |
| | Dev. Std | **77.9** | **#DIV/0!** | **0.0** |

| Data | Posizione | Potenziale | Resist. | Corrosion |
|---|---|---|---|---|
| C8rigo3 | ARCO | milliV | kOhm x cm | risk % |
| 22/10/18 | barra f16 | -430.11 | 6.18 | 99 |
| 22/10/18 | barra f16 | -435.49 | 7.98 | 99 |
| 22/10/18 | barra f16 | -442.74 | 10.45 | 99 |
| 22/10/18 | barra f16 | -445.48 | 8.69 | 99 |
| | Media | **-438.5** | **8.3** | **99.0** |
| | Dev. Std | **7.0** | **1.8** | **0.0** |

L'indagine fu poi estesa alla struttura delle spalle e al sottosuolo nell'ambito delle quali furono realizzati due sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo del terreno estesi sino a 15 e 17 m dal piano stradale. Per il tratto interferente con la struttura fu associata una endoscopia a definire visivamente la costituzione reale delle stesse senza l'inevitabile disturbo indotto sul materiale estratto dalla perforazione a rotazione.

Tale indagine fu integrata dalla realizzazione di un carotaggio suborizzontale esteso per circa 2 m in corrispondenza della spalla in destra idrografica.

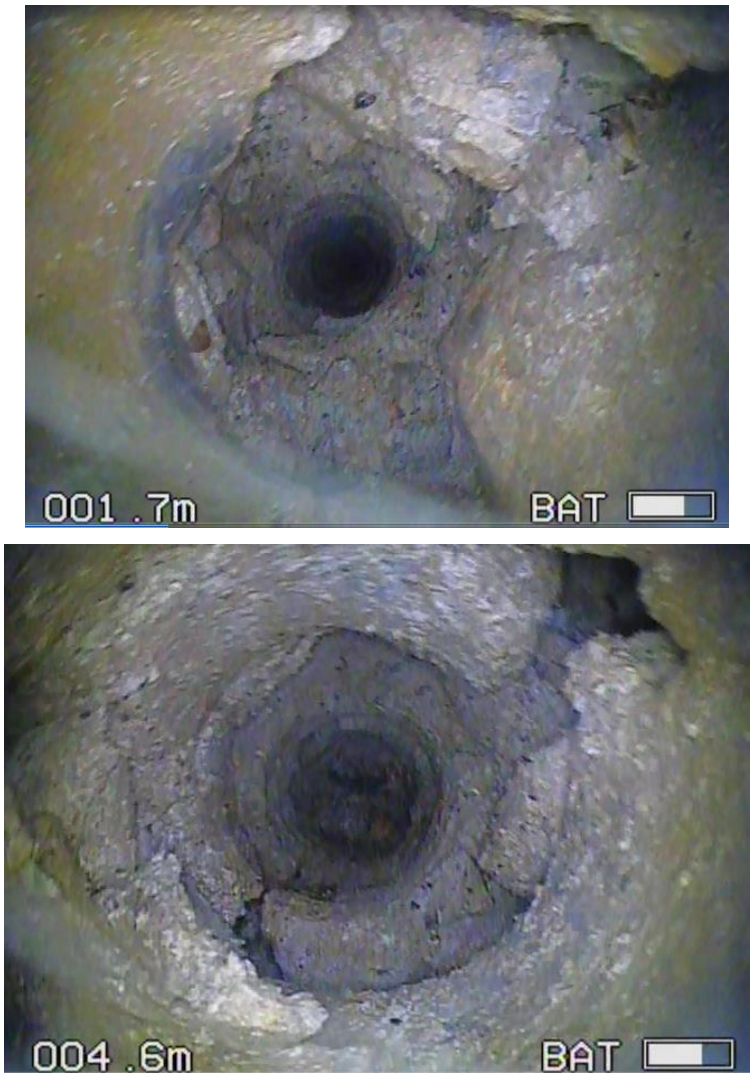



**Figura 15** – Immagini tratte dal sondaggio endoscopico del carotaggio spalla lato Pianpaludo



**Figura 16** – Carote stratte dal carotaggio suborizzontale spalla lato Pianpaludo

I risultati dei carotaggi verticali e orizzontali hanno permesso di ricostruire la costituzione delle spalle. In particolare il carotaggio sub orizzonate ha rilevato la presenza di un paramento in muratura di pietrame di spessore pari a circa 1 m (sul quale poggia la campata di approccio alla struttura ad arco, attraverso un pulvino in c.a.) posteriormente al quale dall'indagine endoscopica si rileva la presenza di una muratura costituita da blocchi serpentinitici blandamente legati con malta cementizia.
Relativamente ai terreni di imposta delle spalle i sondaggi eseguiti in corrispondenza delle medesime hanno rilevato la presenza, al di sotto dell'imposta dei manufatti, di una coltre detritica, con potenza variabile da 3 a 7 m, costituita da blocchi e clasti di natura serpentinitica immersi in una matrice limo sabbiosa, posta a copertura di talcoscisti con struttura non distinguibile presenti a partire da 12-15 m dal piano viabile.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito, in linea generale è possibile definire il seguente quadro del dissesto.

- La resistenza a compressione dei vari elementi strutturali non è elevata, ma vista la scarsità di armatura metallica è facile prevedere che la crisi per flessione o per taglio sia sempre lato acciaio.
- Le armature correnti presentano corrosione e nel giro di pochi anni avranno fortemente ridotto il loro diametro efficace. La trave di bordo lato monte della campata 3, invece, probabilmente a causa del continuo percolamento d'acqua, ha già raggiunto una perdita di area resistente intorno al 50%. Questa trave NON ha più capacità resistente dei confronti dei carichi accidentali.
- L'arco ha barre $\phi$16 mm di origine che possono trattarsi oggi di diametro efficace 14 mm.
- Le staffe sono quasi ovunque tutte consumate perché troppo superficiali.
- La qualità dell'acciaio è abbastanza elevata, ma occorre una integrazione di quanto perduto e si deve riinglobare l'armatura attorno ad un calcestruzzo di elevato ph perché si riattivi la passivazione dell'acciaio.

Relativamente ai materiali costituenti il manufatto essi possono essere caratterizzati da seguenti parametri medi:

| | |
|---|---|
| Arco: | Rc = 18,5 MPa |
| Setti: | Rc = 13.0 MPa |
| Travi e soletta: | Rc = 18,0 MPa |
| Fondazione arco: | Rc = 7,0 MPa |
| Acciaio: | fy = 320 MPa |

## 2.2 Le alternative e gli indirizzi progettuali

E' evidente che non risulta percorribile una alternativa 0 "nessun intervento". Il degrado dell'opera è inarrestabile senza interventi di manutenzione straordinaria per cui, da una attuale limitazione dei carichi, in breve tempo sarà necessario prevedere una chiusura al transito.

Ciò premesso, proseguendo sulla strada proposta dalla fase progettuale precedente, a seguito delle analisi svolte in campo è stato possibile definire un programma di interventi volti a ripristinare l'efficienza statica dell'opera esistente. In sintesi il quadro degli interventi sui singoli elementi strutturali risulta il seguente:

ARCO:

- rimozione delle croste con martello demolitore leggero
- idroscarifica >2000 bar di tutta la sua superficie senza scoprire integralmente le armature esistenti
- sabbiatura delle armature per togliere le scaglie di ruggine
- posa di 20 $\phi$ 14 all'intradosso e 16 $\phi$ 14 all'estradosso (dare continuità alle armature mediante foratura passante i setti, foratura passante e installazione di staffe e spille $\phi$ 8 in numero di 8 perni/mq
- spruzzo di MEmaco S499, malta HPFRC a ritiro compensato per uno spessore di 5 cm

SETTI:

- rimozione delle croste con martello demolitore leggero
- idroscarifica >2000 bar di tutta la sua superficie procedendo a tratti di 2 m di altezza e scoprendo integralmente le armature esistenti, immediata posa di funi di fili di acciaio (o reggette di acciaio) adeguatamente tensionate per contrastare l'instabilizzazione delle barre di armatura
- sabbiatura delle armature per togliere le scaglie di ruggine
- posa di 10 $\phi$ 14 su ciascuna faccia con inghisaggio alle estremità, foratura passante e installazione di spille $\phi$ 8 in numero di 8/mq, posa di staffe $\phi$ 8 /15cm
- spruzzo di MEmaco S499, malta HPFRC a ritiro compensato per uno spessore di 5cm

TRAVI:

- rimozione delle croste con martello demolitore leggero
- idroscarifica >2000 bar di tutta la sua superficie procedendo a tratti di 2 m di sviluppo e scoprendo integralmente le armature esistenti

- sabbiatura delle armature per togliere le scaglie di ruggine
- posa di 10 ϕ 14 + staffe ϕ 8/15cm e n.6 perni ϕ 8/mq
- spruzzo di MEmaco S499, malta HPFRC a ritiro compensato per uno spessore di 5cm

SOLETTA:

- idroscarifica >2000 bar di tutto l'intradosso
- scopertura quasi integrale delle armature esistenti di intradosso
- sabbiatura delle armature per togliere le scaglie di ruggine
- posa di rete ϕ 8 10x10cm e n.6 perni ϕ 8/mq
- cassero e colaggio di MEmaco S484, malta HPFRC a ritiro compensato per uno spessore di 5 cm

Associate alle lavorazioni sulla struttura occorrerà prevedere:

- La rimozione di 40 cm di riempimento sulla sede stradale a ridurre i carichi permanenti non strutturali
- Il rifacimento dei sicurvia con elementi bordoponte certificati H2
- Il rifacimento dell'impermeabilizzazione di estradosso soletta
- Le adeguate opere di regimazione idraulica

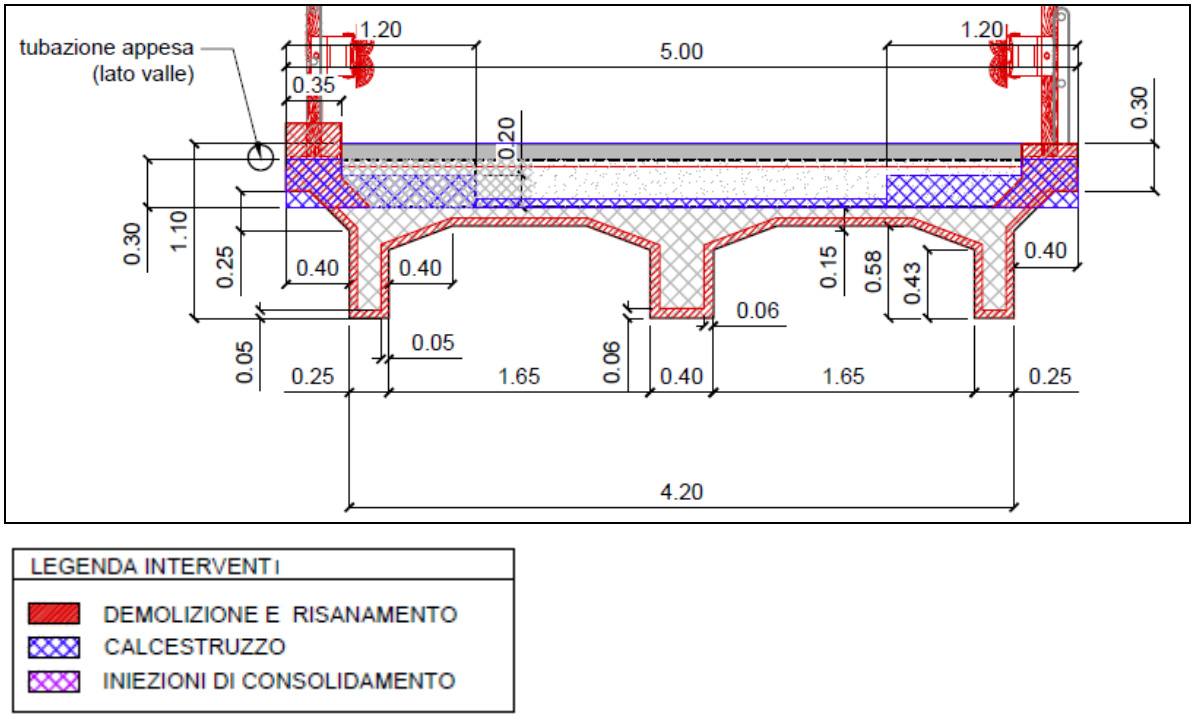



**Figura 17** – Schema di consolidamento strutturale: sezione trasversale

L'intervento di consolidamento andrà poi esteso alle spalle sia lato Pianpaludo che lato Veirera. Su queste occorrerà prevedere un consolidamento fondazionale mediante micropali collegati in sommità da un cordolo perimetrale costituente la base per l'esecuzione di un placcaggio perimetrale in c.a. dell'opera.
In modo schematico l'intervento è riportato nelle figure precedenti e seguenti.

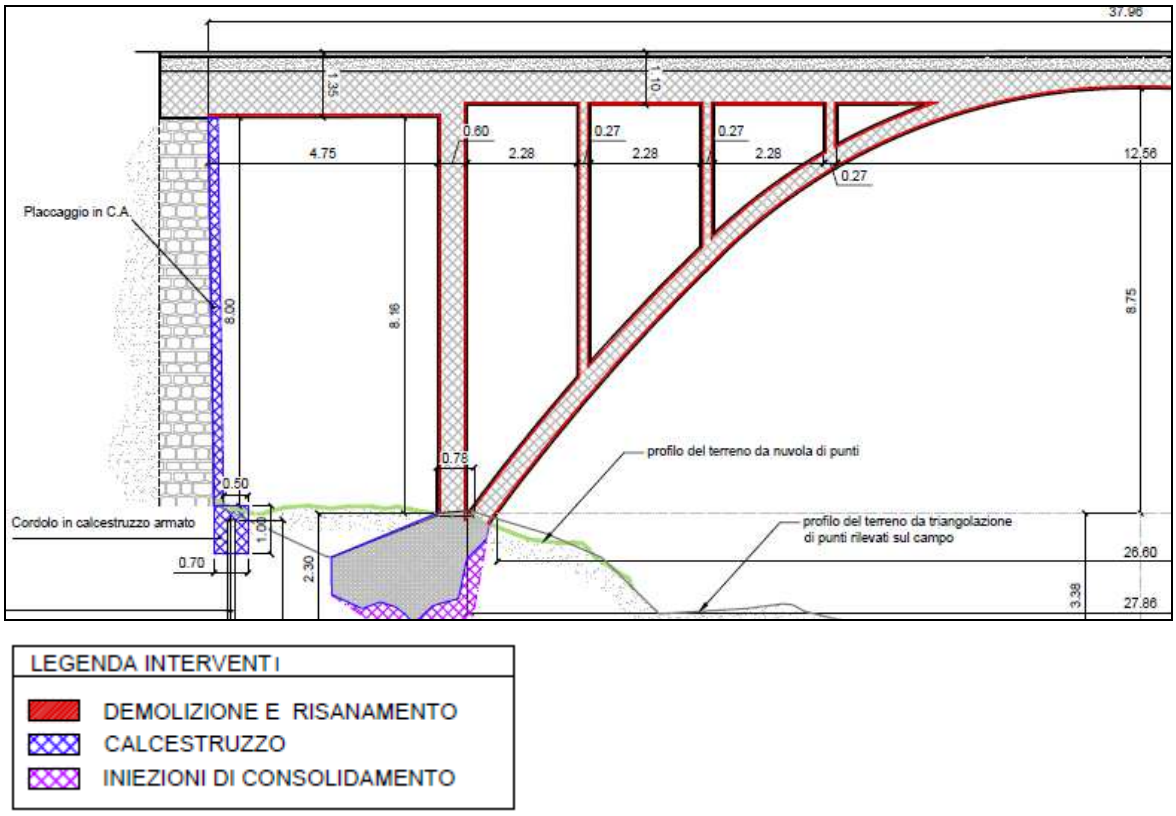



**Figura 18** – Schema di consolidamento strutturale: sezione logitudinale mezza campata

Come descritto l'intervento di consolidamento dell'opera esistente risulta estremamante laborioso, in special modo per la configurazione geometricamente complessa dell'opera caratterizzata da un elevato numero di intersezioni tra le varie componenti strutturali, ciò giocoforza pone elevate difficoltà nel garantire una adeguata continuità delle armature di rinforzo.
Ulteriori aspetti critici, conseguenti all'analisi di fattibilità dell'opera, sono emersi per la fase cantieristica. La realizzazione delle operazioni descritte richiederà infatti la realizzazione di un ponteggio lato monte e lato valle la cui imposta si porrà nell'ambito dell'alveo del Rio della Conca, lo stesso sarà esposto alle piene stagionali del corso d'acqua per cui occorrerà configurare l'opera provvisionale a tenere conto di tale aspetto.

Gli interventi potranno essere realizzati in alcune fasi con traffico stradale attivo ma per la gran parte delle lavorazioni il ponte dovrà essere chiuso al transito, la ristrettezza della corsia di marcia non può prevedere infatti neanche una parzializzazione ad unica corsia di marcia.

Tali aspetti hanno comportato una riflessione in termini progettuali e di concerto con l'Amministrazione affidataria si è compiuta un'analisi volta a valutare la possibilità di abbandono dell'opera esistente con realizzazione di una nuova opera, atta a svolgere la stessa funzione, ma adeguata dal punto di vista statico alla normativa vigente.

E' evidente come un'opera di nuova fattura possa garantire un minor costo manutentivo, almeno nel breve termine, rispetto a un intervento manutentivo seppur straordinario di un'opera a forma complessa e fortemente degradata come quella esistente. L'implementazione di una nuova struttura permetterebbe inoltre l'utilizzo di materiali tecnologicamente più avanzati in termini di durabilità e di resistenza atti a soddisfare dimensionalmente i criteri normativi vigenti. Un intervento di rinforzo sulla struttura esistente, per quanto radicale, presuppone invece necessariamente la consevazione dell'ossatura esistente costituita da materiali non rispondenti alla normativa attuale, caratterizzati peraltro allo stato attuale da resistenze medie inferiori a quelle minime previste anche dalle norme pregresse e in sede di progetto originario.
Circa gli aspetti di cantiere la realizzazione di una nuova opera comporterebbe il mantenimento in esecizio del tratto viario per tutto il tempo di realizzazione dell'opera, con minimo disturbo a causa dell'attività di cantiere risolvibile con imposizione di un limite di velocità ridotta nell'ambito interessato dalle attività costruttive. Anche l'interferenza cantieristica con l'alveo del Rio della Conca risulterebbe ridotta senza necessità di implementare strutture provvisionali in alveo prevedendo una attività di prefabbricazione della struttura esterna con successivo varo tramite autogrù.
A tali aspetti positivi si contrapporrebbe necessariamente la necessità di porre in essere una variazione planimetrica di un centinaio di metri del'asse stradale con occupazione di suolo ora destinato a bosco e inducendo una nuova interferenza con l'alveo del Rio della Conca. Dal punto di vista cantieristico si avrebbe un maggior impatto dell'area di cantiere per la necessità di ricavare un'area atta alla prefabbricazione delle strutture di impalcato fuori opera.

Oltre alle argomentazioni suddette, finalizzate a valutare la possibilità di indirizzare la progettazione verso la realizzazione di una nuova opera rispetto a quanto originariamente previsto (consolidamento dell'opera esistente), si è proceduto a svolgere una analisi dei costi costruttivi.
Da tale analisi è emerso che a parità di impegno economico, considerati gli aspetti logistici, stratigrafici e morfologici dei luoghi è possibile realizzare un intervento con le seguenti caratteristiche generali:

- costruzione di un manufatto ad unica luce di ampiezza longitudinale e trasversale simile a quella della campata ad arco centrale del manufatto esistente
- utilizzo di una struttura mista: in acciaio per le travi portanti e c.a. per l'impalcato e le spalle fondate queste ultime in modo indiretto tramite micropali
- regimazione idraulica del tratto interferente del Rio della Conca
- realizzazione di una variante planimetrica dell'asse stradale esistente

Di fatto, con l'impegno economico previsto per il ricondizionamento dell'opera esistente è possibile implementare una nuova opera, funzionale all'asse viario esistente, rispondente ai criteri statici previsti dalla norma vigente. Di contro non risulta possibile porre in essere lo smantellamento dell'opera esistente per cui la stessa potrà essere dismessa con separazione fisica della viabilità ma in tale fase non eliminata. Non risulta altresì possibile aumentare la sezione trasversale a valori rispondenti a una carreggiata a due sensi di marcia

In definitiva, di concerto con l'Amministrazione committente, si è convenuto di indirizzare la progettazione verso la costruzione di una nuova opera che permetterà l'implementazione:

- di un attraversamento adeguato alla normativa vigente
- di una sistemazione idraulica del Rio della Conca nel tratto interferente ora caratterizzato da fenomeni erosivi di sponda, che nel tratto lato Veirera potrebbero interferire con la careggiata esistente
- di una rettifica stradale con riduzione dei raggi di curvatura e miglioramento della visibilità stradale in tale tratto.

# 3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

## 3.1 Accessi e imposta aree di cantiere

Per l'accesso al settore di imposta dell'opera di utilizzerà l'attuale tracciato della SP 31 lato Veirera. L'accesso sul lato Pianpaludo, stanti le limitazioni di sagoma esistenti, potrà essere utilizzato solo da parte di autoveicoli o furgoni per il trasporto delle maestranze in cantiere.

Il ponte esistente verrà utilizzato per acceso alla spalla destra entro i limiti di transito prescritti pari a 10 t. Per le attività di cantiere necessarie alla realizzazione della spalla destra che comportino transiti di entità superiore, sarà quindi necessario implementare una pista di cantiere che dal settore di monte del lato sinistro scenda verso l'alveo e attraversi lo stesso sino a giungere al settore di imposta della spalla destra. Ciò premesso risulta quindi evidente come l'area di cantiere dovrà necessariamente svilupparsi in prevalenza sul lato sinistro del manufatto esistente.

In particolare si prevede di collocare l'area di assemblaggio della struttura portante in acciaio dell'impalcato in fregio all'attuale viabilità, sul lato di valle della stessa, ampliando una settore subpianeggiante esistente per ottenere, stoccando qui parte dei materiali di scavo necessari alla realizzazione degli approcci al nuovo ponte, un piazzale di lavoro di ampiezza minima di 10-15 m e sviluppo 35-40 m.

I baraccamenti di cantiere si porranno in sponda destra, sull'area subpianeggiante presente sul lato di valle della carreggiata stradale esistente.

Per tutta la durata del cantiere, interferendo lo stesso con la viabilità in esercizio, sulla stessa andrà imposto un limite di velocità di 30 km/h per un tratto di almeno 500 m a cavallo dell'attraversamento esistente.

## 3.2 Le opere in progetto

### 3.2.1 Opere strutturali di rifacimento del ponte

La larghezza totale del nuovo impalcato sarà di 5.50 m (4.30 m di carreggiata e due cordoli laterali di 60 cm ognuno su cui sono innestate le barriere di sicurezza) e sarà realizzato in struttura mista acciaio calcestruzzo con luce netta tra gli appoggi di 30 m e una lunghezza totale di 31.80 m. Le due travi in acciaio corten, poste a interasse pari a 3.50 m, hanno altezza totale di 1.50 m. Il varo, date le difficoltà dettate dalla particolare ubicazione geografica del ponte, avverrà, per le due travi longitudinali, singolarmente. Il

montaggio dei traversi sarà quindi eseguito sulle due travi in acciaio già nella posizione definitiva

La soletta, gettata su predalles di spessore di 6 cm, ha altezza di 25 cm per un totale di 31 cm (in corrispondenza dei cordoli lo spessore totale è invece di 47 cm).

La struttura portante orizzontale, a campata unica, andrà a trasmettere i carichi propri e accidentali a due spalle in cemento armato composte da: una platea di fondazione avente un'impronta quadrata di lato 6 m e altezza di 1.50 m, un muro frontale spesso 2.00 m, muri d'ala spessi 1.00 m e un paraghiaia alto 2.29 m e spesso 0.50 m. La spalla ovest (lato Veirera) è alta incluso il paraghiaia 8.37 m mentre la spalla est (lato Pianpaludo) è alta 9.87 m.

La platea di fondazione della spalla ovest (direzione Veirera) poggia su 42 micropali Φ168.3/12,5 mm lunghi 14.00 m, la platea di fondazione della spalla est (direzione Pianpaludo) invece è fondata su 42 micropali Φ168.3/8 mm lunghi 10.00 m.

### 3.2.2 Opere stradali

Tale categoria di opere si riferisce alla realizzazione dei tratti di raccordo tra viabilità esistente e la nuova opera di attraversamento del Rio della Conca. Planimetricamente il tratto di raccordo avrà uno sviluppo di 140 m compreso il manufatto strutturale di attraversamento del Rio della Conca.

La sezione stradale di progetto ricalcherà quella esistente. Si tratta di una carreggiata di ampiezza 5 m con margini esterni di ampiezza 0,75 m a contenere i dispositivi di ritenuta laterale nei tratti ove questi risultano necessari.

Altimetricamente il tratto in progetto avrà un adamento pianeggiante per uno sviluppo di 107 m e successivamente un andamento in salita verso Pianpaludo con pendenza del 3,50%. Il tracciato si svilupperà costantemente a mezzacosta o in rilevato. Nei tratti di approccio al manufatto di attraversamento si prevede l'utilizzo di un manufatto in terra rinforzata a limitare gli ingombri trasversali del corpo stradale.

A partire dal lato di approccio Veirera il nuovo manufatto stradale si staccherà dall'esistente sul lato meridionale spostando gradualmente l'asse verso la sponda sinistra del Rio della Conca, a raccordarsi in rettilineo al nuovo attraversamento, disassato di circa 11 m rispetto all'attraversamento in dismissione. Proseguendo nella stessa direzione il tracciato andrà a reimmettersi sulla carreggiata esistente.

In corrispondenza dei tratti di transizione, di sviluppo pari a 25 m sul lato Veirera e di circa 15 m sul lato Pianpaludo, è previsto l'immorsamento tra rilevato esistente e nuovo rilevato mediante gradonatura del manufatto esistente.

Come detto il raccordo tra la sezione corrente in rilevato e le spalle del nuovo attraversamento avverrà mediante l'inserimento di manufatti in terra rinforzata costituiti mediante la messa in opera per strati di materiale, anche recuperato in sito, rullato e compattato con inserimento a passo 0,60 m di geogriglie bidirezionali in poliestere con resistenza minima a trazione di 100 kN/m, opportunamente risvoltate agli estremi. I paramenti dei manufatti, inclinati di 70° e con sviluppo planimetrico di circa 8 m sia in sinistra che in destra idrografica, saranno ad altezza variabile a raccordarsi alla morfologia esistente Complessivamente si prevede la realizzazione di 236 mq di terra rinforzata con altezza massima del paramento di 7 m in sponda sinistra e di 8 m in sponda destra.

Gli unici scavi di sbancamento al di sopra della livelletta di progetto, dettati dalla morfologia esistente si collocano su un tratto con sviluppo di circa 20 m sul lato di approccio Veirera. Complessivamente i volumi di scavo necessari all'inserimento delle opere stradali in progetto ammontano a circa 950 mc.
I rilevati stradali e i manufatti di approccio in terra rinforzata, con volume complessivo stimato pari a circa 2.000 mc, saranno costituiti da materiali di nuovo apporto o recuperati in sito ma necessariamente rieìntranti nelle classi delle terre CNR UNI A1, A3, A2-4 o A2-5. La parte superficiale dei manufatti sarà rivestita con terreno agrario e successivamente inerbita mediate idrosemina.
Il cassonetto stradale è previsto con spessore di 0,41 m di cui:

- 0,20 m in misto naturale rullato e compattato,
- 0,10 m da uno strato di base in conglomerato bituminoso,
- 0,07 m dallo strato di collegamento e
- 0,04 m dal tappeto d'usura

Relativamente alla segnaletica orizzontale si prevede unicamente la realizzazione delle strisce di demarcazione dei margini della carreggiata per uno sviluppo complessivo di circa 300 m, mentre la segnaletica orizzontale sarà costituita per ogni lato dell'attraversamento da un cartello circolare di limitazione della velocità e da due cartelli triangolari di restringimento carreggiata e senso unico alternato.

Le opere marginali di contenimento previste saranno costituite da barriere metalliche in acciaio classe H2, bordoponte su entrambi i lati dell'attraversamento sul Rio della Conca e bordo laterale per gli altri tratti. In particolare si prevede il posizionamento delle protezioni marginali sui seguenti tratti:

- Barriera bordoponte di sviluppo 39 m su ogni lato dell'opera di attraversamento
- Barriera bordolaterale di sviluppo 54 m sul lato di monte nel tratto di approccio Veirera
- Barriera bordolaterale di sviluppo 12 m sul lato di valle nel tratto di approccio Veirera
- Barriera bordolaterale di sviluppo 18 m sul lato di monte nel tratto di approccio Pianpaludo
- Barriera bordolaterale di sviluppo 12 m sul lato di valle nel tratto di approccio Pianpaludo

Relativamente alla regimazione delle acque di corrivazione superficiale si prevede una piattaforma a doppia pendenza con posizionamento di specifiche embricate di scarico per uno sviluppo complessivo di circa 30 m che si andranno a raccordare alla rete di canalizzazione prevista al piede del rilevato, costituita da mezzi tubi in cls per uno sviluppo complessivo di circa 70 m.

### 3.2.3 Opere di difesa idraulica

Tali opere interesseranno in via principale la sponda sinistra del Rio della Conca e un tratto della sponda destra. In particolare la difesa antierosiva della sponda sinistra si porrà nel tratto di monte a difesa del rilevato stradale e nel tratto di valle a mantenere stabile il canale di deflusso principale e avrà uno sviluppo complessivo di circa 105 m. Il tratto in destra idrografica, con sviluppo di circa 36,5 m, si porrà a difesa delle opere fondazionali del nuovo attraversamento stradale e a mitigare un fenomeno erosivo in atto lungo la sponda conseguente a una brusca curvatura dell'alveo ordinario

Gli scavi saranno quelli necessari alla formazione del cavo d'imposta della fondazione della difesa antierosiva. Si prevede un approfondimento minimo di 1,0 m dal fondo alveo. Relativamente agli scavi di sbancamento in alveo si prevede una regolarizzazione dello stesso con l'apertura di una savanella centrale al di sotto del ponte di ampiezza pari a circa 15 m, ad allontanare per quanto possibile il deflusso dalle sponde. Il materiale scavato verrà in parte posto a imbottimento delle sponde e per la parte a pezzatura più elevata per la realizzazione delle opere di difesa antierosiva

Tipologicamente si prevede la realizzazione di scogliere in massi di pietra naturale, con altezza corrente del paramento di 2 m dal fondo scorrevole e per un breve tratto di

altezza 2,5 m, costituite da massi in pietra naturale giustapposti e mutuamente incastrati tra di loro intasati in fondazione con calcestruzzo.
L'inclinazione della scarpa lato fiume della difesa antierosiva sarà di tipo costante, in particolare si prevede una scarpa con rapporto lunghezza altezza di 2 su 3 a favorire la rivegetazione della sponda. Per la realizzazione si prevede il reimpiego dei massi recuperati in fase di scavo di sbancamento stradale o recuperati in alveo in sede di riprofilatura e di scavo di imposta fondazionale.

## 4 CONFORMITÀ DEL PROGETTO ALLE NORMATIVE TECNICHE APPLICABILI

Le prestazioni richieste all'opera in progetto risultano di tipo strutturale, stradale e idraulico.
Dal punto di vista strutturale il nuovo attraversamento e le opere strutturali in genere sono state dimensionate conformemente a quanto previsto dal Decreto 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» con particolare riferimento al p.to 4.3 Costruzioni composte di acciaio – calcestruzzo, al p.to 5.1 Ponti stradali a al p.to 6.8 Opere di materiali sciolti e fronti di scavo.
Circa le opere strutturali in c.a si prevede l'utilizzo di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato per cui le forniture in cantiere dovranno essere corredate da una certificazione di "Controllo del Processo Produttivo in Fabbrica" secondo quanto previsto al p.to 11.2.8 delle NTC. Il calcestruzzo richiesto è a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per opere strutturali soggette a trattamenti con sali disgelanti con classe di esposizione ambientale XC4+XD1+XF4 (UNI 11104), classe di consistenza al getto S4, Dmax aggregati 32 mm, Cl 0.4; fornitura a piè d'opera e classe di resistenza a compressione minima C32/40.
Per quanto concerne le armature per c.a. è richiesto l'utilizzo di acciaio del tipo B450C, mentre per le armature tubolari delle opere speciali è previsto l'utilizzo di acciaio tipo S355H in accordo con UNI EN 10210-2.
Le travi portanti di impalcato sono previste in acciaio per carpenteria metallica S355J0W (Corten) mentre i connetori di collegamento con la solettta di implcato saranno tipo "Nelson" S235J2+C450.
Dal punto di vista idraulico il nuovo attraversamento risulterà normativamente adeguato allo smaltimento delle piene di progetto con tempo di ritorno 200 anni conformemente alla normativa vigente per il bacino padano. La suddetta piena di riferimento è stata

inoltre adottata per le simulazioni idrauliche in moto permamente di verifica idraulica delle sezioni di deflusso a seguito dell'inserimento delle opere di progetto

Dal punto di vista stradale si è fatto riferimento al

- D.M. 5 novembre 2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- • D.M. 22 aprile 2004 Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante 'Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"
- • Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 Nuovo codice della strada e s.m.i.;
- • D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;

Trattandosi di una variante locale su un tratto di strada esistente per la definizione della carreggiata stradale ci si è avvalsi delle deroghe di cui all'art 13 comma 2 del D.Lgs 30 aprile 1992, n. 285

Le barriere di sicurezza inserite lungo il tracciato sono state individuate sulla base di quanto indicato nei Decreti del 3 giugno 1998 e del 11 giugno 1999, aggiornati dal D. Min. Infrastrutture. Trasporti 21/06/2004, che recepisce ed uniforma la normativa di riferimento italiana agli indirizzi richiamati dalla normativa Europea

Il D.M. 21.06.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente.

Il D.M. 3 giugno 1998 introduce il concetto di salvaguardia dell'utenza stradale imponendo il rispetto degli indici di severità nei confronti dei passeggeri valutando la capacità di assorbimento dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento.

| **Tipo di strada** | **Traffico** | **Destinazione barriere** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Barriere spartitraffico a** | **Barriere bordo laterale b** | **Barriere bordo ponte c** |
| Autostrade (A) e strade Extraurbane principali (B) | I | H2 | H1 | H2 |
| | II | H3 | H2 | H3 |
| | III | H3 – H4 | H2 – H3 | H3 – H4 |
| Strade Extraurbane secondarie (C) Strade urbane di scorr. (D) | I | H1 | N2 | H2 |
| | II | H2 | H1 | H2 |
| | III | H2 | H2 | H3 |
| Strade urbane di quartiere (E) Strade locali (F) | I | N2 | N1 | H2 |
| | II | H1 | N2 | H2 |
| | III | H1 | H1 | H2 |

**Classi minime di barriere per autostrade e strade urbane e extraurbane**

Il progetto del posizionamento degli elementi di ritenuta tiene anche conto delle caratteristiche geometriche della sede stradale e della compatibilità dei dispositivi con gli spazi disponibili (larghezza di lavoro W), le opere di mitigazione ambientale e gli altri vincoli esistenti.

In particolare, entro lo spazio a tergo della barriera individuato dal W non è possibile inserire ostacoli fissi che possono compromettere il corretto funzionamento della barriera stessa: questo input progettuale è stato assunto come elemento di prima importanza in tutte le fasi dello studio, con lo scopo di poter definire geometrie stradali, elementi marginali ed opere complementari coerenti con un approccio integrato alla progettazione stradale.

Conseguentemente, per l'intero asse principale (sono state previste nelle varie situazioni le seguenti barriere:

- Barriere bordo laterale: classe minima H2
- Barriere bordo opera: classe minima H2

La tipologia delle barriere da prevedere per il bordo laterale e su opera d'arte sarà quella di barriera metallica a nastri. I dispositivi impiegati dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A

# 5 CRITERI PROGETTUALI

## 5.1 Aspetti funzionali

Gli aspetti funzionali sono volti al ripristino della sicurezza stradale lungo la SP 31 in corrispondenza dell'attraversamento del Rio della Conca posto all'altezza della prog. km 5+384. L'opera si porrà a sostituzione del manufatto esistente, caratterizzato da marcati aspetti di degrado strutturale e costituito da materiali di scadenti caratteristiche meccaniche, come rilevato in sede di indagine strutturale propedeutica alla progettazione. Ciò consentira il mantenimento in esercizio anche delle attività economiche locali, volte allo sfruttamento della copertura arborea, necessitanti per il trasporto del legname di assi viari privi di importanti limitazioni di carico.

## 5.2 Aspetti ambientali

Le analisi ambientali eseguite non hanno fatto emergere particolari situazioni di "criticità" per l'inserimento delle opere in progetto, l'impatto in fase di esercizio risulta infatti del tutto trascurabile. Ciò in quanto il tratto stradale in variante, con sviluppo di circa 140 m, compreso il manufatto di attraversamento del Rio della Conca, si affiancherà all'asse viario esistente interessando superfici a bassa valenza ambientale e agro-silvo- pastorale in quanto costituite da aree ripariali del Rio e caratterizzate da un suolo a luoghi sterile ove prevale la componente detritica a grossi blocchi.



**Figura 19** – Copertura detritica a grossi blocchi prospicente l'asse viario esistente



**Figura 20** – Fascia riparia nel settore di imposta della nuova opera

Relativamente alla dinamica fluviale, l'intervento consolida lo stato attuale non andando ad interferire con l'alveo ordinario marcato dai limiti catastali. Le opere inserite presentano una valenza antierosiva e saranno costituite con massi recuperati in fase di scavo o in alveo per cui non vi saranno significative variazioni rispetto allo stato attuale, già caratterizzato dalla presenza di una copertura in alveo a blocchi in scarsa matrice ghiaiosa ciottolosa. Ciò garantirà anche la protezione delle fauna ittica fornendo riparo e formazione di pozze e ristagni necessari a far fronte ai periodi di magra del corso d'acqua. Per cui gli unici aspetti critici si riscontrano nella fase cantieristica, ciò in quanto inserendosi l'intervento in ambito stradale, si avrà inevitabilmente un impatto sul traffico locale che dovrà subire limitazioni nelle fasi realizzative. Tale aspetto sarà tuttavia mitigato da un ambiente caratterizzato da traffico di tipo locale con presenza di viabilità alternativa per gli automezzi. In una prima fase i mezzi d'opera e di approvvigionamento dei materiali di cantiere avranno carattere sporadico e limitato al trasporto iniziale dei materiali necessari alla realizzazione delle opere strutturali. Maggiori influenze si avranno in fase di sviluppo del cantiere di pertinenza stradale, con le fasi di scavo, messa a rilevato e in fase di ripristino stradale.

Le ulteriori analisi ambientali eseguite non hanno fatto emergere particolari situazioni di "criticità" per l'inserimento delle opere in progetto non coinvolgendo le opere tematismi connessi ad ambienti urbani o viceversa ambienti incontaminati ove la componente rumore assumerebbe una valenza da non trascurare; nel caso di specie non si andrà invece ad aggravare in modo significativo lo stato di fatto, già esposto ai rumori del transito viario.

# 6 ANALISI DI FATTIBILITA'

## 6.1 Compatibilità con gli strumenti di pianificazione

Le opere in progetto si collocano nell'ambito del territorio del Comune di Sassello (SV). Il comune è dotato di P.R.G.C. Il settore oggetto degli interventi in progetto si colloca su un settore destinato a "Zona agricola destinata ad attività agro-silvo –pastorali – E2" Ponendosi l'opera a miglioramento della viabilità esistente, funzionale anche alla destinazione d'uso prevista in sede di pianificazione dell'uso del territorio, si ritiene non via siano incompatibilità con lo strumento urbanistico vigente. Trattandosi della realizzazione di una nuova opera sarà necessario acquisire specifico atto autorizzativo da parte dell'Ammiistrazione comunale.

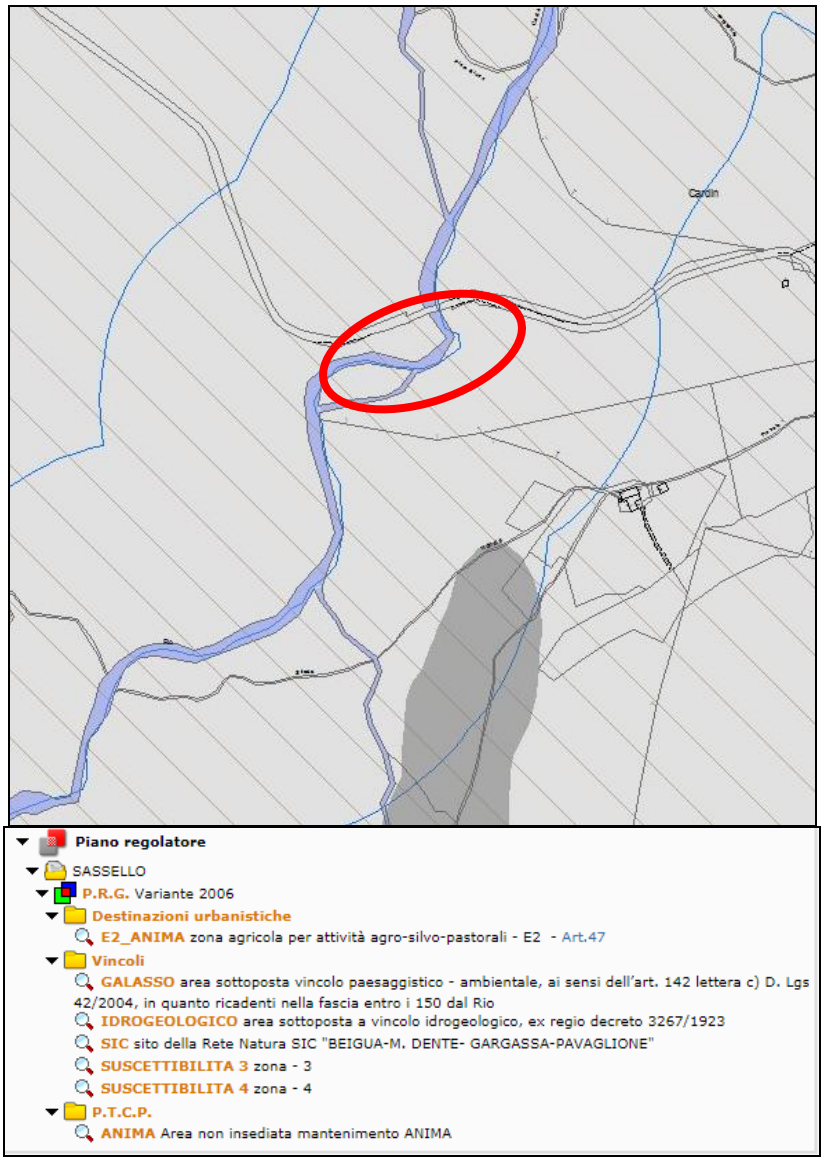



**Figura 21** - Stralcio PRGC vigente, Geoportale comune di Sassello

## 6.2 Compatibilità ambientale

Le opere previste, con riferimento alle analisi condotte, non presentano aspetti di criticità ambientale tali da condizionarne la realizzazione.

Il progetto infatti non comporterà in esercizio un significativo aggravio degli aspetti ambientali, la sottrazione di suolo boscato ripariale risulta minima, inferiore ai 1000 mq, mentre la nuova opera si porrà a ridosso di un'opera esistente in un ambiente non esposto a punti di vista panoramici. Anche nei confronti della dinamica torrentizia del Rio della Conca e della sua fauna fluviale non si sono rilevati aspetti tali da condizionare significativamente la progettazione. In alveo si è consolidato lo stato attuale, che ricalca peraltro la configurazione catastale, andando solo a limitare l'attività erosiva di sponda senza interventi sul profilo di fondo.

## 6.3 Compatibilità geologica e geotecnica

In corrispondenza del manufatto di attraversamento, la cartografia geologica ufficiale riporta la presenza dei seguenti litotipi:

- Anfiboliti eclogitiche del gruppo di Vara
- Serpentiniti, pertinenti al Gruppo dei Calcescisti con Pietre Verdi di Voltri
- Calcescisti del Turchino

Si tratta, nel complesso, di rocce con scarso grado di permeabilità secondaria, per fratturazione. Da un punto di vista della ricostruzione strutturale, si osserva che il corso d'acqua in esame risulterebbe impostato in corrispondenza di una faglia con direzione da SSW-NNE, intersecata più a valle da una faglia con direzione circa ortogonale, passante per Veirera. La faglia sub-parallela al rio prosegue più a Nord, lungo l'asse vallivo dell'Orbarina, affluente in sinistra idrografica del T.Orba presso Urbe San Pietro.

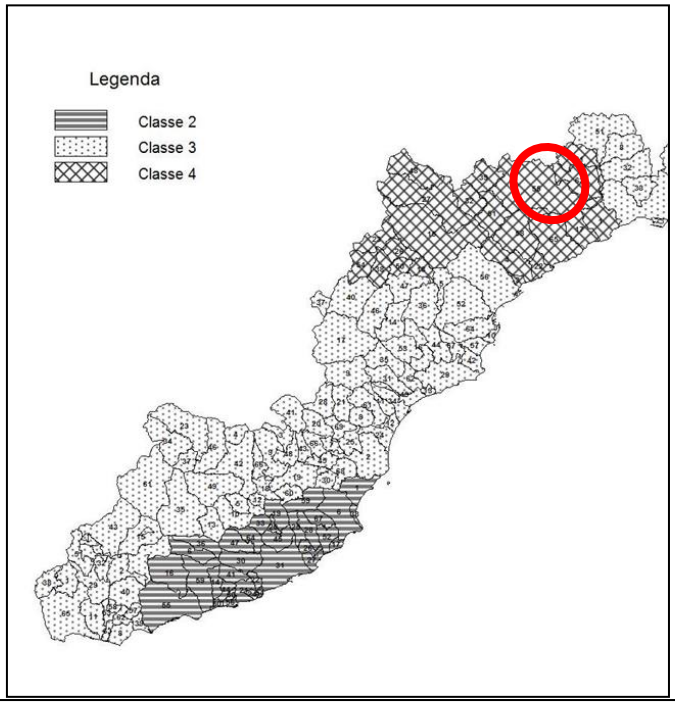
A seguito dei rilevi condotti in sito circa le unità litologiche affioranti, risulta in sintesi:

- In corrispondenza dell'immorsamento della spalla in sponda idrografica destra, la presenza di affioramenti diffusi del substrato metamorfico costituito da serpentiniti da massicce a scistose, con intercalazioni di talcoscisti fortemente argillificati, avvolgenti talora "boudin" di relitti metrici del protolite ultra-basico.
- In corrispondenza dell'immorsamento della spalla in sponda idrografica sinistra, l'assenza di affioramenti rocciosi, sostituiti dalla presenza di depositi eterogenei di origine detritico-torrentizia costituiti da grandi blocchi anche pluri-metrici angolati in matrice ghiaioso-sabbiosa.

Negli affioramenti a monte del ponte sono particolarmente evidenti sistemi di frattura dell'ammasso, a persistenza pluri-metrica, con giacitura 60°-> 85°, sottolineati da fasce talco-argillose in forte contrasto morfologico negativo rispetto alla roccia incassante.
Trattandosi di un ammasso fortemente disomogeneo sia in senso planimetrico che altimetrico le opere fondazionali sono state previste di tipo indiretto mediante utilizzo di micropali.

## 6.4 Compatibilità idraulica e sismica

Le opere in progetto andranno ad interferire con l'alveo torrentizio del Rio della Conca, la compatibilità idraulica è stata verificata con analisi idrauliche di dettaglio e inserimento di opere di difesa di nuova edificazione.
Per quanto riguarda l'aspetto sismico si rileva che il territorio di Sassello ai sensi della DGR n. 216 del 17 marzo 2017 "OPCM 3519/2006. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria è ricompreso nella zona sismica 4; si tratta quindi di un ambito a sismicità molto bassa.




| ZONA 4<br>Pga = 0,05 g | | | |
|---|---|---|---|
| **n° progress.** | **nr. ID del Comune su mappa** | **Provincia** | **Comune** |
| 19 | 55 | SAVONA | SASSELLO |

**Figura 22** – Stralcio da "Classificazione sismica" Regione Liguria

# 7 REGIME VINCOLISTICO

## 7.1 Paesaggistici e naturalistici

Il Ministero per i beni culturali e ambientali, nell'agosto del 1985, ha emanato specifici decreti, conosciuti come "*Galassini*", finalizzati alla tutela dei caratteri paesistici di limitate porzioni di territorio. Tali decreti hanno avuto, per quanto attiene l'inedificabilità, carattere di transitorietà e sono stati emanati in attesa dell'elaborazione dei piani paesaggistici regionali. Una volta approvati i piani paesaggistici, il vincolo di inedificabilità decade, pur rimanendo efficace la salvaguardia propria della legge 1497/39, in quanto siti di "notevole interesse pubblico" e pertanto recepiti all'art. 157 del D.lgs 22/01/04 n. 42. La verifica condotta non ha riscontrato aree soggette al vincolo di tali Decreti nel territorio del comune di Sassello comprendente il settore di intervento.

Tuttavia il settore di intervento andrà ad interessare un'area boscata e un corso d'acqua soggetto al vincolo ambientale di cui all'art. 142 comma 1 lettera c) del D.lgs 22/01/04 n. 42. **E' pertanto necessario ottenere l'autorizzazione paesaggistica ad operare da acquisirsi prima dei lavori secondo quanto previsto dall'art 146 della suddetta legge**.

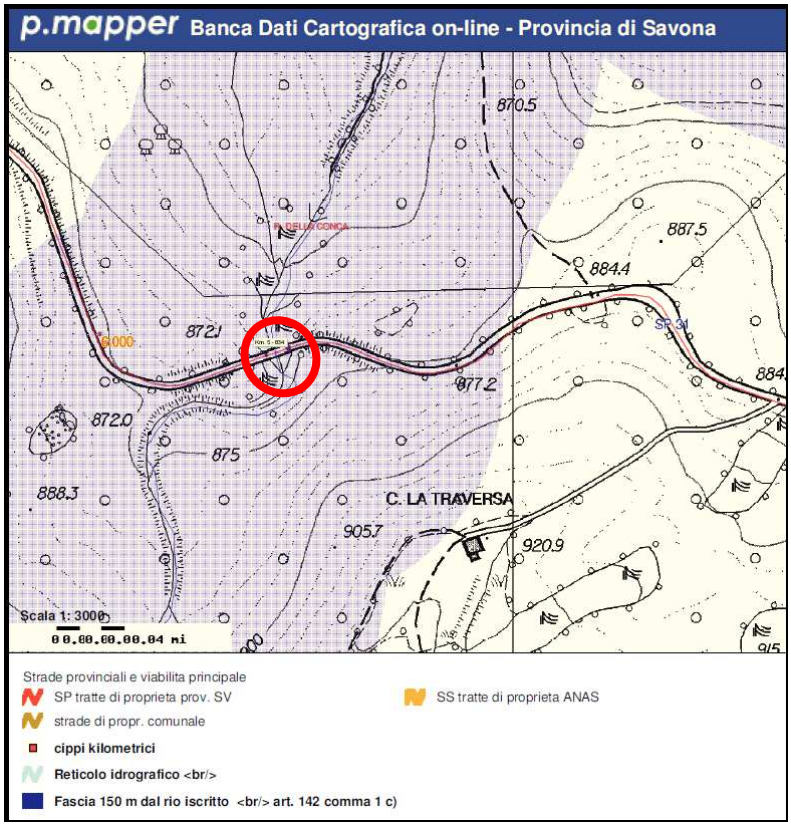



**Figura 23** – Fascia a vincolo ambientale esterna al Rio della Conca

Relativamente alla presenza di ulteriori vincoli di natura ambientale si osserva che il settore di interesse si pone al di fuori dei limiti del Parco Regionale del Beigua ma, stante la sua elevata valenza ambientale per il territorio di interesse, la Regione Liguria ha proposto l'inclusione nell'All. II della Direttiva 92/43 CEE “Direttiva del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”. Il settore di interesse è pertanto parte dell’area SIC - IT1331402 Beigua - Monte Dente - Gargassa – Pavaglione.

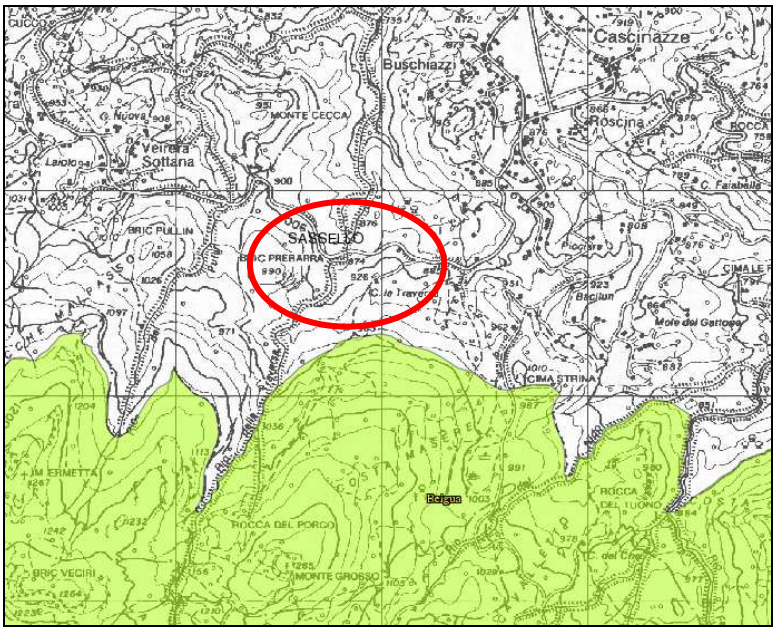



**Figura 24** – Identificazione dell’area del “Parco Regionale del Beigua” (area campita in colore verde)

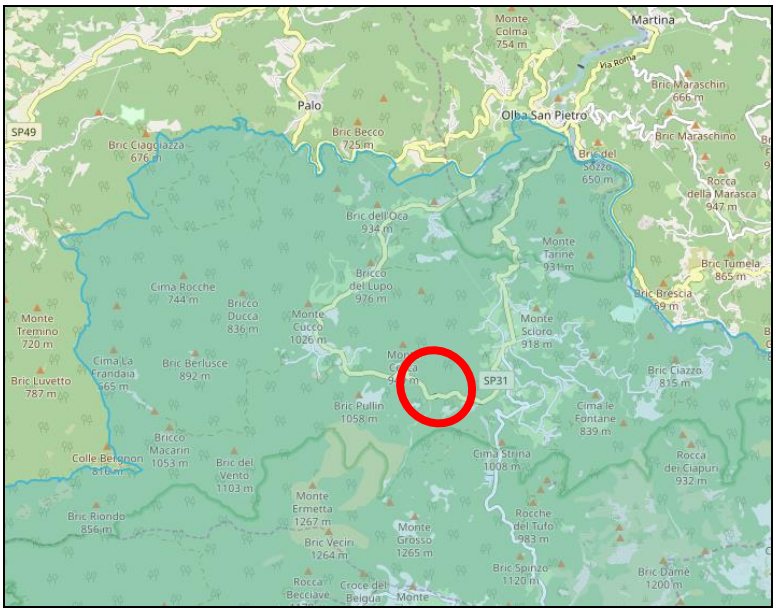



**Figura 25** – Identificazione dell’area SIC - IT1331402 Beigua (contorno azzurro) e del limiti di Parco (contorno verde)

**L'opera è pertanto sottoposta ai sensi della DGR 30/2013 a Valutazione di Incidenza** con istanza da avanzare all'ente Parco del Beigua per ottenere il necessario nulla osta ad operare da acquisirsi prima dei lavori.

## 7.2 Architettonici ed archeologici

Le opere in progetto, ponendosi in corrispondenza di un'area montana boscata, non risulta interferire con preesistenze di significativo valore architettonico e archeologico vincolate dal D.lgs 22/01/04 n. 42, come verificato dalla consultazione della banca dati provinciale e dello strumento urbanistico comunale.

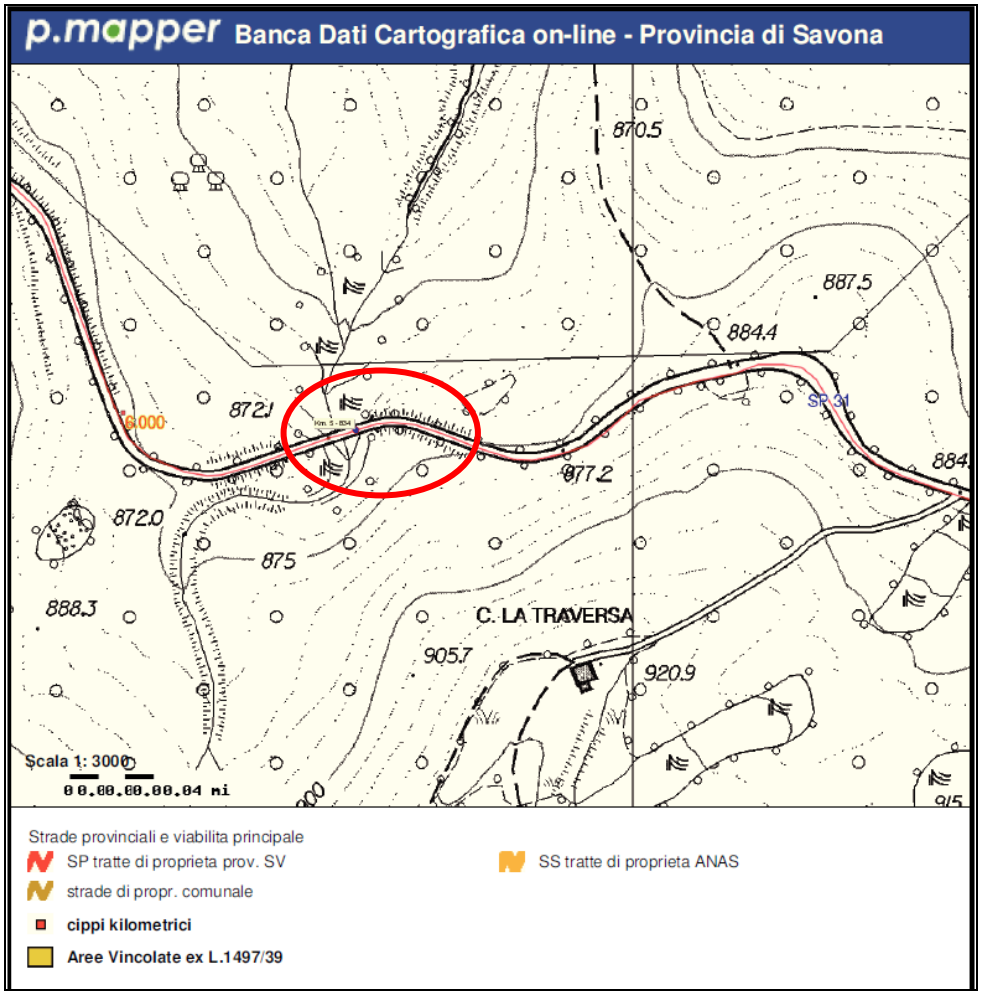



**Figura 26** – Stralcio Banca dati Provincia di Savona

## 7.3 Idraulici

Le opere in progetto andranno ad interferire con l'alveo del Rio della Conca (o della Traversa) ricompreso nell'elenco della acque pubbliche "… dallo sbocco alle sorgenti

…" per cui gli interventi sono sottoposti al vincolo di natura idraulica di cui al R.D. 523/1904.

Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia n.244 del 15/10/1941 ELENCO DELLE ACQUE PUBBLICHE DELLA PROVINCIA DI SAVONA INTEGRATO DALLE ESCLUSIONI DAL VINCOLO PAESISTICO

| N. ord. | Denominazione (da valle verso monte) | Foce o sbocco | Comuni (toccati od attraversati) | Limiti entro i quali si ritiene pubblico il corso d'acqua | Annotazioni |
|---|---|---|---|---|---|
| | VERSANTE PADANO | | | | |
| 420 | Rio della Conca o della Traversa | Torrente Orbarina | Sassello | Dallo sbocco alle sorgenti | |

## 7.4 Tutela idrogeologica

Come mostra lo stralcio cartografico seguente, l'area d'intervento è soggetta al vincolo di cui alla L.R. n. 4/1999 (ex R.D.L.3267/1923) circa gli aspetti della salvaguardia idrogeologica. Ai sensi dell'art 3 comma 2 della L.R. 7/2011 la funzioni autorizzative …." *sono esercitate direttamente dalla Regione e* ***dalle Province nel caso di interventi concernenti infrastrutture viarie rispettivamente di interesse*** *regionale o* ***provinciale,*** *nei procedimenti in materia di coltivazione di cave,* ***nonché per le opere pubbliche realizzate direttamente dai medesimi enti.***"

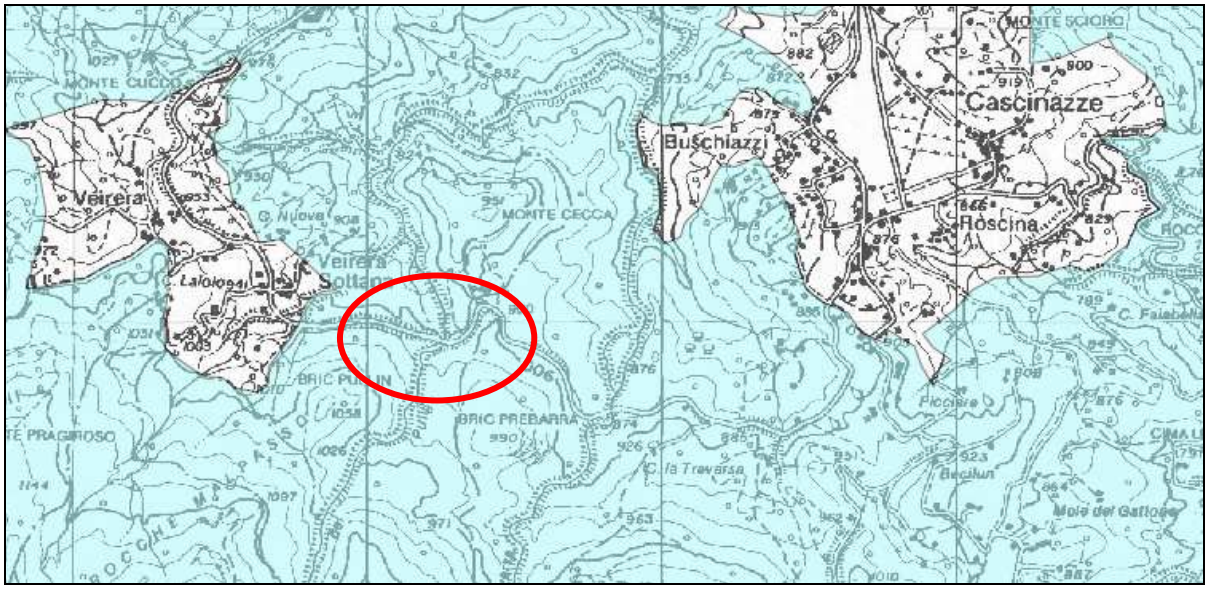



**Figura 27**– Geoportale Provincia di Savona – Aree soggette a vincolo idrogeologico (aree campite in azzurro)

## 7.5 Tutela della copertura forestale

Le opere andranno ad interferire con un settore boscato facente parte degli estesi settori montani limitrofi all'areale di interesse costituiti in prevalenza di essenza di faggio e castagno che qui tuttavia lasciano localemnte il passo alla vegetazione riparia d'invasione prospicente l'alveo del rio della Conca.

Per lo svolgimento delle operazioni di cantiere occorrerà far riferimento al Regolamento forestale “Regolamento 29 giugno 1999, n. 1”




**Figura 28**– Geoportale Regione Liguria – Uso del suolo

## 7.6 Tutela dell’ittiofauna

Gli interventi previsti interferiscono con l’alveo del Rio della Conca per cui nella fase cantieristica vi sarà interferenza con l’ittiofauna. Per i lavori sarà necessario fare riferimento alla LR 8/2014 “DISCIPLINA DELLA PESCA NELLE ACQUE INTERNE E NORME PER LA TUTELA DELLA RELATIVA FAUNA ITTICA E DELL’ECOSISTEMA ACQUATICO”; in particolare occorrerà ottenere parere autorizzativo ai sensi dell’art. 18 della suddetta.

Relativamentete alla fauna ittica il corso d’acqua in oggetto non è direttamente interessato da stazioni di monitoraggio tuttavia, trattandosi di un tributario di sinistra del T. Orba nell’ambito del quale prevalgono le specie salmonicole, è da ritenersi che la stessa classificazione possa attribuirsi allo stesso.

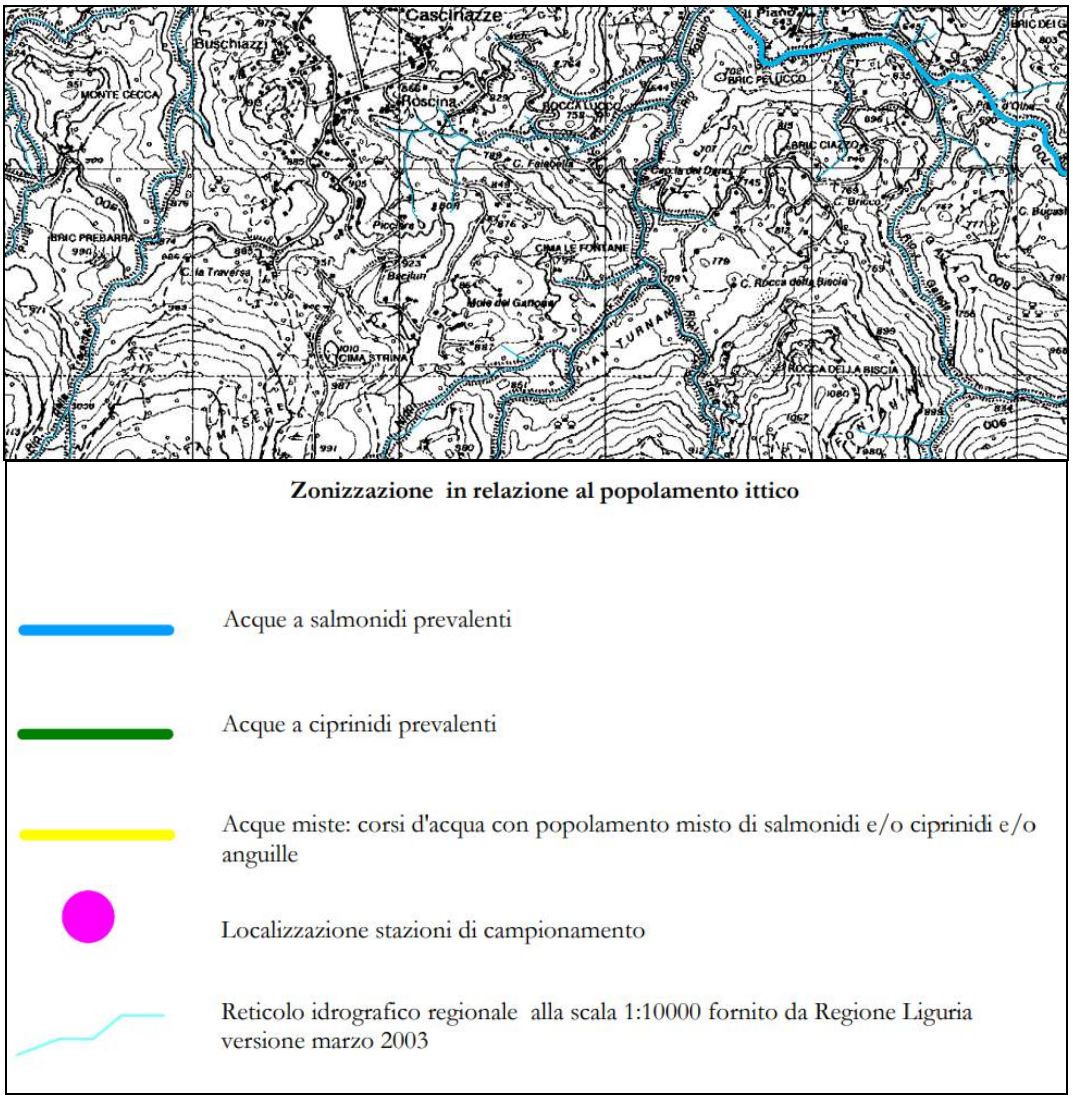



**Figura 29**– Estratto Carta ittica provinciale

## 7.7 Interferenze con reti infrastrutturali

Non si evidenziano interferenze dirette tra le opere in progetto e le reti infrastrutturali di servizio se non la viabilità esistente costituita dalla SP 31 a servizio della quale si porrà la nuova opera.

# 8 MATERIALI DA COSTRUZIONE

Per la realizzazione delle opere in progetto, oltre che materiali di fabbrica facilmente reperibili a vista sul mercato, è necessaria la fornitura di:

- misto naturale di cava per un volume di circa 2000 mc
- calcestruzzi a prestazione garantita per un volume di circa 550 mc

Si tratta di circa 2500 mc di inerti facilmente reperibili nell'ambito del territorio comunale e provinciale (Cfr. estratto PT Attiità estrattive della figura seguente).

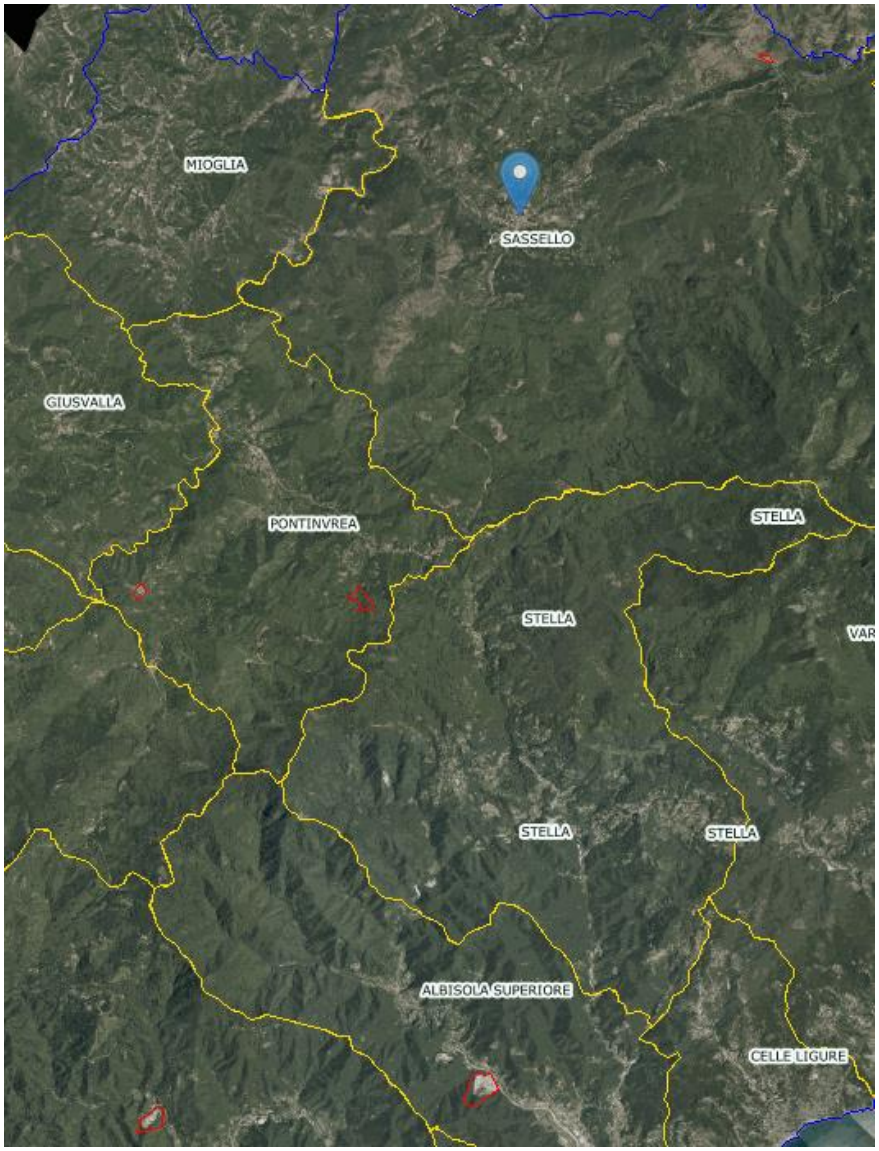



**Figura 30**– Estratto PT Attività estrattive Regione Liguria (in rosso i siti di cava)

## 9 GESTIONE MATERIALI DI SCAVO E DEMOLIZIONE

I materiali provenienti dagli scavi di rimodellamento troveranno completo reimpiego e collocazione in cantiere.

## 10 DISPONIBILITA' DELLE AREE

L'opera in progetto, oltre alla viabilità di pertinenza provinciale, andrà ad interessare aree di pertinenza privata e in fase di cantiere aree di pertinenza demaniale. Queste ultime saranno inoltre coinvolte dalla proiezione dell'impalcato del nuovo attraversamento

Tutti i terreni privati interessati sono di tipo agricolo, per la necessaria occupazione d'urgenza si è provveduto alla loro identificazione nel Piano Particellare facente parte degli elaborati progettuali.

## 11 PREZZARIO DI RIFERIMENTO

Nel computo metrico estimativo di progetto ci si è riferiti alle voci vigenti riportate nelle sezioni "Nuove costruzioni e manutenzione straordinaria" e "Sicurezza" del Prezzario ANAS (edizione 2018), su indicazione della Committenza.

## 12 QUADRO ECONOMICO GENERALE

Il quadro economico del Progetto Definitivo degli interventi di ""*S.P. n. 31 Urbe – Pianpaludo – La Carta. Lavori di: consolidamento strutturale del ponte con risanamento e ricostruzione delle parti ammalorate nonché delle fondazioni al km 5+834*"", nel comune di Sassello (SV), è il seguente:

| NATURA | VOCI | | EURO |
|---|---|---|---|
| | **A) TOTALE LAVORI** | **€** | **525 871,98** |
| **SOMME A BASE D'APPALTO** | ONERI PER LA SICUREZZA (NON SOGGETTI A RIBASSO) | € | 18 128,02 |
| | **B) TOTALE A BASE D'APPALTO** | **€** | **544 000,00** |
| | 1) IVA SUI LAVORI; | € | 119 680,00 |
| | 2) LAVORI PREVISTI IN PROGETTO ED ESCLUSI DALL'APPALTO; | € | - |
| | 3) RILIEVI, ACCERTAMENTI E INDAGINI; | € | 19 032,00 |
| | 4) ACQUISTO MATERIALI; | € | - |
| | 5) IMPREVISTI; | € | 5 000,28 |
| | 6) ACQUISIZIONE AREE O IMMOBILI; | € | 1 500,00 |
| | 7) ACCANTONAMENTO DI CUI ALL'ARTICOLO 26, COMMA 4, DELLA DELLA LEGGE; | € | - |
| | 8) SPESE TECNICHE: (COMPRENSIVE DI IVA ED EVENTUALI ONERI PREVIDENZIALI) ( PER PROCEDURE ESPROPRIATIVE); | € | - |
| | A) SPESE TECNICHE PER PROGETTAZIONE, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA, DIREZIONE LAVORI, CONTABILITA' E COLLAUDO; | € | 49 315,72 |
| | B1)INCENTIVO PER FUNZIONI TECNICHE (articolo 113 comma 3 D.Lgs n. 50/2016) | € | 5 657,60 |
| | B2)INCENTIVO PER FUNZIONI TECNICHE (articolo 113 comma 4 D.Lgs n. 50/2016) | € | 1 414,40 |
| **SOMME A DISPOSIZIONE** | C) REDAZIONE DI RELAZIONE GEOLOGICA ASSISTENZA ALLA DL, PROVE GEOGNOSTICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA | € | - |
| | D) CONFERENZE DI SERVIZI; | € | - |
| **DELL'AMMINISTRAZIONE** | E) DIREZIONE DEI LAVORI; | | |
| | F) COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE; | € | - |
| | G) ASSISTENZA GIORNALIERA E CONTABILITA'; | € | - |
| | H) ASSICURAZIONE DEI DIPENDENTI; | € | - |
| | 9) SPESE PER ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE IMPIANTI; | € | - |
| | 10) EVENTUALI SPESE PER COMMISIONI GIUDICATRICI; | € | - |
| | 11) SPESE PER PUBBLICAZIONI, NOTIFICHE ESPROPRI E AUTORIZZAZIONI; | € | 1 200,00 |
| | 11bis) OCCUPAZIONE TEMPORANEA AREE; | € | 200,00 |
| | 12) SPESE ACCERTAMENTI E COLLAUDO (COMPRENSIVE DI IVA ED EVENTUALI ONERI PREVIDENZIALI); | € | - |
| | A) ACCERTAMENTI DI LABORATORIO; | € | - |
| | B) VERIFICHE TECNICHE PREVISTE DAL CAPIT. SPEC. D'APPALTO; | € | - |
| | C) COLLAUDO TECNICO AMMINISTRATIVO; | € | - |
| | D) COLLAUDO TECNICO STATICO; | € | 3 000,00 |
| | E) ALTRI EVENTUALI COLLAUDI SPECIALISTICI; | € | - |
| | **TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE** | **€** | **206 000,00** |
| | | | |
| | **TOTALE - IMPORTO PROGETTO** | **€** | **750 000,00** |

***