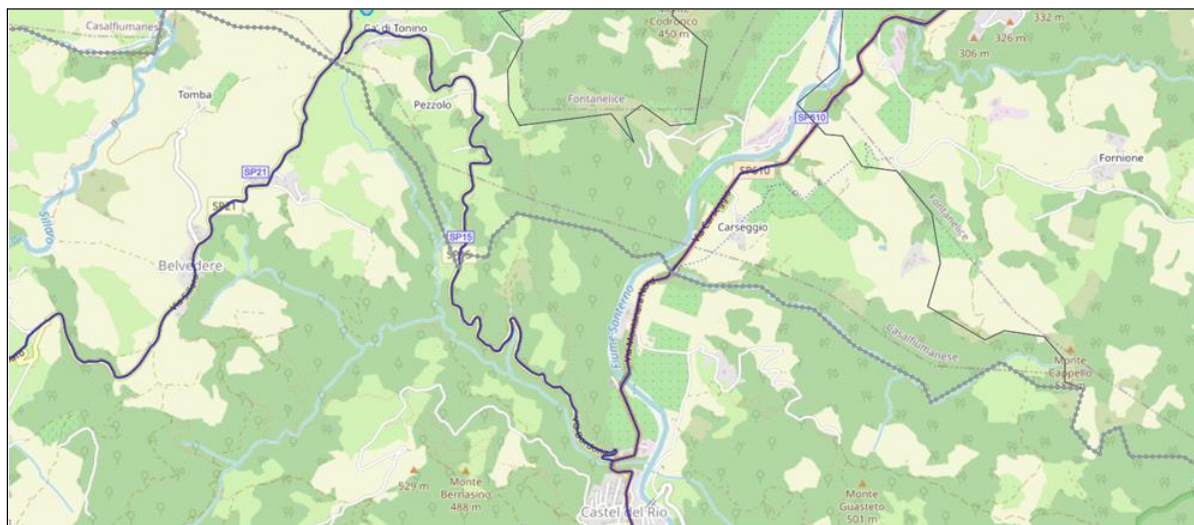




**CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA**  
Area Sviluppo delle Infrastrutture  
Settore Strade, Sicurezza e Ciclovie  
via San Felice, 25 - 40131 BOLOGNA

**LAVORI DI RIPRISTINO DEFINITIVO DELLA SEDE STRADALE E DELLE  
SCARPATE DI MONTE E DI VALLE DELLA S.P. 15 "BORDONA"  
NEI COMUNI DI CASALFIUMANESE E CASTEL DEL RIO  
CUP C57H24000260001 - CIG B1329839A9**



|                              |                                 |                                                  |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| PROGETTO:                    | COMMITTENTE:                    |                                                  | Area Sviluppo delle Infrastrutture<br>Settore Strade, Sicurezza e Ciclovie<br>via San Felice, 25 - 40131 BOLOGNA |                  |                        |                       |
|                              |                                 | Responsabile Unico Procedimento:                 |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
| PROGETTO:                    | FUNZIONI PROCEDIMENTO:          |                                                  |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
|                              |                                 |                                                  |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
| REVISIONI:<br>AGGIORNAMENTI: | 4                               |                                                  |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
|                              | 3                               |                                                  |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
| 1° EMISS.                    | CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA | RELAZIONE PAESAGGISTICA                          | THS2024005 S04 Qb.II.01_RP                                                                                       |                  | 03/07/2025             |                       |
|                              | RICHIEDENTE/APPLICANT:          | OGGETTO:                                         | FILE                                                                                                             | DATA:            |                        |                       |
| ELABORATO/DRAWN BY:          |                                 | Ing. C. Comastri                                 | CONTROLLATO/ CHECKED BY:                                                                                         | Ing. E. Comastri | APPROVATO/APPROVED BY: | Ing. Claudio Comastri |
| FIRMA/SIGNATURE              |                                 | DATA/DATE                                        | FIRMA/SIGNATURE                                                                                                  | DATA/DATE        | FIRMA/SIGNATURE        |                       |
| PROGETTO:                    | UBICAZ. OPERA:                  | <b>STRADA PROVINCIALE N. 15 "BORDONA"</b>        |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
|                              |                                 | <b>COMUNI DI CASALFIUMANESE E CASTEL DEL RIO</b> |                                                                                                                  |                  |                        |                       |
| ELAB.                        | Titolo                          | <b>RELAZIONE PAESAGGISTICA</b>                   |                                                                                                                  | SCALA:           | REVISIONE.:            | DATA:                 |
|                              |                                 |                                                  |                                                                                                                  | <b>[-]</b>       | <b>-</b>               | <b>18/06/25</b>       |
| Titolo 2                     |                                 | <b>RP</b>                                        |                                                                                                                  |                  |                        |                       |

## 1 CODICI E TITOLI

### 1.1 Codice e titolo

Codice Commessa: THS2024005.S04

Committente: Città Metropolitana di Bologna, via San Felice 25 – 40100 Bologna

Responsabile Unico Procedimento: (Città Metropolitana di Bologna) Opera: Strada Provinciale n.15 "Bordona" Comuni di Castel del Rio e Casalfiumanese

Incarico: Contratto per il servizio di architettura e ingegneria per la progettazione esecutiva e coordinamento sicurezza in fase di progettazione relativo ai lavori di ripristino definitivo della sede stradale e delle scarpate di monte e di valle della S.P.15 "Bordona", nei Comuni di Casalfiumanese e Castel del Rio. CUP C57H24000260001, CIG B1329839A9

### 1.2 Progettazione

prof. ing. Claudio Comastri (Titolare studio ThesisEngineering): Responsabile Progettazione

### 1.3 Redazione del documento:

Codice: THS2024.005.S04 QIII.01-RP

Titolo: Relazione Paesaggistica

Pagine numerate, n.:46

Fogli A4, n.:47

Fogli A3, n.:0

Redazione: ing. Claudio Comastri

Controllo: ing. Elia Comastri

Approvazione per emissione: ing. Claudio Comastri

Rev.:[-]

Data di approvazione:03 Luglio 2025

### 1.4 Trasmissione progetto:

Indirizzo: Città Metropolitana di Bologna, via San Felice 25 Bologna

c.a., ing. Maurizio Martelli,

n. copie del progetto: 1 formato digitale.

|                            |       |            |            |            |              |                     |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|---------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 2 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                     |

## SOMMARIO

|           |                                                                    |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>CODICI E TITOLI .....</b>                                       | <b>2</b>  |
| 1.1       | Codice e titolo .....                                              | 2         |
| 1.2       | Progettazione .....                                                | 2         |
| 1.3       | Redazione del documento: .....                                     | 2         |
| 1.4       | Trasmissione progetto: .....                                       | 2         |
| <b>2</b>  | <b>PREMESSA .....</b>                                              | <b>6</b>  |
| <b>3</b>  | <b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>                              | <b>7</b>  |
| <b>4</b>  | <b>LEGGI E NORME TECNICHE .....</b>                                | <b>8</b>  |
| 4.1       | Comunitarie .....                                                  | 8         |
| 4.2       | Nazionali .....                                                    | 8         |
| <b>5</b>  | <b>INTRODUZIONE .....</b>                                          | <b>9</b>  |
| <b>6</b>  | <b>RICHIEDENTE .....</b>                                           | <b>10</b> |
| <b>7</b>  | <b>CARATTERISTICHE INTERVENTO .....</b>                            | <b>10</b> |
| <b>8</b>  | <b>DESTINAZIONE D'USO .....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>9</b>  | <b>CONTESTO PAESAGGISTICO DELL'INTERVENTO E/O DELL'OPERA .....</b> | <b>10</b> |
| <b>10</b> | <b>MORFOLOGIA DEL CONTESTO PAESAGGISTICO .....</b>                 | <b>10</b> |
| <b>11</b> | <b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE STATO DEI LUOGHI .....</b>           | <b>11</b> |
| 11.1      | Geografia .....                                                    | 11        |
| 11.2      | Geologia .....                                                     | 13        |
| 11.2.1    | Formazione Marnoso Arenacea Membro di Fontanelice. ....            | 13        |
| 11.2.2    | Caratteristiche delle discontinuità principali .....               | 13        |
| 11.3      | Morfologia .....                                                   | 15        |
| 11.4      | Morfodinamica - Processi in atto .....                             | 15        |
| 11.5      | Idrogeologia .....                                                 | 15        |
| <b>12</b> | <b>STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>            | <b>17</b> |
| 12.1      | Livello Nazionale .....                                            | 17        |
| 12.2      | Livello Regionale .....                                            | 17        |
| 12.2.1    | Piano Territoriale Regionale (PTR) .....                           | 17        |
| 12.2.2    | Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) .....               | 17        |
| 12.2.3    | Livello provinciale .....                                          | 17        |

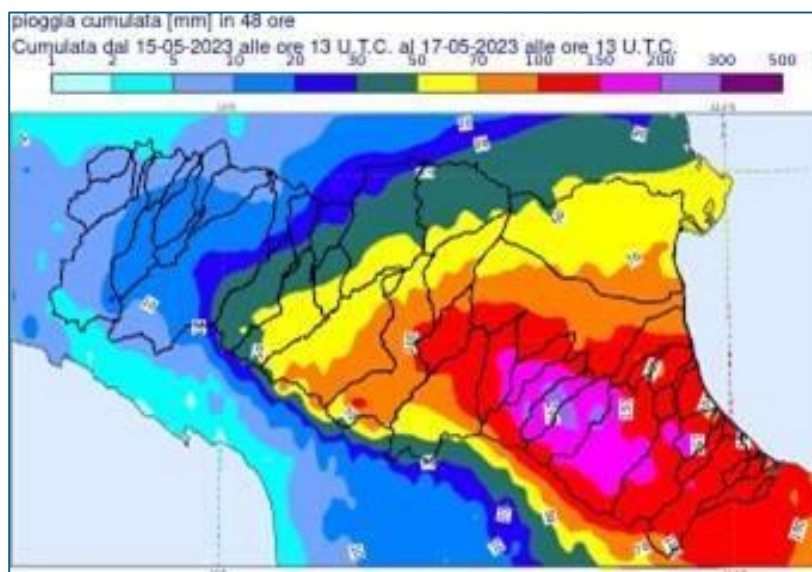
|           |                                                                                  |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 12.2.4    | Livello comunale e sovracomunale .....                                           | 18        |
| <b>13</b> | <b>RICOGNIZIONE VINCOLISTICA .....</b>                                           | <b>18</b> |
| <b>14</b> | <b>VINCOLO IDROGEOLOGICO .....</b>                                               | <b>19</b> |
| <b>15</b> | <b>VINCOLO AMBITI AGRICOLI DI RILIEVO PAESAGGISTICO (ART. 5.6.8).....</b>        | <b>22</b> |
| <b>16</b> | <b>VINCOLO DI SISTEMA FORESTALE E BOSCHIVO (ART.2.1.3) .....</b>                 | <b>23</b> |
| <b>17</b> | <b>INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DEI TRATTI STRADALI FRANATI.....</b>              | <b>28</b> |
| 17.1      | Generalità .....                                                                 | 28        |
| 17.2      | Interventi di ripristino nel tratto dalla progr. Km 0+00 e progr. km 0+300 ..... | 28        |
| 17.2.1    | Generalità .....                                                                 | 28        |
| 17.2.2    | Intervento a monte della corsia Nord della strada .....                          | 28        |
| 17.2.3    | Interventi sulle scarpate di valle erose dall'alluvione .....                    | 29        |
| 17.2.4    | Interventi sulla piattaforma stradale .....                                      | 30        |
| 17.3      | Interventi di ripristino nel tratto corrispondente alla progr. Km 2+700 .....    | 30        |
| 17.3.1    | Generalità .....                                                                 | 30        |
| 17.3.2    | Interventi di ripristino della strada .....                                      | 30        |
| 17.4      | Interventi di ripristino nel tratto corrispondente alla progr. Km 1+800 .....    | 31        |
| 17.5      | Interventi al km 3+100.....                                                      | 31        |
| <b>18</b> | <b>CRITERI DI CALCOLO PER GLI INTERVENTI DA KM 0+00 A KM 0+300 .....</b>         | <b>32</b> |
| 18.1      | Generalità .....                                                                 | 32        |
| 18.2      | Ripristino del tratto stradale dalla progr.km0.00 alla progr.km0+300 .....       | 33        |
| 18.2.1    | Stabilizzazione delle scarpate a valle della strada .....                        | 34        |
| 18.2.2    | Stabilizzazione della scarpata a monte della strada .....                        | 34        |
| 18.2.3    | Struttura stradale .....                                                         | 35        |
| <b>19</b> | <b>CRITERI DI CALCOLO PER GLI INTERVENTI AL KM 2+700 .....</b>                   | <b>35</b> |
| <b>20</b> | <b>CRITERI DI CALCOLO PER GLI INTERVENTI AL KM 1+800 .....</b>                   | <b>36</b> |
| <b>21</b> | <b>CRITERI DI CALCOLO PER L'INTERVENTO AL KM 3+100 .....</b>                     | <b>37</b> |
| <b>22</b> | <b>INTERFERENZE.....</b>                                                         | <b>37</b> |
| <b>23</b> | <b>ESPROPRI E INDENNIZZI .....</b>                                               | <b>37</b> |
| <b>24</b> | <b>TERRE E ROCCE DA SCAVO.....</b>                                               | <b>37</b> |
| <b>25</b> | <b>STRUTTURA DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE .....</b>                             | <b>37</b> |
| <b>26</b> | <b>ELEMENTI DI SICUREZZA STRADALE .....</b>                                      | <b>38</b> |

|      |                                                          |    |
|------|----------------------------------------------------------|----|
| 26.1 | Classi delle barriere di sicurezza stradale .....        | 39 |
| 27   | CRITERI AMBIENTALI MINIMI E DNSH .....                   | 40 |
|      | DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA .....                         | 41 |
| 28   | PRESENZA DI IMMOBILI ED AREE DI INTERESSE PUBBLICO ..... | 47 |
| 29   | PRESENZA DI AREE TUTELATE PER LEGGE.....                 | 47 |
|      | CONCLUSIONI .....                                        | 47 |

## 2 PREMESSA

L'alluvione del maggio 2023 ha colpito la regione Emilia Romagna, ed in parte le Regioni Marche, Toscana, provocando movimenti franosi, dissesti delle reti viarie, allagamenti e danni agli edifici, alle abitazioni, alle strutture, alle coltivazioni: sono stati stimati in diversi milioni di euro i danni provocati da questo evento estremo. Molte Persone hanno dovuto lasciare la propria casa o la propria attività lavorativa, per impossibilità di abitare e utilizzare gli stessi edifici inondati da acqua e fango, e per la impossibilità di collegamento con il territorio per i crolli e le interruzioni delle strade e dei percorsi alternativi franati in diversi punti.

La rete viaria della Città Metropolitana di Bologna ha subito una serie di frane che hanno determinato in molti casi la necessità di interrompere temporaneamente l'agibilità del traffico veicolare e, in antri casi, la necessità di ridurre la larghezza della piattaforma stradale al tratto non collassato. Volumi importanti di terreno sono scivolati da monte a valle, coinvolgendo tratti di strade di lunghezza anche superiori al kilometro: in questi casi sono state semaforizzati i tratti agibili per consentire il mantenimento del collegamento. In tempi brevi sono state aperte tutte le strade ancorché con riduzione della carreggiata, con semaforizzazioni, con segnaletica e barriere di sicurezza.



La figura sopra riportata, tratta da cartografia Regione Emilia – Romagna, mostra la pioggia cumulata (mm) in 48 ore nel territorio della Regione Emilia-Romagna

I lavori di consolidamento delle aree interessate dalle frane, delle scarpate di monte e di valle delle strade e delle strade stesse sono stati pianificati dalla Città Metropolitana di Bologna e sono state individuati i tratti di lavori con i relativi impegni economici di previsione.



La Città Metropolitana ha incaricato Studi e Società di Professionisti per elaborare i progetti esecutivi degli interventi di consolidamento.

Lo Studio ThesisEngineering è stato incaricato per la progettazione esecutiva di tratti stradali dell'alto Imolese:

SP15 (via Bordona) Comune di Castel del Rio e Comune di Casalfiumanese

SP33 (via Casolana) Comune di Fontanelice

SP34 (via Gesso ) Comune di Fontanelice e Comune di Casalfiumanese

SP21 (via Sillaro) Comune di Castel del Rio

In questa relazione si tratta dell'inquadramento generale degli interventi di consolidamento/ri-facimento dei tratti stradali della SP15 "Bordona" colpiti dalle frane, e del consolidamento delle scarpate a monte ed a valle dei tratti stradali.

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per il progetto esecutivo del consolidamento del versante a monte e a valle dei tratti di strada interessati dalle frane si è fatto riferimento ai risultati delle indagini condotte immediatamente dopo l'evento alluvionale, alle informazioni ottenute dagli Abitanti dei luoghi, alle informazioni acquisite dalle cartografie regionali sulle condizioni geomorfologiche dei territori, dalle carte geologiche, dalla storia e dallo sviluppo del territorio negli ultimi anni.

Sono stati presi a riferimento:

- ♦ *Piani Regionali e Comunali tratti dagli archivi del Comune e della Regione;*
- ♦ *Informazioni e cartografie disponibili presso i Servizi della Città Metropolitana di Bologna.*
- ♦ *Piano Territoriale Metropolitano: Pubblicazione ai sensi dell'articolo 17 del D.lgs. 152/2006 e dell'articolo 46 comma 7 della L.R. 24/2017;*
- ♦ *ISPRA Quadro di sintesi dissesto frane Emilia-Romagna, Italia (aggiornamento 19/05/2023)*
- ♦ *Regione Emilia-Romagna: Carta inventario delle frane ed Archivio Storico delle frane*
- ♦ *Emilia Romagna "Carta della Stabilità dei versanti 1:25.000 - Prima edizione"*

## 4 LEGGI E NORME TECNICHE

### 4.1 Comunitarie

Convenzione Europea del Paesaggio 20 ottobre 2000

### 4.2 Nazionali

- Legge n.14 del 09/01/2006 "Ratifica italiana della Convenzione Europea del paesaggio";
- D.Lgs. 42/2004 e successive modifiche e integrazioni "Codice dei beni culturali e del paesaggio";
- D.P.C.M. 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- D.P.R. n. 31 del 13/02/2017 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata".



## 5 INTRODUZIONE

A seguito degli eventi meteorologici del maggio 2023 e del settembre 2024 che hanno colpito una vasta porzione della Regione Emilia-Romagna, generando intensi ed estesi effetti al suolo, nelle aree collinari e appenniniche del bolognese, del ravennate e dell'imolese si sono verificate una moltitudine di frane. All'interno del territorio comunale di Casalfiumanese, lungo la SP15, sono stati censiti, 4 dissesti la cui collocazione è riportata in Figura 1. Valutato quanto analizzato nella relazione di ricognizione dei vincoli territoriali, il presente documento racchiude le valutazioni paesaggistiche di accompagnamento agli interventi di ripristino definitivo della strada SP15 nei tratti dissestati.

Conformemente a quanto previsto dalle linee guida del MIC emanate a corredo del DPCM n.12 del dicembre 2005 e al successivo DPR n.31 del 13/02/2017, si propone di seguito una relazione paesaggistica semplificata.

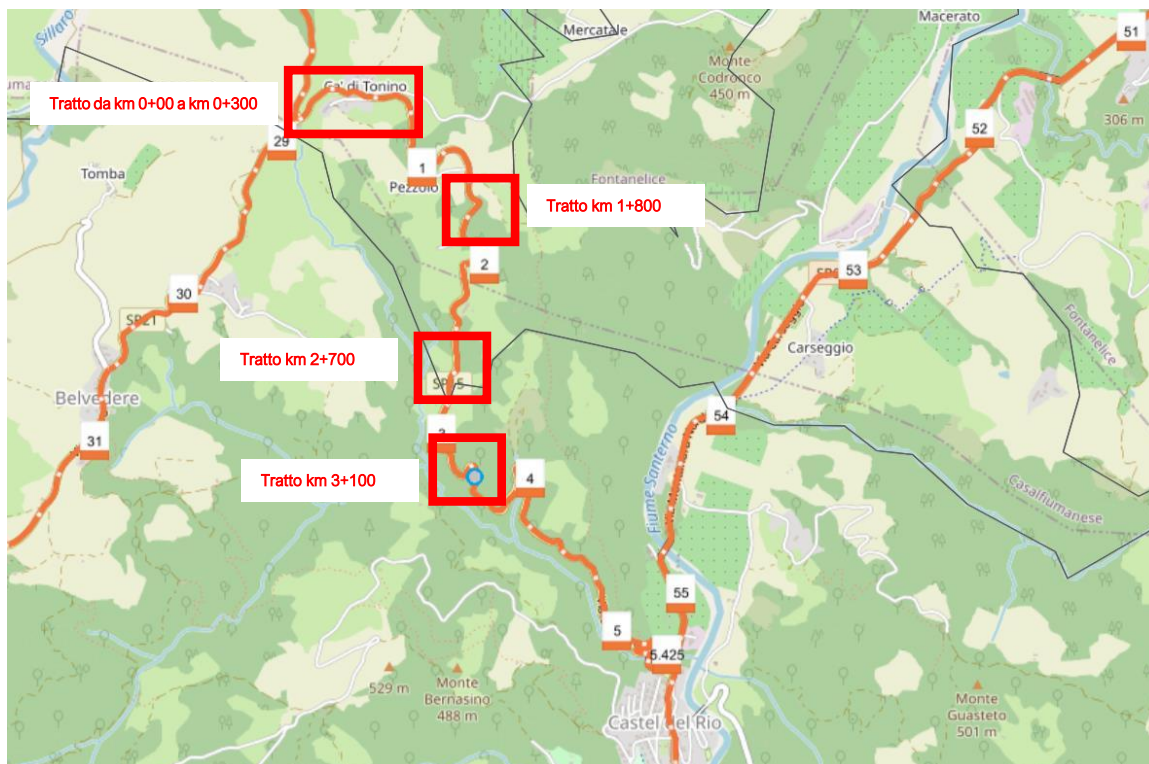


Figura 1: Mappa del territorio sul quale si sviluppa la SP15, con indicazione dei cippi kilometrici e dei tratti oggetto di studio.

## 6 RICHIEDENTE

Ente Città Metropolitana di Bologna

## 7 CARATTERISTICHE INTERVENTO

Permanente

## 8 DESTINAZIONE D'USO

Strada provinciale

Sistema forestale boschivo

## 9 CONTESTO PAESAGGISTICO DELL'INTERVENTO E/O DELL'OPERA

Area Agricola

Area boscata

## 10 MORFOLOGIA DEL CONTESTO PAESAGGISTICO

Versante

## 11 INQUADRAMENTO TERRITORIALE STATO DEI LUOGHI

### 11.1 Geografia

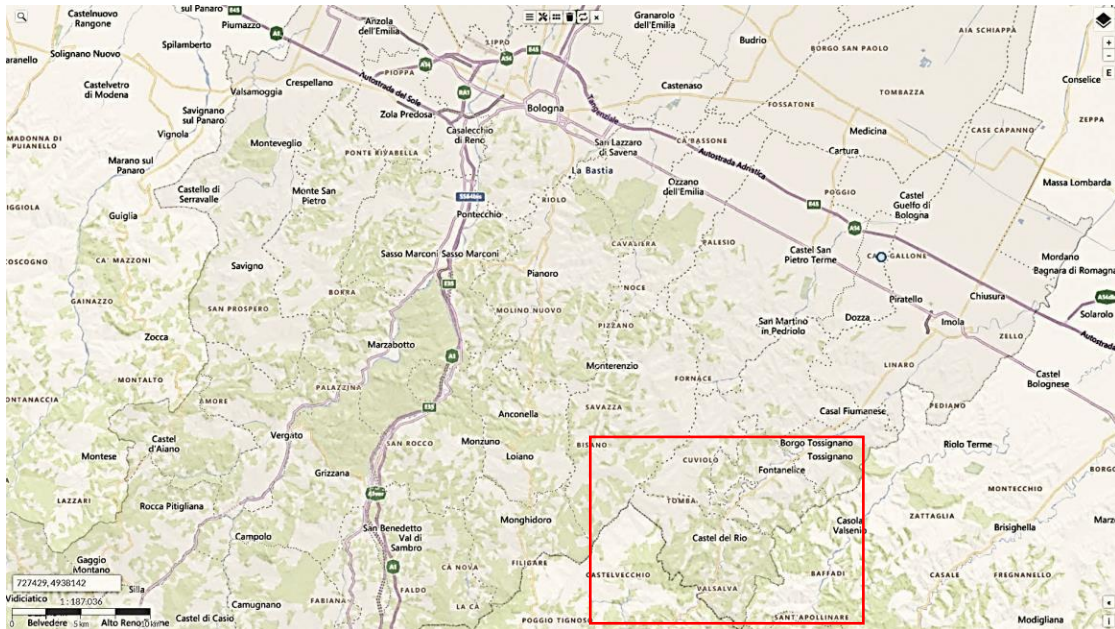


Figura 2: Mapa geografica con riquadro sul territorio in cui si sviluppa la strada provinciale SP15

Le figure 9,10,11 mostrano la posizione geografica della strada provinciale Sp15 della Città Metropolitana di Bologna. Essa si sviluppa dall'incrocio con la SP21 a quota 492m s.l.m.m. fino

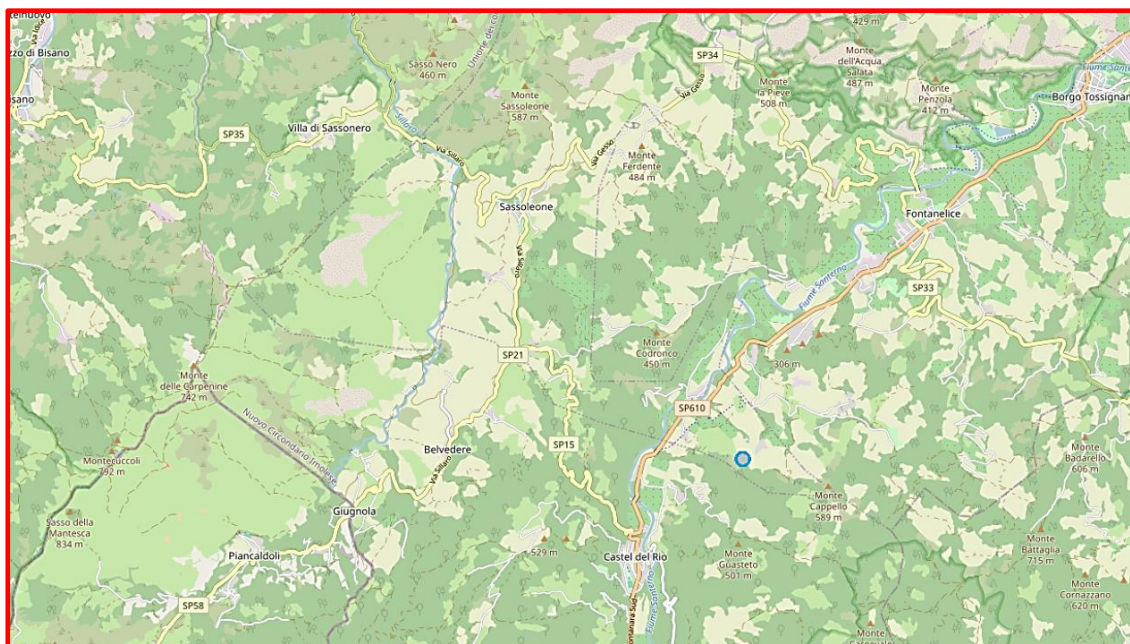
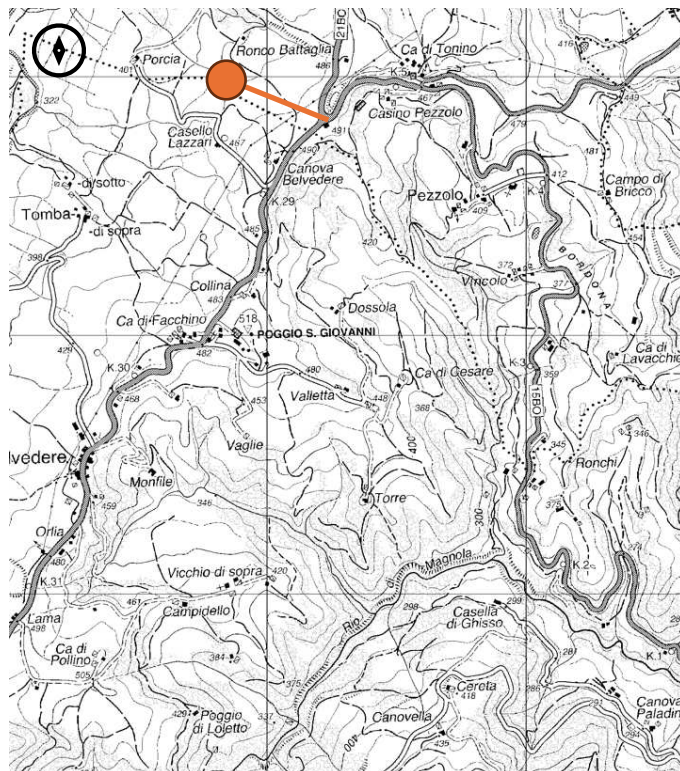


Figura 3: Mapa del territorio ingrandita ripresa dal riquadro della figura 1.





I due segnali indicano inizio e termine della SP 15 "Bordona". Essa collega le due strade provinciali SP21 e SP610.

Essa si sviluppa nella parte alta all'interno del territorio del comune di Casalfiumanese e nella parte bassa nel comune di Castel del Rio. L'andamento planimetrico è relativamente tortuoso dovendo seguire le curve di livello che sono molto articolate, come si può rilevare dallo stralcio della carta CTR a lato.

La piattaforma stradale è stata ricavata a mezza costa incidendo la formazione marnoso arenacea che domina e configura la morfologia del territorio. Si tratta di una formazione stratificata con andamenti a traverspoggio e talora a franapoggio rispetto alla stessa strada. Ingenti le venute idriche da monte soprattutto in corrispondenza degli eventi meteorici. La strada è totalmente asfaltata e sul ciglio di valle sono presenti le barriere di sicurezza: nei tratti crollati le barriere sono state divelte e spostate a valle.

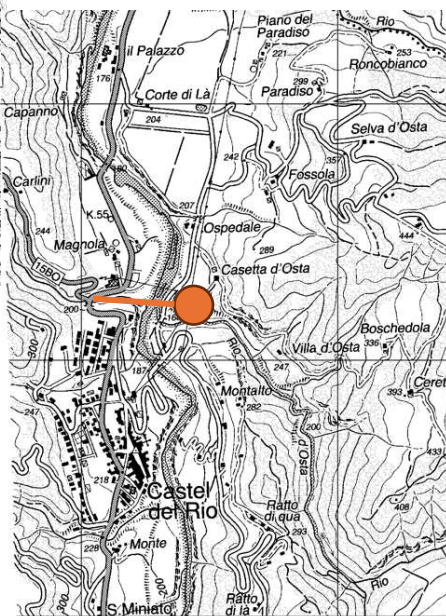


Figura 4: CTR 25.000 Bologna

all'abitato di Castel del Rio, immettendosi alla SP610, a quota 216m s.l.m.m.. Il tracciato ha una lunghezza di 5,250km con una pendenza longitudinale media del 5,3%, localmente minore e maggiore rispetto a tale valore. Lo sviluppo della strada è a mezza costa rispetto al versante che si erge sul lato sinistro e destro della stessa strada, percorrendola dalla sommità in corrispondenza dell'incrocio con la SP21, verso Castel del Rio. La larghezza della strada è variabile in un intorno relativamente stretto di 5,50m per tutta la sua lunghezza.

Lungo il suo percorso la strada è collegata ad Aziende e edifici che traggono beneficio da tale infrastruttura per il collegamento con la rete viaria territoriale: l'interruzione, ancorché parziale ha creato problemi molto importanti che gli interventi temporanei hanno parzialmente risolto.

## 11.2 Geologia

L'area ricade in una zona di versante sita in prossimità di un crinale principale, che divide il Torrente Santerno a Est dal Sillaro a Ovest.

### 11.2.1 Formazione Marnoso Arenacea Membro di Fontanelice.

Si tratta di rocce costituite da alternanze tra livelli lapidei quali arenarie cementate, calcareniti e calcilutiti e livelli pelitici, anch'essi lapidei con prevalente arenaria. Rapporto L/P > 3.

Il Membro di Fontanelice, sub affiorante, è in contatto stratigrafico inferiormente con il Membro di Borgo Tossignano, sempre appartenente alla medesima Formazione Marnoso Arenacea. In questo caso si tratta di rocce costituite da livelli pelitici prevalenti. In particolare, l'ammasso è strutturalmente ordinato ed è costituito da alternanze tra livelli lapidei quali arenarie cementate, calcareniti e calcilutiti e livelli pelitici, anch'essi lapidei con prevalente pelite. Rapporto L/P < 1/3.

Nella porzione sottostante la zona di studio, la cartografia ufficiale della Regione Emilia Romagna, segnala la presenza di un deposito di versante, di origine incerta (a3).

Giacitura degli strati: nel Membro di Fontanelice poco più a sud del sito è rilevabile una giacitura che ha direzione N40° e inclinazione 15° verso NW, mentre a Nord, la giacitura degli strati sembra avere direzione N30° e inclinazione 10° verso NW.

### 11.2.2 Caratteristiche delle discontinuità principali

La cartografia ufficiale segnala l'esistenza di una discontinuità di qualche centinaio di metri di lunghezza a nord della zona di interesse. La faglia, che risale FMA14, ha una direzione WNW – ESE e una inclinazione 70° verso SW. Una seconda discontinuità è situata a Sud della zona di studio: sembra avere la stessa giacitura della precedente, ma un'inclinazione più vicina ai 90°. Si vedano le mappe seguenti.

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 13 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |



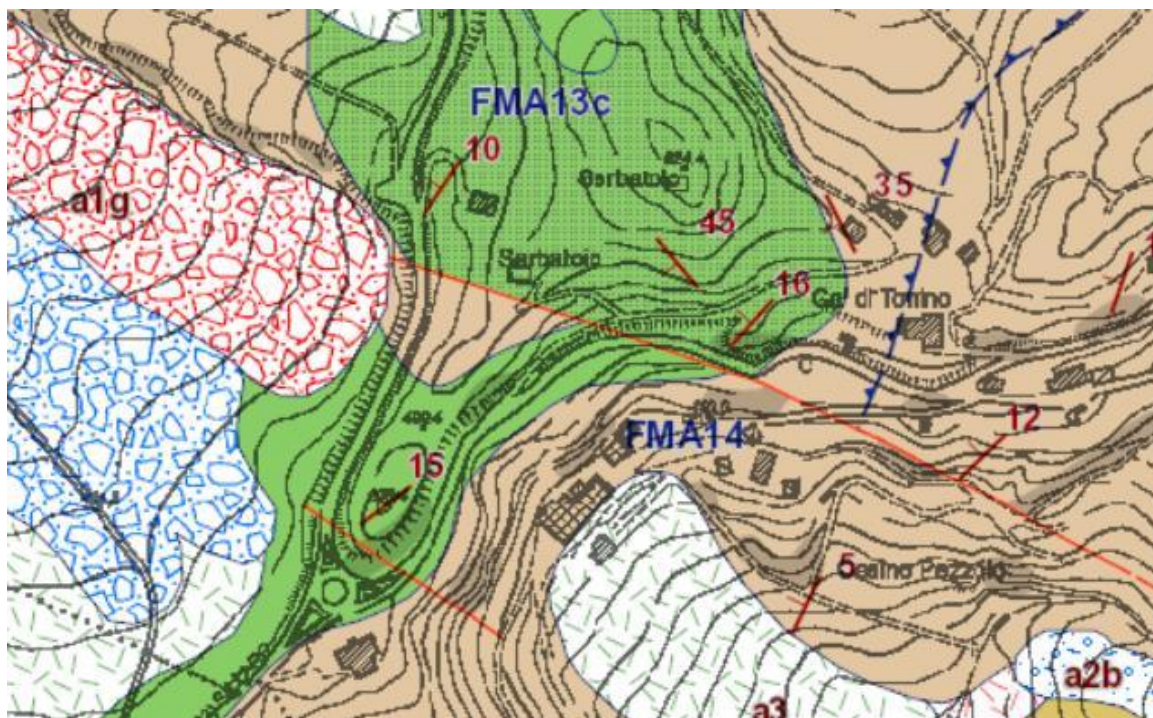


Figura 5: stralcio della Carta Geologica dell'area in esame alla scala 1:5000 (tratta dal sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna).

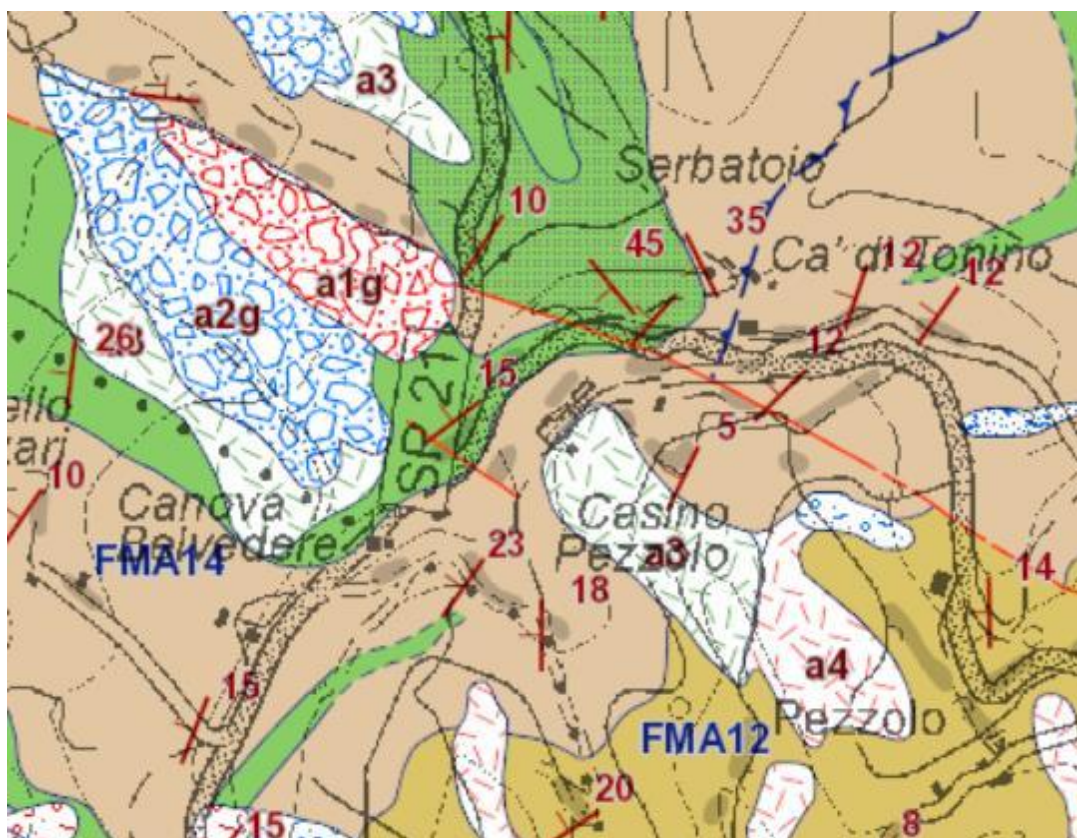


Figura 6 stralcio della Carta Geologica dell'area in esame alla scala 1:10000 (tratta dal sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna).



### 11.3 Morfologia

Si riportano le definizioni relative alla morfologia del sito.

Collina: prossima alla fascia della montagna. Crinale e adiacente versante piuttosto acclive, che solo più a valle del toponimo Casino Pezzolo diminuisce di inclinazione.

Inclinazione delle scarpate: il tratto di interesse si trova praticamente a monte e a valle della Strada Provinciale 15, dove le pendenze risultano molto elevate, e dell'ordine dei 45 – 50°.

In pratica, la zona dove occorrerà effettuare il consolidamento è compresa tra il crinale e l'estesa stalla situata entro l'impluvio, ben visibile in cartografia.

La Carta dell'Inventario del Dissesto della RER alla scala 1:10000, evidenzia che nella porzione di versante sottostante alcuni capannoni agricoli, a valle della strada provinciale, è cartografato un deposito di versante (a3) di incerta origine. Si tratta di un accumulo di cui non si può escludere l'attribuzione ad un movimento gravitativo passato, anche se mancano, almeno in parte, i caratteri morfologici tipici delle frane. La legenda, asserisce che solo un'indagine approfondita potrebbe rivelare la natura dei processi che hanno generato il deposito. In ogni caso, quest'ultimo è costituito da materiale prevalentemente fine, pelitico e/o sabbioso con inclusi lapidei più o meno abbondanti.

### 11.4 Morfodinamica - Processi in atto

Il rilievo speditivo eseguito nel sito ha messo in evidenza un franamento per colata della porzione superficiale del versante. In più punti, durante e in seguito all'evento piovoso del maggio 2023, la coltre arenacea che copriva il substrato arenaceo, una volata saturata è franata colando verso valle, coinvolgendo la strada provinciale. Analogamente, la scarpata di valle dell'infrastruttura, insieme alla porzione sottostante del pendio, in seguito al nuovo carico applicato e alla saturazione indotta dalle piogge, in alcune zone è scesa per colamento, mettendo a nudo l'ammasso della sottostante formazione rocciosa.

La tipologia di processo è comune a quanto accaduto in tutta la regione in occasione dell'evento citato.

### 11.5 Idrogeologia

Falda: sono assenti venute di acqua sorgiva lungo i versanti posti nelle vicinanze della zona di progetto.

Non si esclude che locali infiltrazioni possano verificarsi nelle zone di maggior spessore della coltre (dove ancora presente), in corrispondenza di infiltrazioni copiose legate a eventi meteo particolarmente intensi e/o prolungati ovvero allo scioglimento della neve.

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 15 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

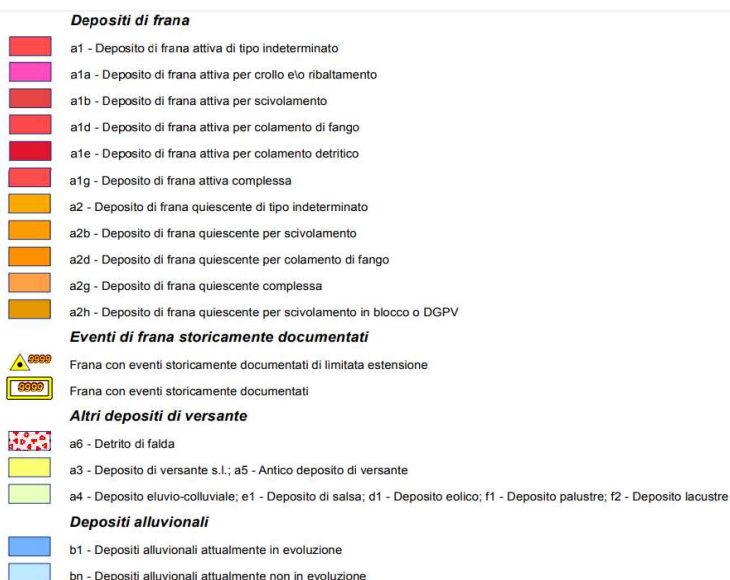
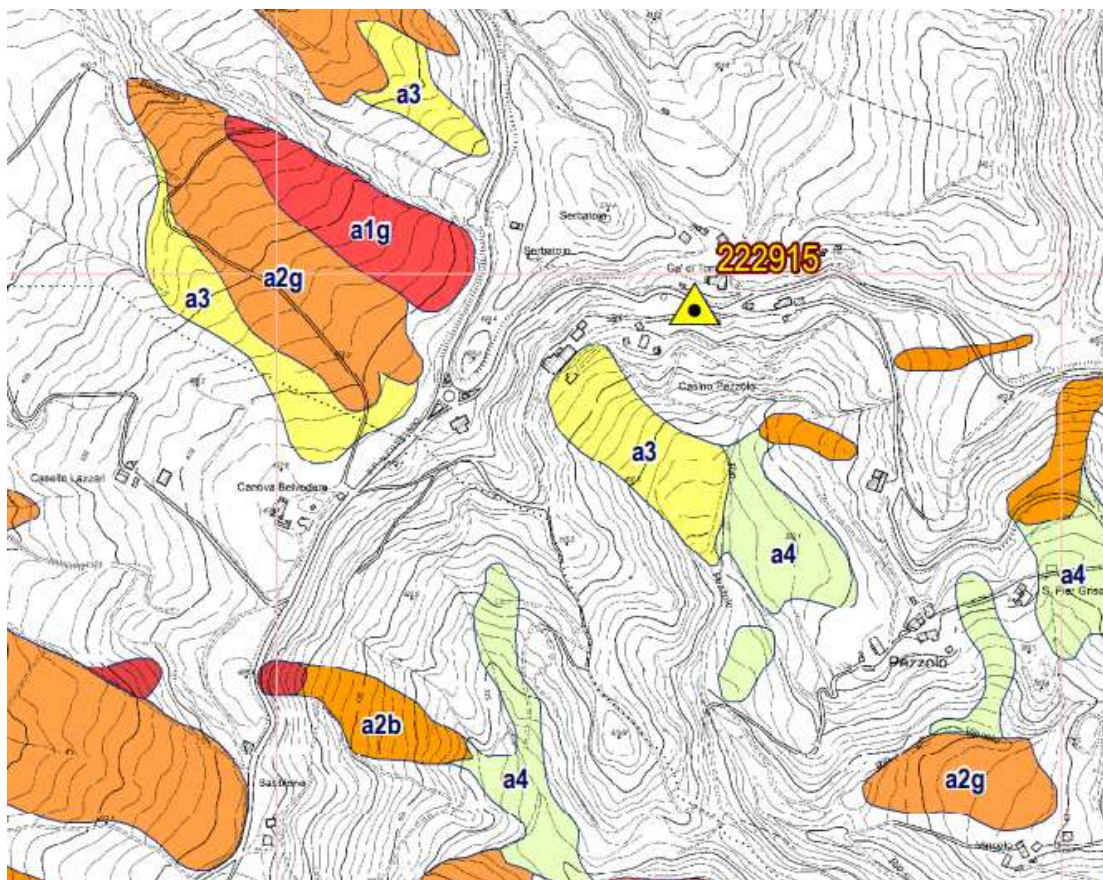


Figura 7: ubicazione dell'area di studio su stralcio della Carta dell'inventario del Dissesto alla scala 1:10000 pubblicata nel 2018 dalla RER

## 12 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI RIFERIMENTO

Di seguito si elencano gli strumenti di pianificazione ordinata e sovraordinata mediante i quali è stata effettuata la ricognizione dei vincoli.

### 12.1 Livello Nazionale

La ricognizione vincolistica ha considerato diverse banche dati nazionali, nelle quali sono censiti vincoli di diversa natura che comprendono sia gli aspetti idraulici (affrontati a scala di bacino) sia i beni paesaggistici, culturali e archeologici.

### 12.2 Livello Regionale

#### 12.2.1 Piano Territoriale Regionale (PTR)

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), ai sensi dell'articolo 23 della L.R. 20/2000 è lo strumento di programmazione con il quale la Regione definisce gli obiettivi per assicurare lo sviluppo e la coesione sociale, accrescere la competitività del sistema territoriale regionale, garantire la riproducibilità, la qualificazione e la valorizzazione delle risorse sociali ed ambientali.

#### 12.2.2 Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)

Il Piano territoriale paesistico regionale (PTPR) è parte tematica del Piano territoriale regionale (PTR) e si pone come riferimento centrale della pianificazione e della programmazione regionale, dettando regole e obiettivi per la conservazione dei paesaggi regionali. Il Piano paesistico regionale influenza le strategie e le azioni di trasformazione del territorio sia attraverso la definizione di un quadro normativo di riferimento per la pianificazione provinciale e comunale sia mediante singole azioni di tutela e di valorizzazione paesaggistico ambientale.

#### 12.2.3 Livello provinciale

Piano Territoriale Metropolitano (PTM)

Il Piano Territoriale Metropolitano (PTM) è il nuovo strumento di pianificazione territoriale generale della Città metropolitana che definisce le scelte per lo sviluppo sostenibile dell'intero territorio di competenza. L'obiettivo del PTM è garantire un territorio sostenibile e resiliente, attrattivo, in cui la tutela dell'ambiente e della salute, la bellezza dei luoghi urbani e naturali, l'equità territoriale, il lavoro e l'innovazione possono trovare una sintesi unitaria e propulsiva.

Dal 26 maggio 2021, data di entrata in vigore del PTM, è abrogato il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), ad eccezione dei contenuti normativi e cartografici del medesimo PTCP, che costituiscono pianificazione regionale e, in particolare, recepiscono i contenuti del Piano Territoriale Paesistico Regionale – PTPR - e del Piano di Tutela delle Acque – PTA. A

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 17 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

tal fine, sono allegati al PTM gli Allegati A e B che ne formano parte integrante e sostanziale.

#### 12.2.4 Livello comunale e sovracomunale

Piano Urbanistico Generale (PSC-RUE)

Il Piano Strutturale Comunale (PSC) e il Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) del comune di Casalfiumanese

Piano Urbanistico Generale (PUG)

Il comune di Castel del Rio fa parte delle Giunte dei dieci Comuni del Nuovo Circondario Imolese.

### 13 RICOGNIZIONE VINCOLISTICA

Nel presente capitolo sono riassunti i vincoli presenti nell'area di studio, con gli estratti cartografici ed i riferimenti agli specifici piani territoriali.

Si evidenzia che i vincoli del PUG comprendono anche quelli del PSC vigente ma, a differenza di quest'ultimo, comprendono diversi aggiornamenti legati sia al PTM che al PGRA.

Di seguito i riferimenti da cui sono state estratte le informazioni dei piani territoriali:

Piano Territoriale Regionale (PTR) Regione Emilia-Romagna

<https://territorio.regione.emilia-romagna.it/programmazione-territoriale/ptr-piano-territoriale-regionale>

Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) Regione Emilia-Romagna

<https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/ptpr>

Piano Territoriale Metropolitano (PTM) Città Metropolitana di Bologna

[https://www.ptmbologna.it/ptm\\_approvato](https://www.ptmbologna.it/ptm_approvato)

Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) del comune di Castel del Rio

<https://www.nuovocircondarioimolese.it/psc-rue/enti/casalfiumanese>

Piano Strutturale Comunale (PSC) del comune Casalfiumanese

<https://www.nuovocircondarioimolese.it/psc-rue/enti/casalfiumanese>

- Piano Urbanistico Generale (PUG) del comune di Casalfiumanese

<https://www.nuovocircondarioimolese.it/pug>



## 14 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda tutti i tre settori stradali con relativi territori a monte e valle, vige il vincolo idrogeologico. Gli stralci di mappa posti in "Appendice A" riportano le posizioni delle aree di intervento sovrapposte alle mappe dei vincoli idrogeologici.

### *Progressiva km 0+00-km 0+500*

La figura 1 riporta l'intervento previsto per il consolidamento della scarpata di valle del tratto stradale compreso tra la progressiva km 0+00 e la progressiva km 0+500. In questo tratto oltre al consolidamento della scarpata con sistemi di chiodature e coperture della scarpata con geo-compositi e reti metalliche, alla base della scarpata stessa è prevista la realizzazione di un'opera di sostegno costituita da una gabbionata che si sviluppa per circa 100m.

Il consolidamento del tratto stradale avviene con l'introduzione di un'opera di semento armato costituita da una soletta collegata al sottosuolo con micropali: è l'opera che consenti di recuperare il tratto di strada crollato con la coltre superficiale vegetata con piante autoctone del versante di valle.

Dal punto di vista idraulico gli interventi sono finalizzati anche alla corretta regimazione idraulica che tenga conto delle nuove condizioni climatiche che generano alluvioni con importanti quantità di acqua che si riversa sul territorio in tempi rapidi. Gli elaborati del progetto esecutivo mostrano in dettaglio gli interventi con essi le regimazioni idrauliche lungo la strada e nelle aree di scarpata.

La figura 3 posta in calce alle note di relazione mostra lo schema della regimazione idraulica che si determina con gli interventi di consolidamento delle scarpate e con la ricostruzione del tratto stradale franato.

Le cause principali del crollo della strada e della frana lungo il versante sono state il dilavamento della scarpata di valle nonostante la presenza di vegetazione per l'enorme quantità di acqua riversata sul territorio, la saturazione della coltre superficiale con perdita di resistenza a taglio e relativo appesantimento. Gli interventi sono finalizzati al consolidamento meccanico del sistema, alla migliore regimazione idraulica anche in condizioni di alluvioni, con controllo dell'acqua di piattaforma stradale, con protezione della scarpata di valle da dilavamento e ruscellamento oltre alla formazione di un piede assistito con gabbionata e raccolta di acqua proveniente dalla scarpata. Allo schema posto in figura 3 si devono allegare i seguenti elaborati per l'acquisizione di un quadro completo degli interventi e degli obiettivi attesi.

Si rimanda, per analisi degli interventi, alla presa visione di tutti gli elaborati del progetto esecutivo ed in particolare:

R02 Relazione Generale

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 19 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

R03 Relazione sulle indagini e stato dei luoghi

R22 Relazione Geologica per richiesta svincolo idrogeologico

D03 Sdp Planimetria Generale

D04 SdP Profili

D05 SdP Sez.1-9

D06 SdP Sez. 10-13

D07 SdP Sez 14-17

D08 SdP Sez 18-21

D09 SdP Sez 22-25

D10 SdP Sez 26-29

D11 SdP Sez 30-33

D12 SdP Sez 34

D13 SdP Sez tipo 1-2

D14 SdP Sez tipo 2-2

D15 SdP Muri-carp-arm

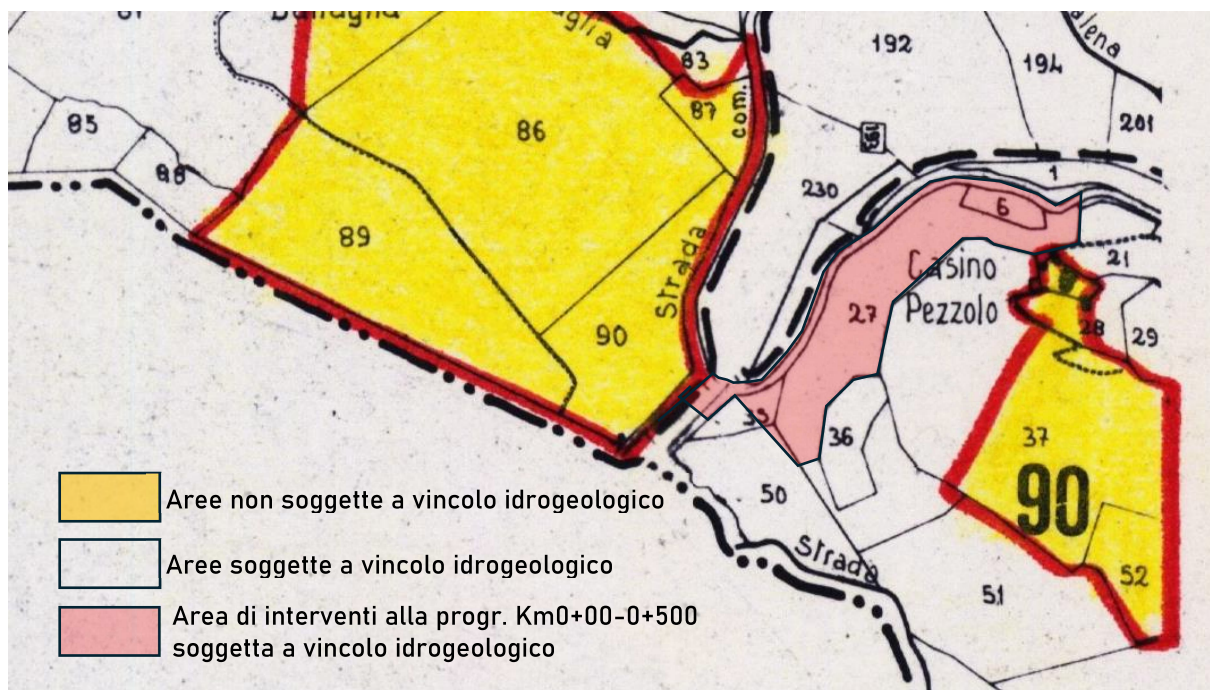


Figura 8: Stralcio di mappa aree soggette a vincolo idrogeologico: Foglio D quadro M.-Comune di Casalfiumanese-Tav.\_A.jpg-

|                            |       |            |            |            |              |               |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|---------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | Pag. 20 di 48 |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |               |

#### 14.1.1 Progressive km 1+800, 2+750

Entrambi i tratti stradali si trovano in aree soggette a vincolo idrogeologico: ved. fig.9

Il tratto stradale che si trova alla progressiva km 1+700 non è stato interessato da fenomeni di dissesto. Si è verificata unicamente una erosione di una modesta porzione della scarpata di monte, dove si trova una emergenza della formazione geologica marnoso arenacea con fratture superficiali che danno luogo a frammenti che con la sottile coltre superficiale scorrono lungo la superficie della scarpata.

L'intervento previsto non peggiora assolutamente l'attuale assetto idrologico: si tratta dell'inserimento nella zona interessata della scarpata di monte, di un geocomposito con soprastante rete metallica, entrambe ancorate alla parete. Questo intervento riduce l'effetto della pioggia e del sole verso la parete trattata con la copertura, evitando il ruscellamento e riducendo l'effetto dell'irraggiamento solare nonché dell'effetto della riduzione di temperatura nei periodi invernali.

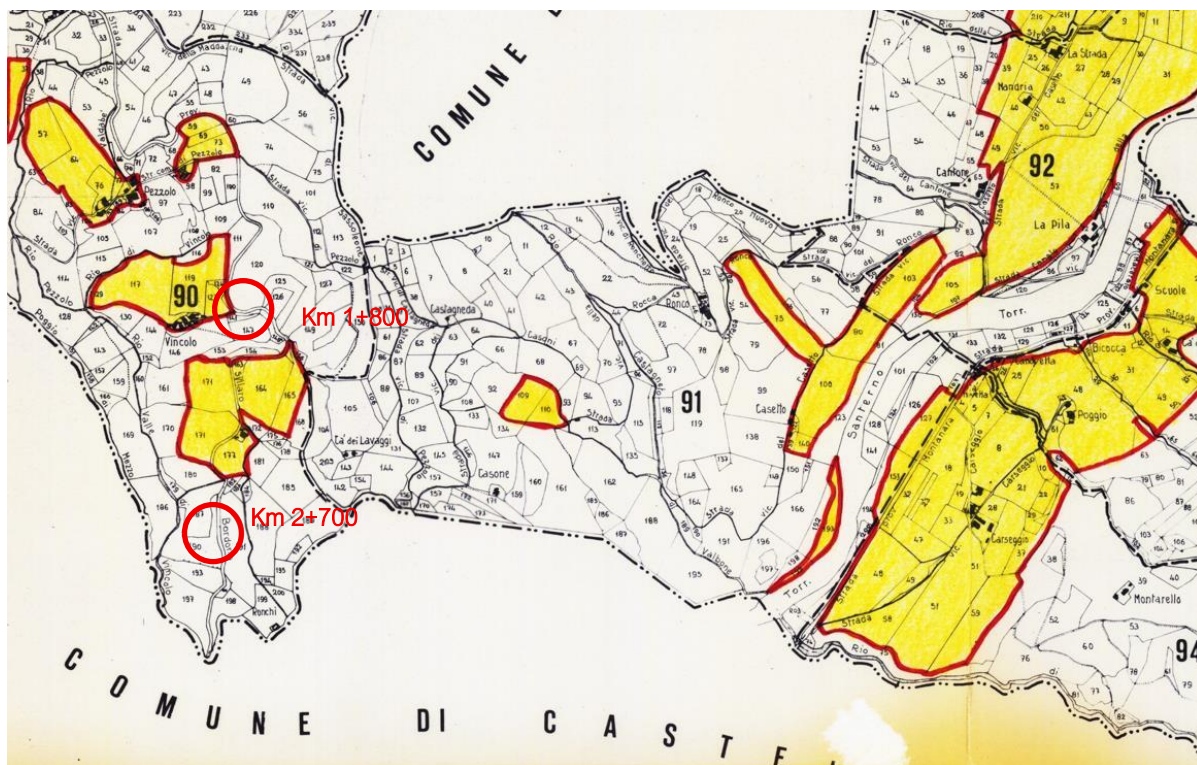


Figura 9: Stralcio di mappa aree con vincolo idrogeologico Foglio L, -settore M: Comune di Casalfiumanese

Per quanto riguarda il tratto stradale al km 2+750, gli eventi alluvionali del 2023 hanno causato la perdita della striscia di valle della strada per una lunghezza di circa 60,0m e larghezza di circa 4,0m. L'evento franoso ha interessato la fascia stradale ed una porzione del terreno immediatamente a valle della strada: si è trattato di una frana, ancorché localizzata in una porzione relativamente ristretta, con cinematisimo di rototraslazione.

Per il recupero della fascia stradale è stato previsto un intervento costituito dalla costruzione di un'opera di sostegno in gabbioni, alla base della zona in frana, e dalla realizzazione di un



rilevato in terra rinforzata dalla sommità della gabbionata fino alla quota di imposta del pacchetto strutturale del tratto di strada recuperata (fig. 2.1.2.2.).

## 15 VINCOLO AMBITI AGRICOLI DI RILIEVO PAESAGGISTICO (ART. 5.6.8)

Sono individuati nella tav. 1 ai sensi dell'art. A-18 della LR 20/2000, gli "Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico" quali parti del territorio rurale particolarmente caratterizzate dall'integrazione del sistema ambientale e del relativo patrimonio naturale con l'azione dell'uomo volta alla coltivazione e trasformazione del suolo (art. 11.8 PTCP).

Per tali ambiti il PSC promuove la multifunzionalità delle imprese agricole, la riconversione delle attività in contrasto con la tutela delle aree di pregio paesaggistico e l'incentivazione delle pratiche di recupero del patrimonio edilizio di interesse storico/architettonico e culturale.

Il RUE ne disciplina l'uso e la trasformazione perseguendo la salvaguardia delle attività agro-silvo-pastorali ambientalmente sostenibili e dei valori antropologici, storici architettonici presenti nel territorio nonché lo sviluppo di attività ricreative, per il tempo libero e l'agriturismo.

### 15.1.1 Interventi di ripristino definitivo della strada e delle scarpate di valle di monte

I tratti stradali oggetto di interventi sono compresi nella mappa relativa a tali ambiti. Gli interventi previsti in tutte le aree interessate dalle frane non alterano gli assetti ambientali, paesaggistici del territorio.

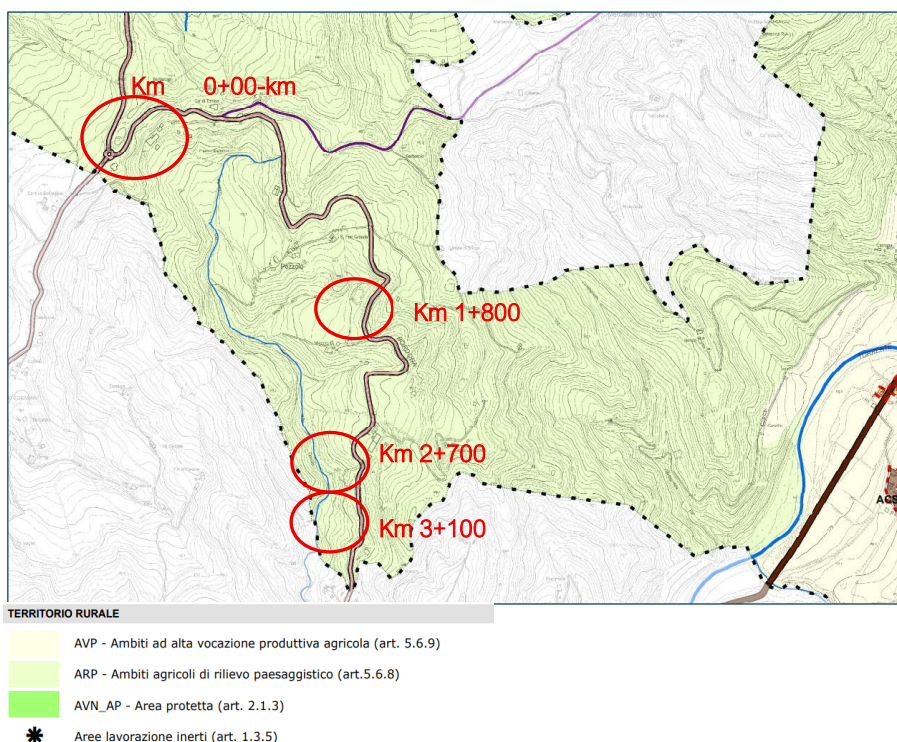


Figura 10: ARP Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico

|                            |       |            |            |            |              |               |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|---------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | Pag. 22 di 48 |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |               |



Non sono previste variazioni di destinazione d'uso, non sono previste modifiche agli assetti boschivi e all'uso del territorio per fini agricoli consentiti.

Gli eventi del 2023 hanno dissestato ed alterato localmente il territorio coinvolgendo tratti stradali con colare e frane di scorrimento che in alcuni casi, come per il tratto compreso tra la progressiva km 0+00 e km 0+500, hanno inciso le scarpate di valle trasportando al piede le coltri superficiali con le piante, gli alberi e con i tratti stradali alla sommità delle scarpate medesime.

Tutti gli interventi che sono progettati per i tre settori indicati in mappa sono finalizzati a ricomporre le condizioni precedenti l'alluvione del 2023 mantenendo invariato il territorio naturale, e incrementandone le caratteristiche di resistenza con una migliore regimazione idraulica e con inserimenti di tecniche di consolidamento delle scarpate.

## 16 VINCOLO DI SISTEMA FORESTALE E BOSCHIVO (ART.2.1.3)

ART. 7.2 del PTCP, Delibera della Giunta Regionale 549/2012, Delibera del Consiglio Regionale n.2354/1995 e s.m., DLgs. 227/2001, PTPR art. 10.

### PRESCRIZIONI

Nel sistema forestale e boschivo sono ammessi:

interventi sugli edifici esistenti previsti dal RUE per il territorio rurale ad esclusione degli interventi di NC in ampliamento e DR;

gli usi previsti dal RUE per il territorio rurale ad esclusione degli allevamenti intensivi.

Strade, piste e relativi spazi di sosta devono essere realizzati con pavimentazione permeabile.

Per le infrastrutture e impianti di pubblica utilità si veda il riferimento normativo.

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 23 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

- ♦ All'esterno del TU sono vietate le installazioni pubblicitarie ai sensi dell'art. 7.8 PTCP.

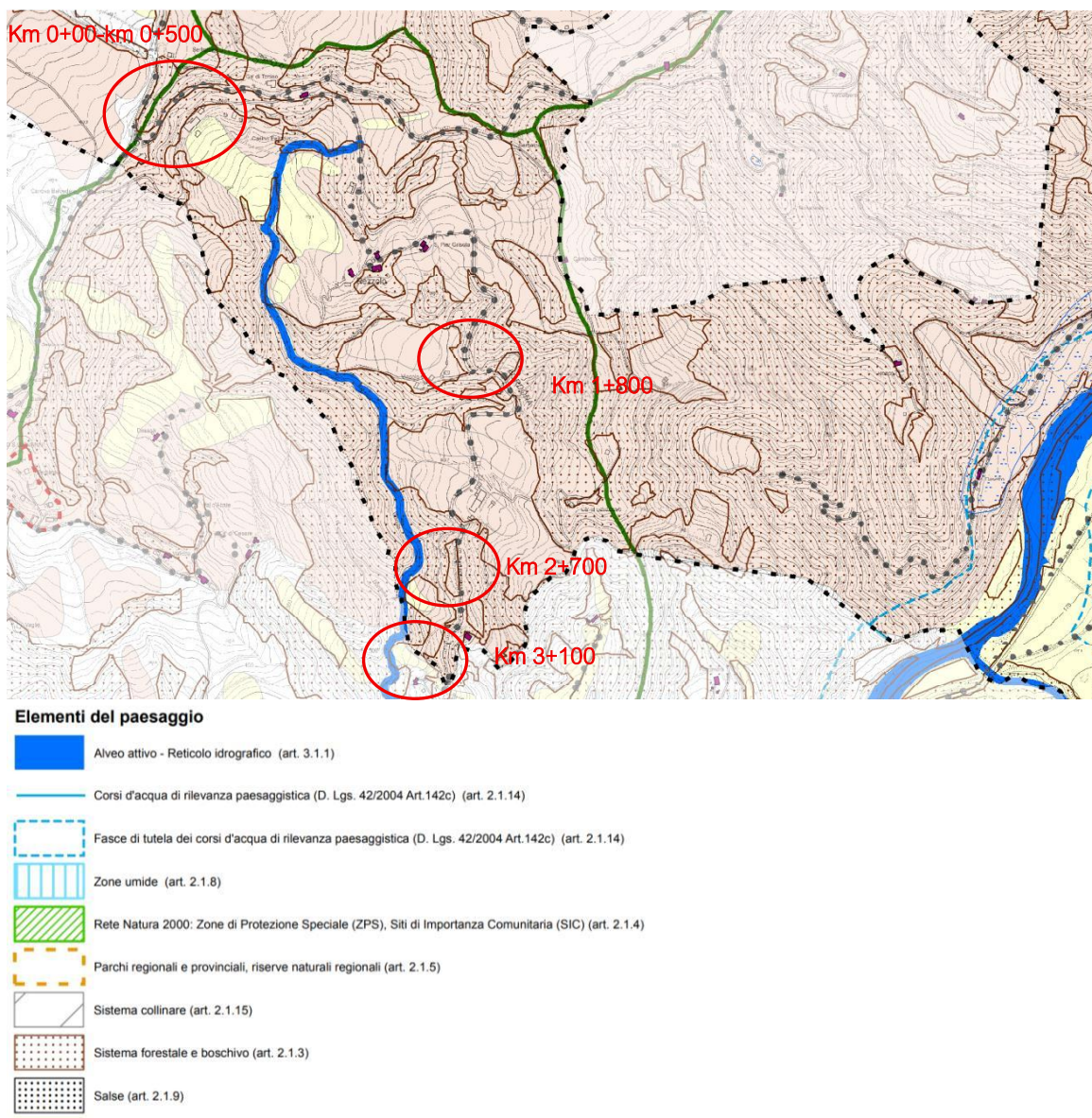


Figura11: Mappa vincolo sistema forestale e boschivo

#### 16.1.1 Interventi di ripristino definitivo della strada e delle scarpate di valle di monte

I tratti stradali oggetto di interventi sono compresi nella mappa relativa a tali ambiti (fig.4). Gli interventi previsti in tutte le aree interessate dalle frane non alterano gli assetti ambientali, paesaggistici del territorio.

Non sono previste variazioni di destinazione d'uso, non sono previste modifiche agli assetti boschivi e all'uso del territorio per fini agricoli consentiti.

Gli eventi del 2023 hanno dissestato ed alterato localmente il territorio coinvolgendo tratti stradali con colare e frane di scorrimento che in alcuni casi, come per il tratto compreso tra la progressiva km 0+00 e km 0+500, hanno inciso le scarpate di valle trasportando al piede le

coltri superficiali con le piante, gli alberi e con i tratti stradali alla sommità delle scarpate medesime.

Tutti gli interventi che sono progettati per i tre settori indicati in mappa sono finalizzati a ricomporre le condizioni precedenti l'alluvione del 2023 mantenendo invariato il territorio naturale, e incrementandone le caratteristiche di resistenza con una migliore regimazione idraulica e con inserimenti di tecniche di consolidamento delle scarpate.

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 25 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |



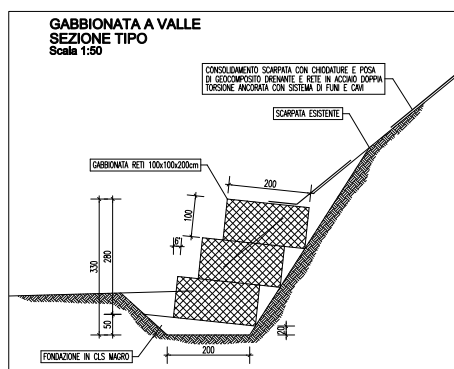
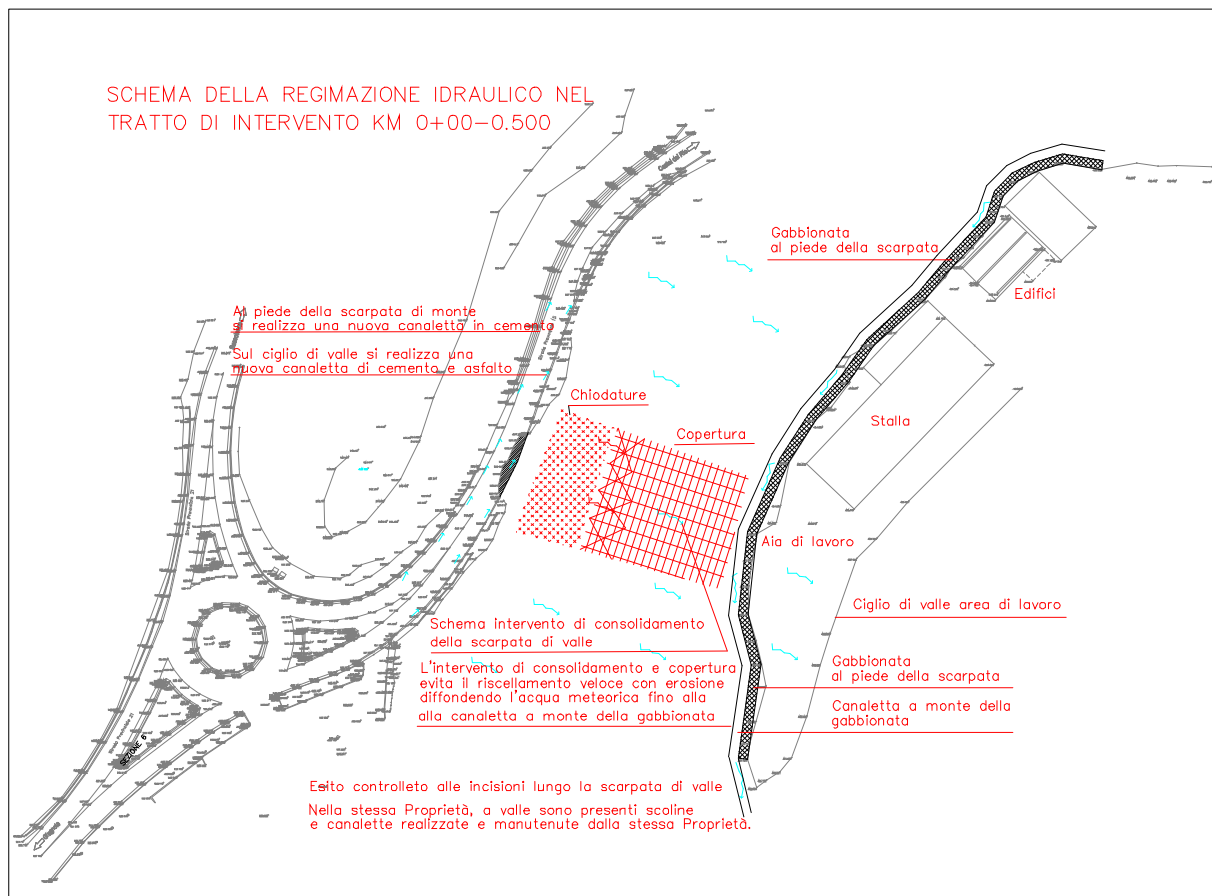


Figura 12: Schema del progetto di regimazione idraulica nell'ambito del progetto di ricostruzione del tratto stradale franto e del consolidamento delle scarpate di monte e di valle

Figura 13

## 17 INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DEI TRATTI STRADALI FRANATI

### 17.1 Generalità

I tratti stradali interessati dalle frane presentano le stesse condizioni di dissesto e disservizio: si tratta della perdita di tratti della corsia Sud, verso Castel del Rio, della strada provinciale.

La strada, per buona parte è a mezza costa: parete subverticale a monte (corsia est) e scarpata più o meno ripida e alta, a valle (corsia ovest). I tratti in frana sono compresi tra la progressiva km 0+00 e la progressiva km 0+300 e in un tratto di 60m in corrispondenza del km 2+700: la tipologia di frana è la stessa, cambia la dimensione della scarpata, molto alte per le prime, più ridotta e dolce per la frana al km 2+700.

### 17.2 Interventi di ripristino nel tratto dalla progr. Km 0+00 e progr. km 0+300

#### 17.2.1 Generalità

In questo tratto stradale si sono manifestate quattro frane che hanno interessato le scarpate di valle, la cui altezza è variabile intorno al valore medio di 30m, su una lunghezza in pianta di 45m circa: la pendenza della scarpata è dell'ordine del 60%. Sul lato a monte della corsia ancora disponibile della strada è presente una scarpata vegetata, sub verticale, che con il proprio piede definisce il limite della corsia. Ci si trova di fronte ad una situazione molto critica, in cui il tratto stradale interessato dai crolli è stato ridotto ad una larghezza utile di 2,5m rispetto ai 5,0m originari e il traffico deve necessariamente essere alternato per l'intero tratto, e semaforizzato: questa condizione è quella che fu realizzata in fase di emergenza subito dopo l'alluvione. Una ulteriore criticità è rappresentata dalla stabilità delle scarpate di valle, ancora esposte a possibili ulteriori crolli, erosioni, con richiamo della parte di piattaforma stradale ancora utile.

Per risolvere le condizioni di dissesto occorre operare a monte della strada, a valle della strada e nella strada stessa: l'obiettivo è quello di ripristinare la piattaforma stradale assegnandole una struttura stabile e capace di affrontare anche eventi come quello che ha portato al crollo nei tratti indicati.

#### 17.2.2 Intervento a monte della corsia Nord della strada

A monte della corsia Nord della strada sono stati realizzati durante le fasi di urgenza, degli allargamenti temporanei di dimensioni variabili in funzione delle dimensioni necessarie per recuperare fasce di piattaforma. Gli allargamenti richiedono necessariamente il taglio della vegetazione che copre la scarpata e la successiva riprofilatura della stessa scarpata, stabilendo il nuovo piede della scarpata con la costruzione di un'opera di sostegno alla base. L'allargamento

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 28 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |



a monte è possibile, in alcuni tratti, per una larghezza di 1,00m-1,5m; per altri tratti l'allargamento non può superare il metro di larghezza.

### 17.2.3 Interventi sulle scarpate di valle erose dall'alluvione

Come descritto nei punti precedenti, le scarpate sono molto alte e ripide. Le frane hanno denudato le superfici delle scarpate dalla vegetazione che, nelle parti adiacenti, è ancora ben evidente e rigogliosa anche se mostra segni di trazione verso valle.

L'altezza e la pendenza delle scarpate non consentono di recuperare la morfologia precedente all'alluvione con interventi di ricomposizione del terreno franato. Il crollo è avvenuto a partire dalla quota della strada ed è nella parte superiore delle scarpate che è necessario intervenire con la stabilizzazione della scarpata, riducendo gli interventi nelle parti centrali delle scarpate per completarne il consolidamento al piede, con un'opera di sostegno.

L'intervento in scarpata consiste nella chiodatura con inclusioni metalliche disposte ad interasse variabile in funzione della morfologia superficiale raggiunta con il dissesto. Si tratta di chiodi metallici realizzati con barre di acciaio autoperforanti che raggiungono la lunghezza massima di 8,0m e sono iniettate con malta di cemento. L'intervento è realizzato dalla quota sommitale della scarpata fino a 10,0m dal ciglio superiore che coincide con il ciglio della parte di strada non crollata. Questa operazione è necessaria per stabilizzare la scarpata soprattutto nella fascia superiore dove, con il terzo intervento si opera realizzando un sistema di micropali. Ulteriori chiodature sono previste dalla quota raggiunta con la prima fase di altezza 10m fino alla quota di 25m circa, con interassi e lunghezze diverse da quelle previste per la fascia superiore. I chiodi inseriti nell'ammasso di cui le scarpate sono la parte in affioramento, mantengono una lunghezza di circa 0,30m all'esterno della superficie della scarpata per consentire il collegamento dello strato di copertura previsto, alla parte stabile del sistema.

Il manto di copertura della scarpata denudata dalla frana è costituito da un telo geosintetico permeabile sottoposto a teli di rete metallica con orditura esagonale, a sua volta ancorata con cavi e chiodi di acciaio all'ammasso stabile.

Una volta realizzata la copertura della scarpata con i materiali indicati in precedenza, si procede all'idrosemia, anche essa fondamentale per la protezione della scarpata.

L'opera di sostegno al piede delle scarpate è realizzata con gabbioni metallici.

Essi hanno lo scopo di mantenere confinato il piede della scarpata mantenendo la permeabilità e consentendo anche modesti spostamenti. Sarà un'opera di altezza 2,0- 2,5m, di lunghezza 200m. Al piede anteriore della gabbionata è prevista una canaletta in terra per la raccolta e la regimazione dell'acqua meteorica.

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 29 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

## 17.2.4 Interventi sulla piattaforma stradale

Un aspetto importante ed anche critico nella realizzazione degli interventi di consolidamento e ripristino stradale consiste nella necessità di mantenere in esercizio il traffico veicolare per tutta la durata del cantiere: per questo gli interventi in piattaforma saranno realizzati dopo i lavori di consolidamento della scarpata e la realizzazione della serie di micropali che dovranno essere realizzati per stabilizzare la scarpata e per collegare la piattaforma al sottosuolo.

Solo dopo la formazione della piattaforma in c.a. nei tratti dove la riduzione della strada si è estesa oltre la mezzeria verso monte, si potrà procedere agli interventi di allargamento verso monte e al completamento dei lavori di costruzione della strada sulle piattaforme realizzate e collegate al sottosuolo con i micropali di fondazione.

Al termine di lavori la pavimentazione sarà completamente ricostruita con le pendenze longitudinali e trasversali stabilite per la regimazione idraulica e saranno installate le barriere di sicurezza unitamente alla segnaletica verticale e orizzontale.

## 17.3 Interventi di ripristino nel tratto corrispondente alla progr. Km 2+700

### 17.3.1 Generalità

Il tipo di dissesto che si è manifestato al km 2+700 e del tutto simile a quelli avvenuti alle progressive da km 0+00 e km 0+300, ma con dimensioni decisamente ridotte. La strada è stata coinvolta in una frana avvenuta con un cinematismo riconducibile alla tipologia di scorrimento rotazionale. La corsia Sud della strada, verso Castel del Rio, è stata coinvolta per una lunghezza di circa 60m e per una larghezza di circa 2,50m; con essa è stata distrutta la barriera di sicurezza. In fase transitoria per consentire il passaggio veicolare è stato organizzato un transito su unica corsia semaforizzato.

### 17.3.2 Interventi di ripristino della strada

La scarpata di valle della strada, quella che ha subito il dissesto, ha un andamento relativamente ameno ed una dimensione decisamente inferiore alle scarpate della parte iniziale della strada. Il terreno coinvolto è costituito da terre limo argillose, argille sabbiose derivanti dalle alterazioni del sistema manoso arenaceo che è in affioramento in corrispondenza del ciglio della corsia nord, verso l'incrocio con la SP21.

L'intervento che si prevede consiste nella formazione di un'opera di sostegno a valle della strada e un rilevato in terra rinforzata fino alla quota di imposta della pavimentazione della parte di strada ricostruita. Si tratta di un'opera di sostegno costituita da gabbioni impostati su una platea di fondazione in cemento armato direttamente collegata al terreno, posta a valle del ciglio stradale da recuperare.

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 30 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

Sopra alla gabbionata si realizza un rilevato in terra rinforzata, utilizzando il terreno franato, disposto per strati di 40cm intervallati con geosintetico "strutturale" fino al raggiungimento della quota di imposta della struttura della pavimentazione.

I lavori di ricostruzione della strada si completano con la realizzazione della pavimentazione stradale, la segnaletica e la nuova barriera di sicurezza. Sul lato a monte l'intervento consiste nella posa in opera di un geosintetico antierosione con sovrapposizione di una rete a trama esagonale ancorata all'ammasso con cavi e chiodi di acciaio.

#### 17.4 Interventi di ripristino nel tratto corrispondente alla progr. Km 1+800

Al km 1+800 il movimento franoso consiste in una colata della coltre superficiale della scarpata. La coltre superficiale della scarpata costituita da terre con apparati radicali, vegetazione spontanea, per uno spessore variabile da 0,50m fino a 1,50m, per una altezza che non raggiunge la quota della vetta della scarpata ma si eleva per circa 6-7m dal piano stradale.

Il materiale che si è accumulato alla base della scarpata è stato, in parte, tolto dalla strada.

Trattandosi di una porzione di scarpata che può mantenere nel tempo una propensione al dissesto in caso di forti piogge, è necessario predisporre e fare realizzare un intervento di presidio lungo la scarpata.

Si interviene, quindi, con la realizzazione di una protezione del fronte della scarpata con teli di geocomposito e rete di ancoraggio chiodata all'ammasso.

L'immagine a fianco è uno schema del sistema di protezione previsto.



Figura 14. Schema della copertura della scarpata

#### 17.5 Interventi al km 3+100

Gli interventi di ripristino definitivo della strada consistono nel consolidamento della parte superiore della scarpata con chiodatura, nella realizzazione di una mensola in cemento armato con fondazioni costituite da micropali e la ricostruzione della piattaforma stradale. L'intervento è simile, come tipologia, all'intervento previsto per il tratto dalla progr.km0+00 in avanti.

## 18 CRITERI DI CALCOLO PER GLI INTERVENTI DA KM 0+00 A KM 0+300

### 18.1 Generalità

Si descrivono, in questo paragrafo, i criteri di calcolo assunti per il dimensionamento e le verifiche degli interventi previsti per la stabilizzazione delle scarpate a monte e valle della strada e per il ripristino della struttura stradale colpiti dalle frane che ne hanno determinato il dissesto. Nella Relazione Tecnica allegata al progetto esecutivo di cui è parte la presente relazione sono riportate le analisi e le verifiche condotte e sinteticamente illustrate nella presente relazione. Alla alluvione del maggio 2023 ne sono seguite altre della stessa portata e violenza; questo fa riflettere sulla reale possibilità che il cambiamento del clima ci porti oramai a dovere affrontare eventi meteo di forte intensità, concentrati in pochi giorni, con impatti di straordinaria importanza sul territorio. Il progetto degli interventi di ripristino e di nuove opere, in genere, deve considerare gli eventi meteo che si valutavano anni fa come straordinari, come eventi di ordinaria manifestazione per il futuro immediato e a lungo termine.

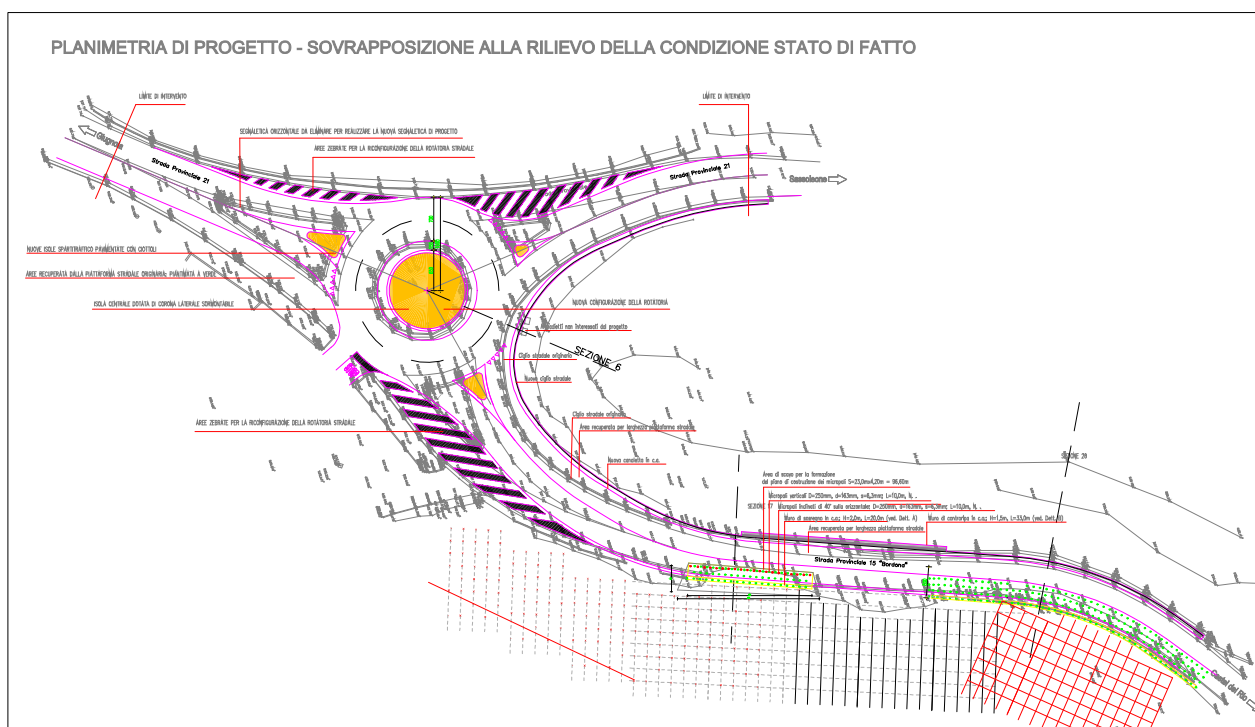


Figura 15: planimetria di progetto sovrapposta al rilievo topografico della strada dal km 0+00 al km 0+300, dopo l'evento franoso.



## 18.2 Ripristino del tratto stradale dalla progr.km0.00 alla progr.km0+300

È questo un tratto relativamente critico: a valle della strada, è presente una scarpata molto ripida e profonda, a monte è presente un ammasso roccioso, strutturato, coperto da vegetazione spontanea. Questa condizione riguarda il primo tratto della SP15 per una lunghezza anche superiore alla progr. Km0+300 dove terminano le frane di erosione che hanno distrutto la corsia Sud della strada. Simile alle condizioni che hanno portato alle frane è anche la condizione dei tratti interconnessi tra le fasce localizzate, dissestate. Gli interventi progettati e di cui si illustrano i criteri di calcolo, sono finalizzati a ripristinare la strada incrementandone sensibilmente la sicurezza in termini di stabilità locale e generale.

Come già descritto nei capitoli precedenti, gli interventi di consolidamento riguardano:

- ♦ la scarpata a valle della strada;
- ♦ la scarpata a monte della strada;
- ♦ la struttura stradale stessa.

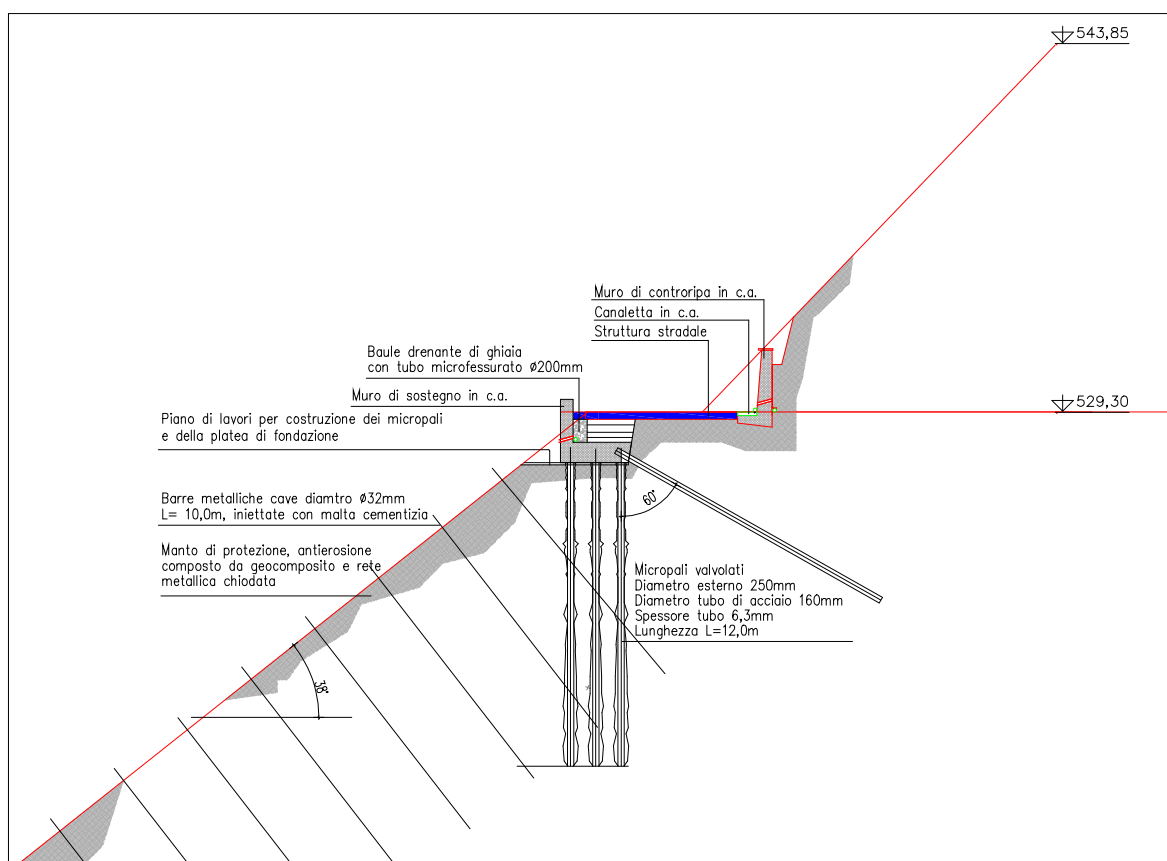


Figura 16: Sezione tipo di progetto.

### 18.2.1 Stabilizzazione delle scarpate a valle della strada

Le frane che si sono manifestate hanno riguardato la coltre superficiale dell'ammasso roccioso sottostante. La pioggia ha appesantito la coltre e ne ha aumentato la pressione interstiziale, privandola della necessaria resistenza a taglio per mantenere le originarie condizioni di equilibrio. Le coltri sono scivolate alla base delle scarpate trascinando alberi e piante e una ampia porzione della corsia Sud della strada.

Si tratta ora di recuperare la piattaforma stradale e per questo occorre anche recuperare "confidenza" sulla stabilità della scarpata di valle.

Il criterio che è stato adottato consiste nella valutazione della stabilità del sistema nelle attuali condizioni determinate dalle frane per studiare il sistema di consolidamento della scarpata. Si è quindi proceduto alla back analysis del sistema alla ricerca dei parametri geotecnici operativi in condizioni limiti a rottura; successivamente è stata di nuovo condotta analisi di stabilità con inserimento nell'ammasso di elementi di acciaio per definirne il numero sufficiente per il raggiungimento delle condizioni di stabilità previste dalla vigente normativa. Definito il numero e le caratteristiche delle inclusioni di acciaio, è stato studiato il sistema di protezione superficiale della scarpata: intervento necessario a ridurre l'erosione provocata dagli agenti esogeni (pioggia, neve, ghiaccio, vento, sole). Alla base della scarpata è prevista un'opera di sostegno costituita da una gabbionata di lunghezza 200m per una altezza di 3m.

La "Relazione di calcolo e verifiche di stabilità" (THS2024005-V02 – R06) allegata al progetto, illustra i calcoli condotti per la definizione del tipo e delle dimensioni delle chiodature con le barre di acciaio iniettate con malta di cemento. Gli elaborati grafici allegati al progetto mostrano gli interventi di consolidamento e i sistemi di protezione antierosioni delle scarpate di valle.

### 18.2.2 Stabilizzazione della scarpata a monte della strada

A monte della strada, per il tratto di interesse, si trova in affioramento la formazione marnosa arenacea. Non sono state rilevate frane, spostamenti, della parte soprastante la strada. La pendenza del fronte di scarpata è simile a quello delle scarpate di valle.

L'interesse per la stabilità della scarpata di monte deriva dalla necessità di incidere la base della scarpata per spostare sensibilmente a monte la piattaforma stradale, ponendola in una posizione più stabile. Data la pendenza della scarpata, l'arretramento verso monte della piattaforma stradale è di circa 1,7m: questo spostamento impone la realizzazione di un'opera di controripa in cemento armato, necessaria per la sostituzione dell'unghia di roccia asportata.

Le caratteristiche strutturali le relative verifiche sono riportate nella citata Relazione di Calcolo e Verifiche di Stabilità.

### 18.2.3 Struttura stradale

Il progetto di ricomposizione della struttura stradale prevede, nell'ordine:

- ♦ Realizzazione di una piattaforma in cima alla scarpata di valle, dalla quale realizzate micropali verticali e sub-orizzontali di fondazione.
- ♦ Costruzione dei micropali che collegano al sottosuolo la piastra che costituisce la fondazione del muro di sostegno;
- ♦ Costruzione della platea di fondazione in cemento armato;
- ♦ Costruzione del muro verticale in cemento armato
- ♦ Costruzione del riempimento tra la parete verticale e la strada:
- ♦ Costruzione della massicciata stradale e della pavimentazione.

Questa operazione di ricostruzione della struttura stradale è consentita dopo la conclusione degli altri interventi: l'allargamento a monte nei tratti necessari; il consolidamento con chiodatura della scarpata di valle; la protezione della scarpata di valle con geocompositi e rete installata con funi di acciaio e chiodi.

Il progetto prevede, nell'ordine, il calcolo della portanza di ciascun micropalo e della palificata, utilizzando il metodo "Bustamante Doix"; successivamente prevede il calcolo del muro in c.a. compresa la platea di fondazione. con il metodo Mohr-Coulomb; da ultimo prevede le verifiche di stabilità globali secondo le prescrizioni della vigente normativa italiana.

Le verifiche di stabilità sono condotte con il programma di calcolo SLOPE/W. Il progetto strutturale con le relative verifiche sono poste nella relazione di calcolo già citata "Relazione di Calcolo e verifiche di Stabilità" allegata al progetto (Elaborato THS2024005-V02 – R06).

## 19 CRITERI DI CALCOLO PER GLI INTERVENTI AL KM 2+700

La frana occorsa al km 2+700 ha riguardato un tratto di 60m della corsia Sud verso Castel del rio, della SP 15 "Bordona". Anche in questo caso una ampia parte della corsia ha subito uno scorrimento rototraslativo che l'ha portata alcuni metri a valle compresa la pavimentazione, la barriera di sicurezza. La scarpata di valle della strada è molto meno acclive del caso trattato dal km 0+00 al km 0+300 e questo consente di trattare il problema, anche per le ridotte dimensioni, con tecniche più semplici.

L'intervento consiste nelle seguenti attività e fasi operative:

Il primo intervento consiste nella asportazione del guardrail franato con la strada e con le rimodellazione del versante distribuendo il terreno del corpo di frana lungo il versante. Successivamente si procede alla realizzazione del piano di appoggio dell'opera di sostegno, individuando la quota alla quale si trova un terreno stabile. Si realizza la fondazione (1) in cemento

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 35 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

armato, per poi posizionare e realizzare il primo elemento di gabbione di dimensioni 2,0mx1,0mx1,0m. Dalla sommità della prima fila di elementi esce verso monte una rete metallica dello stesso tipo del contenitore della ghiaia, per una lunghezza di 2,0m, appoggiata sul piano predisposto a monte della prima fila di gabbioni. A questo punto si stende il geotessuto tessuto, da 300g/mq, su tutto il piano mantenendo i lembi estremi più lunghi della dimensione del piano di appoggio del terreno. Si procede alla costruzione della seconda linea di gabbioni e quindi alla messa in opera e compattazione del terreno tratto dal corpo di frana. I lembi del geotessuto si risvoltano sopra lo strato. Si procede alla stesura del secondo strato di geotessuto e di terreno in sequenza fino alla terza linea di gabbioni. Si conclude il lavoro con la posa degli strati di terreno rinforzato fino alla quota di posa dello stabilizzato naturale che rappresenta la fondazione della struttura stradale. I

Il calcolo della struttura di sostegno è riportato nella Relazione di Calcolo e Verifiche di Stabilità allegata agli elaborati del progetto esecutivo di cui è parte la presente relazione.

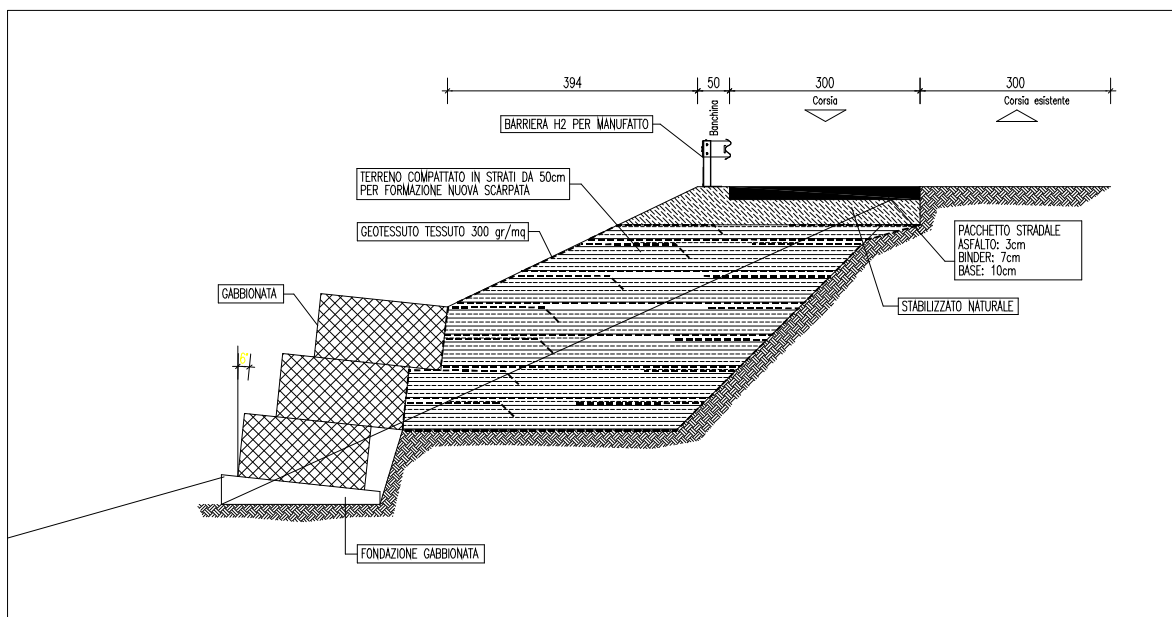


Figura 17: Sezione tipo di progetto per la ricostruzione della corsia sud della strada al km 2+700

## 20 CRITERI DI CALCOLO PER GLI INTERVENTI AL KM 1+800

L'intervento di protezione della scarpata a monte della strada non richiede calcoli particolari, specifici. Il geocomposito e la rete a maglia esagonale sono ancorati alla parete con chiodatura attrezzata in testa con piastre strutturali in modo da fungere come golfari per il passaggio delle funi di acciaio di diametro  $d=16\text{mm}$  disposte secondo un reticolo di  $3,0\text{m} \times 3,0\text{m}$ . Gli ancoraggi dei golfari sono costituiti da barre di acciaio inserite nel terreno per una lunghezza di 1,0m

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 36 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |



## 21 CRITERI DI CALCOLO PER L'INTERVENTO AL KM 3+100

Sono stati adottati gli stessi criteri adottati per gli interventi di consolidamento del tratto dalla progr. 0+00 in avanti.

## 22 INTERFERENZE

Nei due cantieri della SP15 non sono rilevate interferenze con linee aeree e sottoservizi.

## 23 ESPROPRI E INDENNIZZI

Per quanto riguarda le frane della SP15 sono previsti espropri unicamente per il tratto dal km 0+00 al km 0+300, per l'allargamento a monte della piattaforma stradale. La Relazione sugli espropri è allegata alla documentazione di progetto di cui è parte la presente relazione generale. E' previsto un esproprio in corrispondenza del km 2+700 dove si realizza la gabbionata di sostegno della corsia sud della strada.

## 24 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il progetto esecutivo di cui è parte la presente relazione contiene la Relazione delle Terre e Rocce da scavo. Nei due interventi di consolidamento è prevista una movimentazione del terreno abbastanza importante e questo aspetto è trattato nella rispettiva relazione. Per la frana al km 0+00 – km0+300 si tratta di scavare terreno a monte della piattaforma stradale per spostare l'asse della strada a monte, in posizione più stabile rispetto alle condizioni originarie. Nel caso della frana al km 2+700 si esegue un movimento terra nel corpo di frana per consentire la realizzazione della gabbionata di sostegno della corsia sud della piattaforma stradale: non si prevede di spostare terreno oltre il cantiere.

## 25 STRUTTURA DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Le dimensioni e le caratteristiche della struttura della pavimentazione stradale sono stabilite dai risultati dei calcoli condotti in relazione al tipo di terreno di fondazione, al tipo e intensità di

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 37 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

traffico, alla vita nominale stabilità per la strada. La strada è di tipo "C" ed ha un traffico pesante significativo ma non eccessivamente intenso. I terreni su cui la strada deve essere realizzata non hanno caratteristiche meccaniche elevate e, soprattutto, ricopre un ruolo fondamentale, per la stabilità, la presenza o meno di venute idriche importanti, l'incremento della pressione interstiziale nel terreno. Anche per questa opera si utilizzeranno materiali con una quota di riciclato che consentirà di far ritenere i materiali stessi, ottemperanti ai protocolli CAM.

## 26 ELEMENTI DI SICUREZZA STRADALE

Per quanto riguarda gli elementi di sicurezza, si tratta di barriere da installare sul muro di sostegno a valle del tratto stradale ricostruito dalla progressiva km 0+100 alla progressiva 0+300 e dalla progressiva km2+600 alla progressiva km2+750. Si tratta per entrambi i lavori, di barriere tipo H2.

Le soluzioni progettuali espone nei documenti di progetto sono dimensionate e verificate in relazione alle principali tipologie di barriere installabili secondo normativa presenti sul mercato. Dato che il progetto riguarda l'installazione di manufatti prefabbricati e che le caratteristiche dei supporti (arginelli, cordoli di opere d'arte, testa dei muri di sostegno) influenzano le modalità d'installazione dei manufatti stessi, non potendo prescrivere in progetto l'impiego di prodotti commerciali specifici, si è operato secondo i criteri di seguito precisati:

- ♦ Tutte le soluzioni previste in progetto sono state studiate in modo da essere adeguate alle caratteristiche di almeno due barriere installabili secondo normativa presenti sul mercato. Pertanto, si precisa che laddove i disegni e i dettagli costruttivi indicati nel progetto delle barriere fanno riferimento alle caratteristiche costruttive di specifici modelli di barriere, questi hanno un valore puramente indicativo, utile solo ad identificare la soluzione progettuale proposta. Di conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente installate. Le soluzioni tecniche dovranno però rispettare tutti i criteri progettuali e prestazionali prescritti nel presente progetto;
- ♦ Per consentire comunque, in fase costruttiva, l'utilizzo di qualsiasi tipo di barriera impiegabile al momento dell'appalto, negli elaborati che costituiscono il progetto sono stati definiti i criteri prestazionali che devono essere rispettati, indipendentemente dal tipo di barriera utilizzata.

Ne consegue che l'Appaltatore in generale e il/i progettista/i dei dispositivi saranno tenuti a rendere disponibili:

- 1) gli elaborati costruttivi e che dipendono dalle caratteristiche dei dispositivi scelti (transizioni, terminali, cuspidi, schema di montaggio attenuatori d'urto) accompagnati da opportune relazioni tecnico illustrative e di calcolo e/o verifica (ad es. idoneità del sistema di ancoraggio) e da elaborati planimetrici in cui si indicano, tra l'altro, i modelli di barriere, il tipo di transizione, terminale, cuspidi ecc (con rimandi agli specifici elaborati);
- 2) tutte le certificazioni previste. Nel merito si rappresenta che ai sensi del DM 28.06.2011 "Disposizioni

sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale" l'Appaltatore dovrà rendere disponibile alla Stazione appaltante quanto meno:

- Certificato CE di conformità;
- Dichiarazione CE di conformità (o dichiarazione CE di prestazione);
- Report crash test;
- Manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta, con i contenuti minimi di cui all'All.1 del citato decreto.

Nei casi in cui i criteri progettuali fanno riferimento alla larghezza operativa W (vedi Norma EN 1317- 2), questa deve essere intesa in maniera conforme al significato attribuito ad oggi a tale grandezza dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ai fini dell'omologazione dei dispositivi di ritenuta e a quanto indicato nel doc. in rif. A9, ossia come lo spazio occupato in condizioni dinamiche dal complesso barriera-veicolo; quindi, di fatto, come la grandezza maggiore tra la massima posizione laterale della barriera e la massima posizione laterale del veicolo. Qualora tale definizione dovesse essere modificata, il requisito progettuale dovrà comunque intendersi riferito al maggiore tra i due valori misurati durante la prova d'urto.

## 26.1 Classi delle barriere di sicurezza stradale

La strada in esame si configura come strada extraurbana secondaria "C", con traffico di progetto di tipo "II"

| Tipo di strada                                                       | Tipo di traffico | Barriera spartitraffico | Barriera bordo laterale | Barriera bordo ponte |
|----------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)                   | I<br>II<br>III   | H2<br>H3<br>H3-H4       | H1<br>H2<br>H2-H3       | H2<br>H3<br>H3-H4    |
| Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D) | I<br>II<br>III   | H1<br>H2<br>H2          | N2<br>H1<br>H2          | H2<br>H2<br>H3       |
| Strade urbane di quartiere (E) e strade locali                       | I<br>II<br>III   | N2<br>H1<br>H1          | N1<br>N2<br>H1          | H2<br>H2<br>H2       |

La strada in esame è configurata come strada extraurbana secondaria di tipo "C", con traffico di progetto di tipo "II". Con i dati relativi alla strada in oggetto con la tabella A soprariportata, tratta dall'art. 6 del DM 21.06.2004, sono definite le classi minime di dispositivi da applicare: tipo h1 per le barriere bordo laterale e H2 per le barriere bordo ponte.

Tenendo poi conto della ridotta lunghezza di intervento, della presenza di varie opere d'arte e del criterio di uniformità di cui all'art.6 del D.M. 21.06.2004, cioè "Per motivi di ottimizzazione

della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità", si è deciso di adottare su tutta le estesa barriere di sicurezza di tipo H2.

## 27 CRITERI AMBIENTALI MINIMI E DNSH

A seguito dell'entrata in vigore del D.M. 5 agosto 2024 recante Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali, si redige il seguente paragrafo in ottemperanza all'art 57 comma 2 del D.Lgs. 36/2023.

Il progetto di ripristino della SP15 relativamente al criterio di sostenibilità ambientale dell'opera si è concentrato sull'utilizzo di materiali alternativi provenienti da materiali riciclati e/o sottoprodotti: tale scelta, insieme a tecnologie di produzione avanzate, è tale da contribuire a ridurre l'impatto ambientale delle infrastrutture stradali. Gli aggregati riciclati derivanti da asfalto recuperato consentono di massimizzare il riciclo delle risorse a livello di legante e miscela di asfalto: gli aggregati derivanti dall'asfalto recuperato vanno a sostituire parzialmente gli aggregati necessari alla resa del prodotto e il legante in essi incorporato sostituisce in parte quello dei leganti bituminosi aggiunti insieme ai polimeri di modifica.

La soluzione progettuale adottata è stata scelta per rispettare il criterio di durata della pavimentazione, garantendo una vita utile pari a 5 anni (intervento di risanamento superficiale)

Per lo strato di usura (c.b. modificati) è previsto l'utilizzo in osservanza al D.M. 5 agosto 2024 di materiali bituminosi con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferita al peso del prodotto finito, non inferiore al 10%, con l'utilizzo possibilmente del materiale proveniente dalla fresatura dello stesso corpo stradale. Per i tratti in cui viene rinnovata anche lo strato di binder il contenuto minimo dovrà essere non inferiore al 20%.

La demolizione del corpo stradale dovrà essere eseguita in modo da massimizzare il recupero del materiale.



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

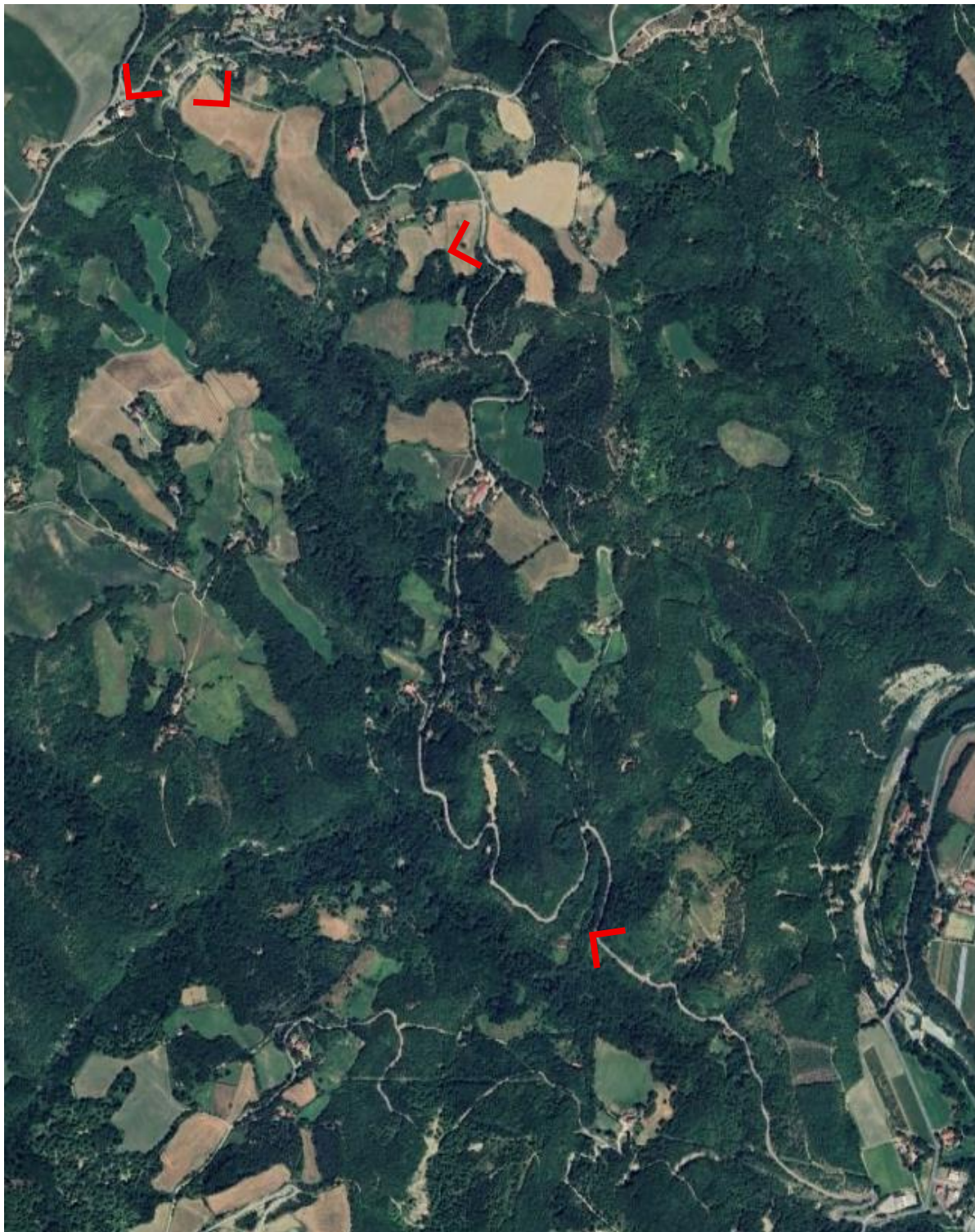


Figura 18: Mappa satellitare del tragitto SP15-punti di ripresa fotografica

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 41 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |

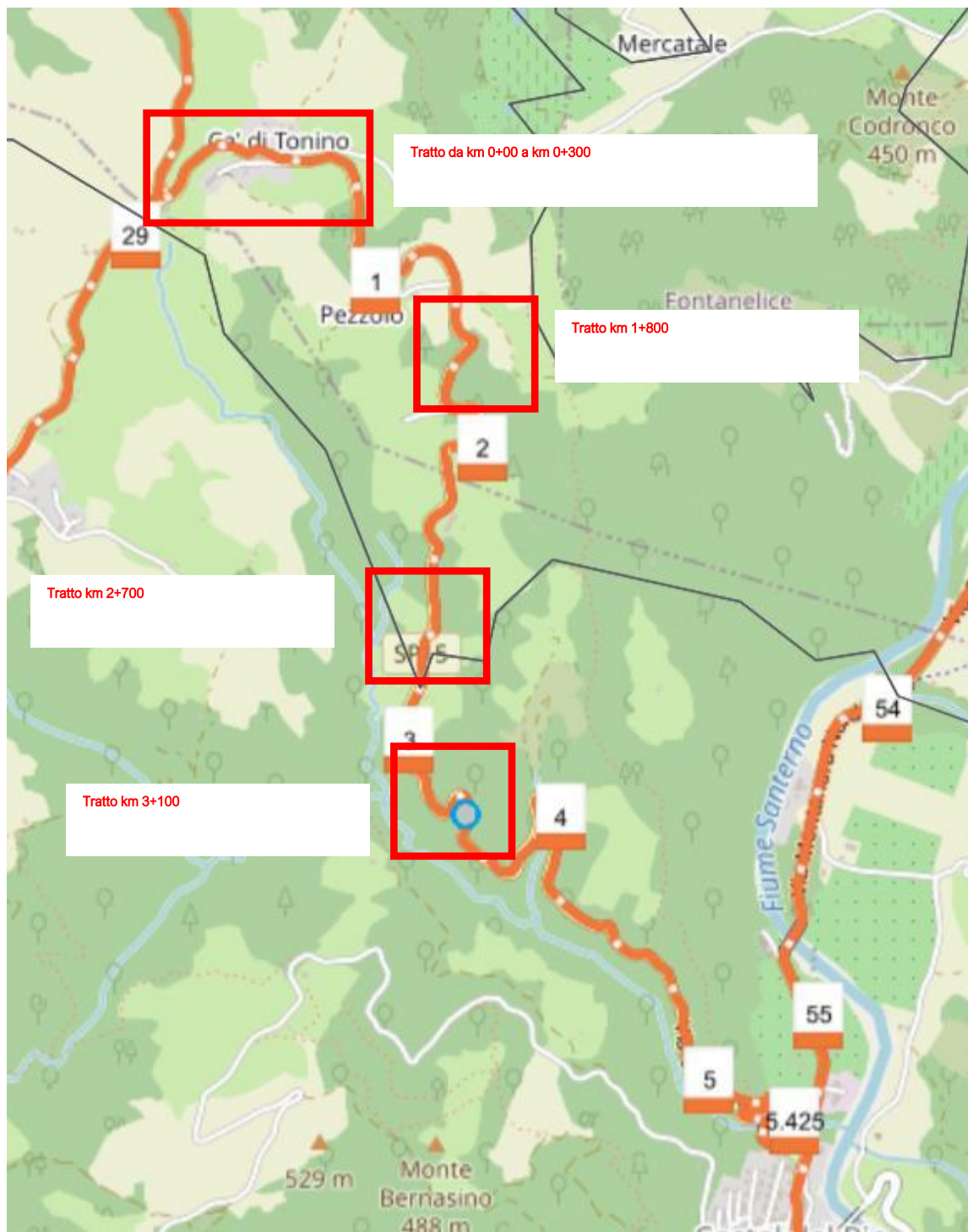


Figura 19: Tracciato SP15 con posizioni degli interventi





Figura 20: Foto 1: vista della frana dal basso (km 0+300)



Figura 21: Foto 2: Riduzione carreggiata causa frana al km 0+200





Figura 22: foto 3



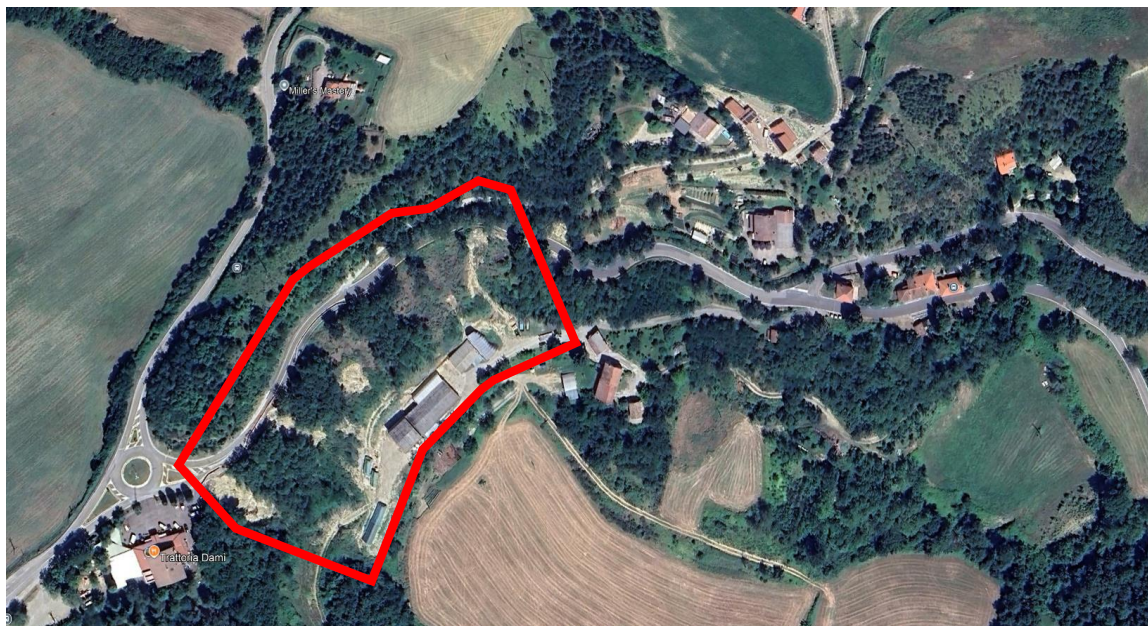


Figura 23:: Mappa satellitare (google earth) del tratto SP15 dalla progr.km 0+00 alla progr. km1+00: evidenti i segni dei crolli causati dall'alluvione.



Figura 24: Mappa satellitare della frana al km 2+700





Figura 25:: Foto corsia strada km 3+100



Figura 26r: Particolare del crollo della scarpata della strada al km 3+100

## 28 PRESENZA DI IMMOBILI ED AREE DI INTERESSE PUBBLICO

Nelle immediate vicinanze dell'area di interesse non sono presenti né immobili né aree di notevole interesse pubblico.

## 29 PRESENZA DI AREE TUTELATE PER LEGGE

Tipologie di cui all'art.142 del Dlgs n.42/2004

Fiumi, torrenti, corsi d'acqua

Territori coperti da foreste e boschi

Territori agricoli

Non sono presenti vincoli legati a beni culturali o alla presenza di aree naturali protette, comprese ZPS, SIC o Siti Natura 2000.

## CONCLUSIONI

Le frane che si sono manifestate a seguito dell'alluvione del 2023 nel territorio Emiliano-Romagnolo hanno interessato le reti viarie con crolli che ne hanno interrotto la fruibilità per molto tempo fino alla riapertura provvisoria che ha consentito il necessario, indispensabile mantenimento del transito veicolare. Gli interventi di ripristino definitivi sono oggetto delle progettazioni di cui sono parte quelle descritte nella presente relazione, relative alla strada provinciale SP15.

Il progetto per il ripristino del tratto compreso tra la progressiva km 0+00 ed il km 0+300 prevede l'allargamento a monte della piattaforma stradale e la costruzione di un'opera di sostegno a valle collegata al sottosuolo con micropali di fondazione. Il consolidamento della scarpata di valle è stato progettato con inserimento di un sistema di chiodature con barre di acciaio auto-perforanti, iniettate con malta di cemento.

Per il tratto di circa 60m al km 2+700, l'intervento per il ripristino prevede la ricostruzione della piattaforma stradale è costituito dalla costruzione di un'opera di sottoscarpa con gabbionata. Per il tratto stradale al km 3+100 si adotta lo stesso tipo di intervento previsto per il tratto iniziale della strada.

Il progetto degli interventi di ripristino dei tratti stradali e delle scarpate è stato concepito seguendo, per quanto possibile, i criteri ambientali minimi, le prescrizioni derivanti dal PNRR.

Il progetto delle opere di ripristino definitivo della strada SP15 e delle scarpate di valle e di monte è stato realizzato tenendo in debito conto dei vincoli che interessano le aree territoriali in cui si trovano i dissesti.

|                            |       |            |            |            |              |                      |
|----------------------------|-------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|
| THS2024005-S04.QbIII.01_RP | [-]   | 03.07.2025 | C.Comastri | E.Comastri | C.Comastri   | <b>Pag. 47 di 48</b> |
| File                       | Rev.: | Data:      | Redazione  | Controllo  | Approvazione |                      |



Il vincolo idrogeologico è stato considerato soprattutto per quanto riguarda la regimazione ed il controllo delle acque superficiali con nuove canalette, drenaggi, protezione delle scarpate con tecniche di ingegneria ambientale. Non sono stati modificati i percorsi idrici ma ne sono state migliorate le regimazioni evitando scorrimenti ed erosioni.

Dal punto di vista paesaggistico per i boschi e per la vegetazione presente in sito non sono state modificate le relative dimensioni, caratteristiche vegetazionali e a parte la vegetazione crollata con le frane non sono state tagliati o modificati gli assetti vegetazionali. Le condizioni della strada sono rimaste le stesse sia dal punto di vista geometrico, sia dal punto di vista strutturale e non sono state aumentate le superfici impermeabili con gli asfalti. Gli interventi strutturali riguardano le chiodature con inclusioni metalliche all'interno delle scarpate di valle per evitare ulteriori crolli e l'allargamento della strada dove è franata avviene con la realizzazione di una mensola in c.a. sostenuta da micropali.

-----  
Ing. Claudio Comastri