

Parco Regionale Fluviale del Trebbia

PARCO REGIONALE FLUVIALE DEL TREBBIA

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

PROGRAMMA INVESTIMENTI AREE PROTETTE 2021-2023 EOCC_PI21-23-01

Varianti Strumenti Urbanistici

Comuni di Gossolengo, Gragnano Trebbiense e Rivergaro

ai sensi dell'art. 53
della l.r. n. 24/2017

dott. geol. Marco Rogna
Chiusa Viarola, n. 9 43036 Fidenza (PR)

Relazione compatibilità geologica

SETTEMBRE 2023

INDICE

1 INTRODUZIONE 1

2 MODELLO DEL SOTTOSUOLO 1

2.1 FORME E DEPOSITI DOVUTI AL DISSESTO 3
2.2 ATTIVITÀ GEODINAMICA 5
2.3 INQUADREMENTO GEOTECNICO 7
2.4 IDRAULICA 9

3 ANALISI DEI PERCORSI E VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' 9

3.1 COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE 9
3.1.1 Ubicazione 9
3.1.2 Geologia 10
3.1.3 Geomorfologia 10
3.1.4 Idrogeologia 10
3.1.5 Vulnerabilità 11
3.1.6 Caratteristiche stratigrafiche 11
3.1.7 Rischio di amplificazione dell'accelerazione sismica e di liquefazione dei terreni di fondazione 11
3.1.8 Rischio idraulico 12
3.1.9 Conclusioni e prescrizioni 12
3.2 COMUNE DI GOSSOLENGO 13
3.2.1 Ubicazione 13
3.2.2 Geologia 13
3.2.3 Geomorfologia 14
3.2.4 Idrogeologia 14
3.2.5 Vulnerabilità 15
3.2.6 Caratteristiche stratigrafiche 15
3.2.7 Rischio di amplificazione dell'accelerazione sismica e di liquefazione dei terreni di fondazione 15
3.2.8 Rischio idraulico 15
3.2.9 Conclusioni e prescrizioni 16

FIGURE

1: Diagramma di Deere con i campi tipici occupati da rocce lapidee o dure, rocce deboli o tenere e terre

2: Geologia Rivergaro – scala 1:25.000

3: Geologia Gossolengo – scala 1:25.000

4: Geologia Gragnano Trebbiense – scala 1:25.000

5: Dissesto Rivergaro – scala 1:25.000

6: Dissesto Gossolengo – scala 1:25.000

7: Dissesto Gragnano Trebbiense – scala 1:25.000

8: Pericolosità Sismica – scala 1:25.000

9: Pericolosità Sismica Gossolengo – scala 1:25.000

10: Pericolosità Sismica Gragnano Trebbiense – scala 1:25.000

11: Vulnerabilità Rivergaro – scala 1:25.000

12: Vulnerabilità Gossolengo – scala 1:25.000

13: Vulnerabilità Gragnano Trebbiense – scala 1:25.000

14: Fasce fluviali Rivergaro – scala 1:25.000

15: Fasce fluviali Gossolengo – scala 1:25.000

16: Fasce fluviali Gragnano Trebbiense – scala 1:25.000

17: Rischio idraulico Rivergaro– scala 1:25.000

18: Rischio idraulico Gossolengo – scala 1:25.000

19: Rischio idraulico Gragnano Trebbiense – scala 1:25.000

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è finalizzato alla verifica dell'introduzione di piste ciclopedonabili con relativa segnaletica, in un contesto territoriale ad alta sensibilità ambientale e tutelato come Parco Regionale del Trebbia, in termini di compatibilità geologica nelle sue varie componenti.

I percorsi e le opere previste interessano le zone rivierasche del Fiume Trebbia, in destra e sinistra orografica, interessando i territori comunali di Gragnano Trebbiense, Gossolengo e Rivergaro.

Il presente documento, organizzato in schede tecniche di approfondimento, è finalizzato alla valutazione della compatibilità geologica delle zone rivierasche dei territori comunali interessati, mediante lo sviluppo delle seguenti tematiche:

- geologia: definizione puntuale delle unità affioranti con descrizione delle loro peculiarità;
- idrogeologia: descrizione strutturale degli acquiferi direttamente o indirettamente coinvolti dalle opere e definizione del regime idrico sotterraneo;
- vulnerabilità: analisi puntuale della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi attraverso la puntuale ricostruzione dei sistemi acquiferi;
- geotecnica; ricostruzione preliminare del profilo stratigrafico attraverso la mappatura dei corpi ghiaiosi e sabbiosi in rapporto alla profondità dal piano campagna;
- rischio sismico: stima del rischio potenziale di amplificazione dell'accelerazione sismica attraverso la definizione del profilo stratigrafico tipo del terreno di fondazione e analisi preliminare del rischio liquefazione;
- rischio idraulico: stima del rischio potenziale di allagamento e/o erosione;
- valutazione delle possibili problematiche alle quali potranno essere soggette le opere.

2 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Il moto sismico di un determinato territorio è direttamente influenzato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali.

Nel territorio del Parco Regionale del Trebbia, i depositi alluvionali affioranti nel settore di pianura e i depositi di origine marina nel settore collinare possono amplificare il moto sismico in superficie e favorire fenomeni d'instabilità dei terreni quali cedimenti, densificazioni, fenomeni di liquefazione o frane. Queste modificazioni dovute alle caratteristiche locali sono comunemente definite "effetti locali".

Esiste ormai un generale accordo su quali depositi, durante o a seguito di un terremoto, determinare amplificazioni del moto sismico in superficie o concorrere a modificare in maniera permanente l'assetto del territorio causando cedimenti, franamenti e rotture del terreno.

Le conoscenze territoriali oggi disponibili, soprattutto grazie alle carte geologiche, alle banche dati geognostiche, alle carte topografiche e ai modelli digitali del terreno, permettono la rapida individuazione degli elementi geologici che possono favorire gli effetti locali.

In particolare l'obiettivo è di individuare le seguenti zone omogenee:

1. **Zone stabili a):** non s'ipotizzano effetti di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento; sono le zone dove è affiorante il bedrock sismico con morfologia pianeggiante o poco inclinata;
2. **Zone stabili suscettibili di amplificazione b):** sono attese amplificazione del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafia e morfologica locale; per le zone di questa categoria sono definiti numericamente dei valori dei fattori di amplificazione delle accelerazioni FA e delle velocità FV; in tali zone sono presenti terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs < 800 m/s) con spessori superiori ai 5 m; le litologie alle quali si assimilano quelle presenti sul territorio sono:
   - riporto antropico;
   - terreni a comportamento granulare: ghiaia, ghiaia/sabbiosa-sabbia/ghiaiosa, sabbia, sabbia/limosa-limo/sabbioso;
   - terreni a comportamento coesivo: limo, limo/argilloso-argilla/limosa e argilla;
   - deposito alluvionale a granulometria mista o indistinta;
   - substrato caratterizzato da V < 800 m/s;
3. **Zone suscettibili d'instabilità c):** gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio; le zone identificano 3 categorie di effetti deformativi:
   - liquefazione; aree con terreni sabbiosi, sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi, nelle quali la superficie della falda freatica e delle eventuali falde in pressione si trova a profondità inferiori di 15 m dal piano campagna;
   - cedimenti differenziali: area di contatto stratigrafico o tettonico di litotipo con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse;
   - faglie attive e capaci: distinte per tipo di faglia (diretta, inversa, trascorrente) e per tratto accertato o tratto inferito;

La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno è uno dei più efficaci strumenti di definizione e rappresentazione della pericolosità sismica e, quindi, di prevenzione e riduzione del rischio sismico, poiché fornisce un contributo essenziale per l'individuazione delle aree a maggiore pericolosità sismica e agevola la scelta delle aree urbanizzabili con minor rischio e la definizione degli interventi ammissibili.

2.1 Forme e depositi dovuti al dissesto

Nel territorio collinare sono state individuate e rappresentate graficamente le zone soggette a dissesto attuale e recente, nonché quelle caratterizzate da instabilità potenziale e/o di provata documentazione storica, al fine di valutare il rischio geomorfologico e l'evoluzione del territorio in relazione ai fattori morfogenetici attivi.

I movimenti gravitativi sono stati suddivisi come di seguito descritto.

FRANA ATTIVA

Movimento gravitativo ritenuto attivo o riattivato (in un settore di corpo di frana quiescente) all'atto dell'indagine fotointerpretativa, ovvero rilevato o confermato da controllo sul terreno; l'attività può trovare conferma anche in dati documentali recenti (pubblicazioni, carte geologiche, relazioni tecniche, ecc.). Tali frane mostrano ricorrenze a breve termine (ciclo stagionale annuale o periodo di qualche anno, generalmente non superiore a 5).

In questa classificazione ricadono numerosi e piccoli smottamenti interessanti la coltre superficiale ascrivibili a movimenti tipo *Soil slip*, ovvero piccoli scivolamenti corticali dovuti a saturazione per imbibizione del complesso regolite-suolo. Singoli *soil slip* si sviluppano su versanti a modesta copertura detritica utilizzati a pascolo e prato con pendenze comprese fra i 16° e i 45°, ma sono maggiormente frequenti tra 30° e 45°.

Essi sviluppano un volume di materiale mobilizzato generalmente ridotto (HUTCHINSON, 2001), incrementano notevolmente il numero delle frane in atto senza, tuttavia, aumentarne in modo significativo l'estensione areale. Nonostante ciò, questi movimenti franosi possiedono un'elevata pericolosità da ricollegare sia alla rapidità del fenomeno, quale risposta alla causa d'innesco, che alla sua veloce evoluzione morfologica (se non mitigata dall'uomo in tempi rapidi), la difficoltà di previsione della localizzazione, la loro elevata densità di distribuzione, la dinamica del movimento del materiale fluidificato.

AREA SOGGETTA A SOLIFLUSSO E/O DECORTICAMENTO SUPERFICIALE

Fenomeno presente soprattutto ai margini delle zone calanchive e nelle plaghe incolte di natura argillosa con versanti acclivi. In tali zone l'imbibizione spinta dell'esigua coltre regolitica a seguito di eventi piovosi critici, dapprima induce uno stiramento della coltre e poi scollamento e traslazione verso il basso del versante esponendo così il substrato ai processi di dilavamento e colamento. Nel dettaglio il fenomeno di soliflusso può coinvolgere spessori di materiale superiore al metro, attuando il movimento lungo una singola superficie di scivolamento o nella maggior parte dei casi lungo una fascia di deformazione caratterizzata da vettori di velocità decrescenti dall'alto verso il basso in

funzione del grado di imbibizione della coltre. Si tratta di un processo gravitativo estremamente lento, che si manifesta in superficie mediante la formazione di lobi e ondulazioni.

AREE CALANCHIVE E SUB-CALANCHIVE

Forme di denudamento caratteristiche derivanti dalla combinazione di processi di dilavamento e gravità principalmente su rocce di natura argillosa o argilloso-siltosa e con minore incidenza sui litotipi marnosi. Un calanco è tipicamente riconosciuto come una forma d'erosione caratterizzata da ripide vallecole eterometriche, delimitate da crestine aguzze, prive di copertura vegetazionale. Tali forme, si dispongono in gruppi, organizzati in sistemi di vallecole minutissime, confluenti in alvei maggiori (CASTIGLIONI, 1991), frequentemente colmati da colate di fango. Spesso i calanchi si modellano in versanti esposti a sud risultando assai più ridotti o mancanti in quelli a nord. Tale disposizione si riconduce al fatto che i processi di disseccamento sono più rapidi nei versanti a sud rispetto ai maggiori valori di umidità e di copertura vegetazionale di quelli esposti a nord. A volte questa diversa localizzazione è governata in modo diretto non da fattori climatici ma dacondizioni strutturali di giacitura degli strati argillosi.

FRANA QUIESCENTE

Riguarda tutti i tipi di frana in cui é possibile desumere, da indizi di natura geomorfologica e considerazioni di evoluzione morfoclimatica del territorio appenninico, la temporanea inattività del corpo di frana e della scarpata principale. Per quanto concerne gli indizi geomorfologici ci si riferisce, ad esempio, al grado di sviluppo del drenaggio interno al corpo di frana, incisione dei corsi laterali, forme addolcite di modellamento superficiale, conche di depressione di frana riempite di sedimenti, presenza o meno di ristagni o depositi palustri, intensa antropizzazione, copertura vegetale, suoli sviluppati, ecc..

Tali frane possono avere avuto un'attivazione (o riattivazione) recente, storica o preistorica che, se documentata in qualche modo (cartografia geologica, relazioni tecniche, articoli, cronache, date radiometriche ecc.), viene segnalata nella scheda della frana (vedi riferimenti in Appendice I).

Anche se corrisponde al vero che le frane quiescenti da molto tempo presentano le caratteristiche morfologiche sopra citate, arrivando persino all'inversione del rilievo, ciò non garantisce che le condizioni che hanno causato il movimento totalmente siano state rimosse. Si intende sottolineare, in particolare, quelle cause che hanno a che fare con il decadimento delle caratteristiche litotecniche del materiale di frana e delle rocce al contorno, per effetto dei processi alterativi prolungati nel tempo e della variabilità del carico idraulico nel corpo di frana. Tali fenomeni, legati alla variabilità delle condizioni climatiche del Pleistocene superiore, come sappiamo caratterizzato da eventi glaciali alternati a fasi interglaciali, costituiscono un'eredità del passato in cui determinate condizioni ambientali e processi climatici sono a noi comprensibili solo in riferimento a condizioni del clima riscontrabili attualmente alle alte latitudini.

La riattivazione, nel Novembre 2000, di una antica frana quiescente sul versante occidentale di M. Cervellino (Fugazzolo), di cui non si conosceva la data dell'ultimo movimento storico, consiglia estrema prudenza nel considerare tali corpi stabilizzati e quindi suscettibili di sopportare interventi edificatori senza problemi. Infatti, stando alle date radiocarbonio ottenute dai tronchi di abeti e altri tipi di piante trovati nella frana, l'età del movimento più recente sinora documentato risulta di 1940 anni fa, mentre quello più antico risale a 4640 anni fa (Tellini & Chelli, 2003). Se non si troveranno, in futuro, date più recenti, non è improbabile che tale riattivazione sia avvenuta, pertanto, dopo quasi due millenni di quiescenza.

DEPOSITI DI VERSANTI

Con tale definizione sono stati classificati i depositi di copertura, non riconducibili a corpi di accumulo di movimenti gravitativi, connessi all'evoluzione geomorfologica tardo quaternaria dei versanti montani. Queste coperture comprendono sia depositi detritici difficilmente distinguibili e classificabili mediante la sola foto interpretazione che corpi detritici geneticamente interpretabili in base alla loro posizione morfologica. Nel dettaglio sono considerati come depositi di versante le coperture derivate da processi eluviali (ossia da alterazioni in posto) e colluviali (spostamento dei detriti alla base del versante per gravità, ruscellamento, soliflusso, ecc.), depositi di geliflusso e detriti di falda. La pericolosità geomorfologia di queste forme di accumulo può essere associata a elementi quali la pendenza, la variabilità tessiturale ed alle disomogenee proprietà geotecniche del deposito.

2.2 Attività geodinamica

Per la pianura padana non esistono lavori a scala regionale che segnalano aree a diversa velocità di abbassamento o innalzamento. L'unico lavoro finora disponibile, la "Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale" (Bartolini *et alii*, 1982), per il periodo Pleistocene medio – Presente, considera tutto l'Appennino emiliano-romagnolo in sollevamento o abbassamento senza individuare zone a diverso tasso di crescita o decrescita.

Sulla base delle quote dei terrazzi datati, risulta evidente che lungo il margine appenninico-padano i maggiori sollevamenti si registrano tra il Reno e il Taro in Emilia, dal Bidente al Savio in Romagna (>1 mm/anno), mentre i sollevamenti minori si registrano nell'Emilia occidentale (a ovest del Taro) e nella Romagna occidentale tra il Santerno e il Montone (<1 mm/anno).

Per le restanti aree, dove poche sono le indicazioni ricavabili dai terrazzi, non è possibile una stima quantitativa dei sollevamenti. Tuttavia, è possibile, sulla base di dati morfostrutturali, riconoscere, naturalmente con una certa approssimazione, aree a diverso grado di sollevamento, recente e in atto.

Le aree più sollevate, per la presenza di finestre tettoniche, assottigliamenti della coltre alloctona ligure ed epiligure, la presenza di alti strutturali della successione carbonatica e riattivazioni di sovrascorrimenti e formazioni di *thrusts* fuori sequenza, sono l'alto Appennino emiliano (tasso >1

mm/anno) e tutto l'Appennino romagnolo a monte del sovrascorrimento individuato nel basamento; risultano invece meno sollevati, per il forte spessore della coltre alloctona, il basso e medio Appennino piacentino, modenese e bolognese, (tasso <1 mm/anno) cioè tutti i settori a valle del raddoppio.

Il territorio del parco regionale del Trebbia, sulla base di quanto riportato in precedenza è caratterizzato quasi interamente da un tasso di sollevamento < 1 mm/anno. Solamente la zona rivierasca del Po è invece caratterizzata da movimenti verticali negativi tuttora in atto. Il valore della subsidenza è < 1 mm/anno; sembrerebbe apparentemente ridotto anche se occorre sottolineare l'effetto del sollevamento indotto dalle strutture tettoniche sepolte.

Il fenomeno della subsidenza è un lento e generalizzato abbassamento della superficie topografica che risulta particolarmente attivo nei livelli corticali del sottosuolo e tende a smorzarsi con la profondità.

Questo fenomeno è manifesto in particolare modo nei depositi alluvionali a granulometria fine (limi ed argille) di recente formazione, mentre risulta meno evidente nelle zone di affioramento dei depositi a granulometria grossolana quali le sabbie.

Le cause generatrici della subsidenza possono avere origini sia naturali sia artificiali. La subsidenza naturale si rivela su grandi areali, non visibili a livello locale, ed è indotta dal lento consolidamento della copertura alluvionale quaternaria per le variazioni dei livelli piezometrici e per il carico litostatico dei sedimenti accumulati sulla verticale dai corsi d'acqua.

Gli effetti sulle opere d'arte possono essere considerati trascurabili, purché i terreni di fondazione presentino caratteristiche geotecniche areali uniformi. In questi casi l'abbassamento della superficie topografica interessa vaste aree senza indurre cedimenti differenziali alle fondazioni dei fabbricati.

Qualora il sottosuolo non presenti condizioni di uniformità geotecnica si possono instaurare conseguenze gravi sulla statica dei manufatti.

La subsidenza artificiale si verifica invece su piccole aree ed è provocata principalmente dalle seguenti cause:

- l'eccessivo emungimento di acqua che in genere interessa aree corrispondenti al cono d'influenza dei pozzi idrici;
- le vibrazioni di macchine o del traffico veicolare che comporta la riorganizzazione delle particelle di terreno determinandone la compattazione;
- le variazioni dello stato di consistenza del terreno, per effetto di escavazioni.

Il fenomeno può risultare estremamente pericoloso per la stabilità dei fabbricati, perché può far insorgere sensibili cedimenti differenziali.

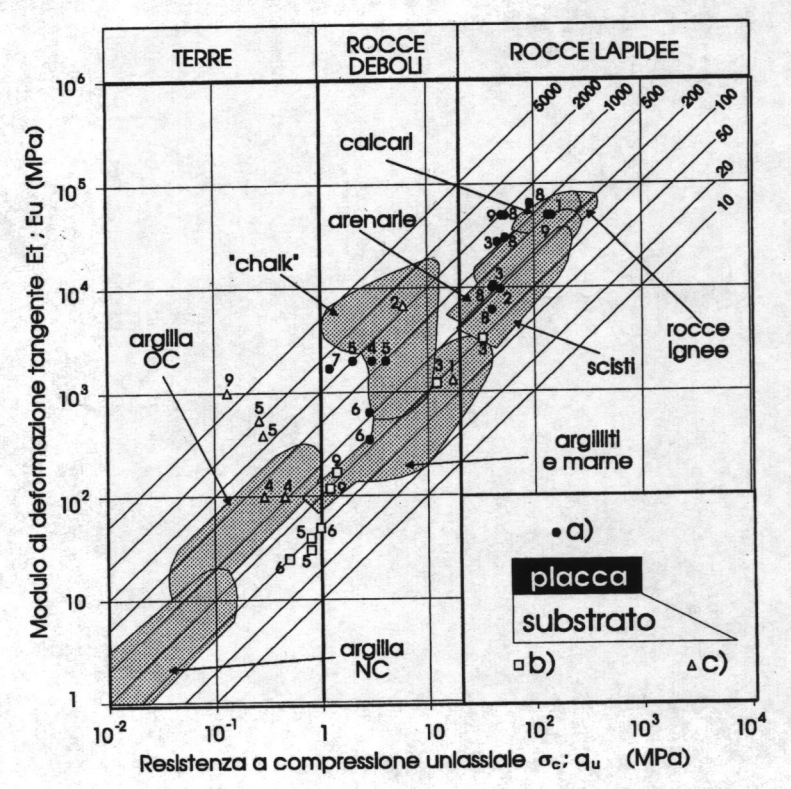
2.3 Inquadremento geotecnico

L'inquadramento geotecnico delle unità geologiche affioranti nel territorio in esame sono state raggruppate nelle seguenti categorie, facendo ricorso al diagramma di Deere (DEERE e MILLER 1966; v. Fig. 1).

1. Rocce dure (resistenza a compressione uniassiale σ_c > 25 MPa: ISRM, 1978): il comportamento meccanico può essere definito come rigido – resistente – fragile. Le rocce dure sono generalmente interessate, nel campo di sforzi degli usuali problemi applicativi, da deformazioni elastiche e da rottura fragile; sono inoltre caratterizzate da una bassa tendenza al flusso viscoso.

2. Terreni (resistenza a compressione uniassiale σ_c < 1MPa: ISRM, 1978): il comportamento meccanico può essere definito come deformabile – debole – duttile. I terreni sono caratterizzati da deformazioni prevalentemente plastiche, con comportamento includente o rammollente a seconda del livello di sforzo e delle condizioni di carico, e da una marcata tendenza al flusso plastico e viscoso.

3. Rocce tenere (resistenza a compressione uniassiale: 1MPa $\leq \sigma_c \leq$ 25 Mpa: ISRM, 1978): hanno caratteristiche intermedie tra le rocce dure e i terreni, in relazione alla loro struttura porosimetrica. In prove di trazione e compressione uniassiali ed in prove di compressione triassiale con ridotta pressione di confinamento il comportamento è essenzialmente quello di una roccia dura; la curva tensione - deformazione è rappresentativa di un materiale elastico e fragile, le deformazioni a rottura sono di modesta entità e la rottura si manifesta, in quasi tutti i casi, con fratture subverticali. In prove triassiali con pressioni di confinamento più elevate, il comportamento meccanico tende invece a quello di una terra. In tali condizioni, sia in fase di compressione sferica, che dopo l'applicazione di un carico deviatorico, la roccia manifesta notevoli deformazioni plastiche, sia volumetriche sia assiali. La curva tensione deviatorica - deformazione assiale è decisamente più dolce, mostra un gradiente decrescente con la deformazione e non presenta un vero e proprio picco di resistenza. La rottura si manifesta con grandi scorrimenti plastici e talvolta con una fratturazione diffusa. Il passaggio comportamentale analogo a quello di una roccia dura o a quello di un terreno avviene in corrispondenza di determinati stati tensionali individuabile, nel piano delle tensioni, con una linea di separazione.



Sono riportati dati di letteratura riguardanti placche di roccia sovrapposti ad un substrato poco competente.

a) Dati relativi alle placche;
b) dati relativi al substrato espressi in condizioni non drenate (dati di laboratorio);
c) dati relativi al substrato espressi in condizioni drenate (stimati con metodi semi-empirici per modellazione numerica).
1) Dolores Peak - granodiorite/scisto (RADBRUCH-HALL, 1976);
2) Burra - Moko Head - arenaria/argillite (EVANS et alii, 1981), valori di σ_c ricavati dai valori tipici di HOBBS (1974);
3) Atene - calcare/marna sabbiosa fissile (ANDRONOPOULOS & KOUKIS, 1988); valori di E_u stimati da quelli di q_u con un rapporto dei moduli di 100 (valore tipico in HOBBS, 1974);
4) Folkestone Warren - chalk/argilla sovraconsolidata (HUTCHINSON, 1971, 1993; HUTCHINSON et alii, 1982), σ_c per il chalk ricavato dai valori tipici di HOBBS (1974);
5) Orvieto - tufo/argilla sovraconsolidata (CECERE & LEMBO FAZIO, 1986; RIBACCHI et alii, 1988);
6) Civita di Bagnoregio - ignimbrite/argilla sovraconsolidata (RIBACCHI et alii, 1988; CEVOLANI et alii, 1990), valori di E_u stimati da quelli di q_u con un rapporto dei moduli di 50 (valore medio di Orvieto);
7) Orte - tufo e pozzolana/argilla sovraconsolidata (RIBACCHI et alii, 1988), valori di E_u stimati da quelli di q_u con un rapporto dei moduli di 50 (valore medio di Orvieto);
8) S. Leo - calcarenite/argillite fissile (RIBACCHI & TOMMASI, 1988; CATURANI et alii, 1991);
9) La Verna – calcarenite/argillite fissile (CASAGLI, 1992a; CASAGLI et alii, 1993).

Figura 1 - Diagramma di Deere con i campi tipici occupati da rocce lapidee o dure, rocce deboli o tenere e terre (dati da DEERE & MILLER, 1966; HOBBS, 1974; LAMBE & WHITMAN, 1969; HEAD, 1986).

Sulla base di tali indicazioni è stato possibile inquadrare le formazioni geologiche presenti nel territorio comunale come segue (rif. Fig. 2 e 3):

A. Rocce:

- Rocce tenere: Sintema del Torrente Stirone

B. Terreni:

- Depositi fluviali pleistocenici: Subsintema di Villa Verucchio, Subsintema di Agazzano;
- Depositi alluvionali olocenici e tardo pleistocenici: Subsintema di Ravenna;
- Frane: Dissesti e corpi di frana costituite da materiale eterometrico o prevalentemente fini argilloso e limoso.

2.4 Idraulica

La caratterizzazione dell'ambiente idrico superficiale riguarda gli effetti conseguenti alla presenza dei percorsi ciclopedonabili relativamente allo smaltimento delle acque meteoriche e alla capacità ricettiva della rete idrografica naturale che svolge funzioni di recapito del sistema drenante delle aree stessa.

A tal riguardo si è fatto riferimento alle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione redatte ai sensi dell'art. 6 del D.lgs. 49/2010 attuativo della Dir. 2007/60/CE.

I scenari di pericolosità delle aree allagabili si dividono in:

- H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità);
- M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità);
- L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento - bassa probabilità).

3 ANALISI DEI PERCORSI E VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA'

3.1 Comune di Gragnano Trebbiense

3.1.1 Ubicazione

Il percorso in comune di Gragnano Trebbiense è stato individuato in una vasta area sita fra il centro abitato e il fiume. È sviluppato su un anello e su un ulteriore tratto a sud che si estende ai margini della località Casaliggio, sino all'aeroporto per circa 8,3 km. Partendo dall'abitato di Gragnano si inoltra fino alle sponde della Trebbia, dove precedenti interventi promossi dall'Ente Parco avevano individuato in questa località un'area di sosta realizzata con un precedente finanziamento nel 2015. Il progetto in esame si prefigge, con questo nuovo intervento, di completare quanto precedentemente realizzato permettendo una migliore fruibilità dell'area.

3.1.2 Geologia

L'ambito è caratterizzato dall'affioramento del Subsintema di Ravenna (AES8): Unità del Pleistocene superiore – Olocene (post circa 20.000 anni B.P.) avente uno spessore massimo di circa 20 metri.

Nell'area in esame il Subsintema di Ravenna è rappresentato da depositi di canale fluviale e argine prossimale, costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose con copertura fine limosa e argillosa dello spessore variabile da 0,5 m a 2 m.

3.1.3 Geomorfologia

L'ambito ricade nella pianura pedemontana caratterizzata da vari ordini di terrazzi fluviali impostati a quote gradualmente superiori, esprimendo un'età di formazione progressivamente più antica.

Le superfici di tali terrazzi fluviali sono generalmente sub-pianeggianti con deboli ondulazioni a seguito delle incisioni prodotte dalla rete idrica secondaria, e digradano leggermente verso N-NE con pendenze medie pari a 0,5 – 1,0%.

Le superfici di terrazzo, verso il lato fiume, sono interrotte lateralmente da scarpate di alcuni metri (orli di terrazzi fluviali) o da sensibili aumenti di pendenza; verso monte gli orli di terrazzo affiorano con sufficiente continuità, mantenendo un andamento circa parallelo all'asta fluviale, mentre verso la pianura a crescita verticale si riducono progressivamente fino a dileguarsi completamente.

Il F. Trebbia nel tratto interessato dai percorsi possiede una configurazione di drenaggio tipo "braided". Si tratta di un alveo fluviale inciso nel materasso ciottoloso caratterizzato da uno o più canali principali attivi con barre laterali alternate, che sovente presentano una forma a semi-losanga più o meno allungata.

Le barre e i canali rappresentano delle unità morfologicamente distinte che interagiscono tra loro; le barre si accrescono a scapito dei canali attivi, i quali a loro volta tendono a mantenere la sezione costante e, quindi, ad erodere le barre stesse.

3.1.4 Idrogeologia

L'ambiente idrico sotterraneo è caratterizzato da strati tabulari di ghiaie prevalenti che caratterizzano i gli acquiferi principali intervallati da strati prevalentemente fini a costituire gli acquitardi. La superficie piezometrica ha consentito di trarre le seguenti conclusioni:

- il regime idrico sotterraneo è tipicamente caratterizzato da falde a pelo libero;
- gli assi principali di flusso sono generalmente diretti verso nord-ovest, in accordo con il gradiente topografico e con l'andamento del Fiume Trebbia che comporta un'azione alimentante degli acquiferi laterali;

- le falde si attestano a quote comprese tra 70 m s.l.m. nel settore nord e 80 m s.l.m. nel settore sud con soggiacenze dell'ordine dei 5 - 6 metri dal piano campagna.

3.1.5 Vulnerabilità

La vulnerabilità degli acquiferi è un parametro che definisce la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinamento fluido o idroveicolato, tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea.

I percorsi ciclopedonabili interessano zone con vulnerabilità da alta ad elevata aventi principalmente ricarica indiretta tipo B degli acquiferi e in subordine tipo diretta A.

3.1.6 Caratteristiche stratigrafiche

Attraverso l'analisi delle unità geologiche affioranti e delle indagini disponibili dal servizio geologico della Regione Emilia Romagna è stato possibile riconoscere la sequenza stratigrafica di seguito descritta.

STRATO A da p.c. a 0,5 – 2,0 m

Il livello è costituito da argille limose e limi argillosi soffici con locale intercalazioni di limi sabbiosi e argille organiche.

STRATO B oltre i 0,5 – 2,0 m a 30,0 m da p.c.

Il livello è caratterizzato da ghiaie e ghiaie sabbiose da dense a mediamente dense con locale intercalazioni di limi sabbiosi.

3.1.7 Rischio di amplificazione dell'accelerazione sismica e di liquefazione dei terreni di fondazione

La successione stratigrafica è costituita prevalentemente da ghiaie che si estendono con continuità dal piano campagna fino alla profondità di circa 30 metri.

Gli effetti attesi sono: amplificazione per caratteristiche litologiche e possibili cedimenti.

3.1.8 Rischio idraulico

Il percorso ciclopedonabile interessa prevalentemente zone in fascia fluviale C, a parte quelli collocati nelle zone rivierasche del T. Trebbia che interessano la fascia fluviale B. In particolare il percorso ciclopedonale interessa i seguenti tratti:

B2 – Zona di recupero ambientale del sistema fluviale: per circa 1 km;

C2 – Zona non protetta da difese idrauliche: per circa 1,5 km;

Il percorso interessa inoltre per circa 1 km lo scenario H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità), per circa 0,5 km lo scenario H M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità) e per circa 0,1 km lo scenario L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento - bassa probabilità).

In analogia a quanto detto sopra si hanno le seguenti situazioni:

- scenario P3 (Alluvioni frequenti); tirante idrico inferiore a 50 cm per circa 1 km;
- scenario P2 (Alluvioni poco frequenti), tirante idrico inferiore a 50 cm per circa 0,5 km;
- scenario P1 (Alluvioni rare di estrema intensità), tirante idrico inferiore a 50 cm per circa 0,1 km.

3.1.9 Conclusioni e prescrizioni

Sulla base degli approfondimenti effettuati, l'area è stabile ed idonea dal punto di vista geologico alla destinazione prevista, perché rientra in un territorio con modeste limitazioni al suo insediamento.

Il percorso ciclo pedonale, nonostante il rischio di allagamento, è inoltre compatibile in termini idraulici in quanto non comporta la riduzione della sezione di deflusso del Fiume Trebbia.

Nonostante le opere risultino compatibili occorre fare fronte ad alcune problematiche sotto il profilo geotecnico e idraulico, risolvibili attraverso adeguati accorgimenti costruttivi e manutentivi, tra cui:

- le modalità costruttive dovranno consentire una corretta regimazione delle acque superficiali e non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali;
- i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione;
- è vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate;
- è vietata l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale;

- è necessario programmare interventi di rispristino dei percorsi nel caso fossero danneggiati da allagamenti con deposito di materiale alluvionale e/o da erosione con asportazione e rimozione di parte di essi;
- tali interventi sono possibili solo nel caso di eventi meteorici molto forti,
- in relazione al rischio di allagamenti è necessaria la messa in opera di cartelli informativi per i fruitori in caso di condizioni meteo avverse; saranno necessari due serie di cartelli:
    1. di carattere generale da porre presso i punti di informazione all'entrata dei vari percorsi che illustrino i divieti in caso di diramazione delle emergenze da parte della protezione civile:
        - ALLERTA ROSSA: Rischio molto elevato - Chiusura totale della pista con divieto di transito pedonale;
        - ALLERTA ARANCIONE: Rischio medio elevato - Chiusura totale della pista con divieto di transito pedonale;
        - ALLERTA GIALLA: Rischio moderato - Chiusura parziale della pista e divieto di accesso alle zone allagabili;
    2. di carattere puntuale da porre nei tratti effettivamente interessati da rischio allagamento e individuati cartograficamente con rischio P1, P2 e P3.

3.2 Comune di Gossolengo

3.2.1 Ubicazione

Nel comune di Gossolengo è previsto un anello di lunghezza pari a circa 7,0 Km che collega l'abitato con l'area ripariale del fiume fino a Ponte Nuovo. Il percorso si snoda su strade esistenti e si sviluppa anche su un tratto della ciclopedonale già esistente, realizzata con precedenti interventi dell'Ente che necessitano di essere ricostituiti.

Un tratto di percorso sarà soggetto a un intervento di integrazione del fondo esistente con posa in opera di misto granulare stabilizzato 0/30, spessore medio 5-6 cm, per una lunghezza pari a 617 mt. Per altri 43 mt circa si rende necessaria una deviazione della ciclopista esistente in quanto interessata da fenomeni erosivi.

3.2.2 Geologia

L'ambito è caratterizzato dall'affioramento del Subsintema di Ravenna (AES8): Unità del Pleistocene superiore – Olocene (post circa 20.000 anni B.P.) avente uno spessore massimo di circa 20 metri.

Nell’area in esame il Subsintema di Ravenna è rappresentato da depositi di canale fluviale e argine prossimale, costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose con copertura fine limosa e argillosa dello spessore variabile da 0,5 m a 2 m.

3.2.3 Geomorfologia

L'ambito ricade nella pianura pedemontana caratterizzata da vari ordini di terrazzi fluviali impostati a quote gradualmente superiori, esprimendo un’età di formazione progressivamente più antica.

Le superfici di tali terrazzi fluviali sono generalmente sub-pianeggianti con deboli ondulazioni a seguito delle incisioni prodotte dalla rete idrica secondaria, e digradano leggermente verso N-NE con pendenze medie pari a 0,5 – 1,0%.

Le superfici di terrazzo, verso il lato fiume, sono interrotte lateralmente da scarpate di alcuni metri (orli di terrazzi fluviali) o da sensibili aumenti di pendenza; verso monte gli orli di terrazzo affiorano con sufficiente continuità, mantenendo un andamento circa parallelo all'asta fluviale, mentre verso la pianura a crescita verticale si riducono progressivamente fino a dileguarsi completamente.

Il F. Trebbia nel tratto interessato dai percorsi possiede una configurazione di drenaggio tipo “braided”. Si tratta di un alveo fluviale inciso nel materasso ciottoloso caratterizzato da uno o più canali principali attivi con barre laterali alternate, che sovente presentano una forma a semi-losanga più o meno allungata.

Le barre e i canali rappresentano delle unità morfologicamente distinte che interagiscono tra loro; le barre si accrescono a scapito dei canali attivi, i quali a loro volta tendono a mantenere la sezione costante e, quindi, ad erodere le barre stesse.

3.2.4 Idrogeologia

L’ambiente idrico sotterraneo è caratterizzato da strati tabulari di ghiaie prevalenti che caratterizzano i gli acquiferi principali intervallati da strati prevalentemente fini a costituire gli acquitardi. La superficie piezometrica ha consentito di trarre le seguenti conclusioni:

- il regime idrico sotterraneo è tipicamente caratterizzato da falde a pelo libero;
- gli assi principali di flusso sono generalmente diretti verso nord, in accordo con il gradiente topografico e con l’andamento del Fiume Trebbia che comporta un’azione alimentante degli acquiferi laterali;
- le falde si attestano a quote comprese tra 80 m s.l.m. nel settore nord e 90 m s.l.m. nel settore sud con soggiacenze dell’ordine dei 5 - 6 metri dal piano campagna.

3.2.5 Vulnerabilità

La vulnerabilità degli acquiferi è un parametro che definisce la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinamento fluido o idroveicolato, tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea.

I percorsi ciclopedonabili interessano zone con vulnerabilità da alta ad estremamente elevata aventi principalmente ricarica diretta tipo A degli acquiferi.

3.2.6 Caratteristiche stratigrafiche

Attraverso l'analisi delle unità geologiche affioranti e delle indagini disponibili dal servizio geologico della Regione Emilia Romagna è stato possibile riconoscere la sequenza stratigrafica di seguito descritta.

STRATO A da p.c. a 0,5 – 2,0 m

Il livello è costituito da argille limose e limi argillosi soffici con locale intercalazioni di limi sabbiosi e argille organiche.

STRATO B oltre i 0,5 – 2,0 m a 30,0 m da p.c.

Il livello è caratterizzato da ghiaie e ghiaie sabbiose da dense a mediamente dense con locale intercalazioni di limi sabbiosi.

3.2.7 Rischio di amplificazione dell'accelerazione sismica e di liquefazione dei terreni di fondazione

La successione stratigrafica è costituita prevalentemente da ghiaie che si estendono con continuità dal piano campagna fino alla profondità di circa 30 metri.

Gli effetti attesi sono: amplificazione per caratteristiche litologiche e possibili cedimenti.

3.2.8 Rischio idraulico

Il percorso ciclopedonabile interessa prevalentemente zone in fascia fluviale C, a parte quelli collocati nelle zone rivierasche del T. Trebbia che interessano la fascia fluviale B. In particolare il percorso ciclopedonale interessa i seguenti tratti:

A3 – Alveo di piena con valenza naturalistica; per circa 1,5 km;

B1 – Zona di conservazione del sistema fluviale: per circa 1,5 km;

C2 – Zona non protetta da difese idrauliche: per circa 2,0 km.

Il percorso interessa inoltre per circa 0,5 km lo scenario H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità), per circa 1,5 km lo scenario H M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità) e per circa 2,5 km lo scenario L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento - bassa probabilità).

In analogia a quanto detto sopra si hanno le seguenti situazioni:

- scenario P3 (Alluvioni frequenti); tirante idrico inferiore a 50 cm per circa 0,5 km;
- scenario P2 (Alluvioni poco frequenti), tirante idrico inferiore a 50 cm per circa 1,5 km;
- scenario P1 (Alluvioni rare di estrema intensità), tirante idrico inferiore a 50 cm per circa 0,5 km.

3.2.9 Conclusioni e prescrizioni

Sulla base degli approfondimenti effettuati, l'area è stabile ed idonea dal punto di vista geologico alla destinazione prevista, perché rientra in un territorio con modeste limitazioni al suo insediamento.

Il percorso ciclo pedonale, nonostante il rischio di allagamento, è inoltre compatibile in termini idraulici in quanto non comporta la riduzione della sezione di deflusso del Fiume Trebbia.

Nonostante le opere risultino compatibili occorre fare fronte ad alcune problematiche sotto il profilo geotecnico e idraulico, risolvibili attraverso adeguati accorgimenti costruttivi e manutentivi, tra cui:

- le modalità costruttive dovranno consentire una corretta regimazione delle acque superficiali e non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali;
- i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione;
- è vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate;
- è vietata l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale;
- è necessario programmare interventi di rispristino dei percorsi nel caso fossero danneggiati da allagamenti con deposito di materiale alluvionale e/o da erosione con asportazione e rimozione di parte di essi;
- tali interventi sono possibili solo nel caso di eventi meteorici molto forti,

- in relazione al rischio di allagamenti è necessaria la messa in opera di cartelli informativi per i fruitori in caso di condizioni meteo avverse; saranno necessari due serie di cartelli:

    3. di carattere generale da porre presso i punti di informazione all'entrata dei vari percorsi che illustrino i divieti in caso di diramazione delle emergenze da parte della protezione civile:

        - ALLERTA ROSSA: Rischio molto elevato - Chiusura totale della pista con divieto di transito pedonale;
        - ALLERTA ARANCIONE: Rischio medio elevato - Chiusura totale della pista con divieto di transito pedonale;
        - ALLERTA GIALLA: Rischio moderato - Chiusura parziale della pista e divieto di accesso alle zone allagabili;

    4. di carattere puntuale da porre nei tratti effettivamente interessati da rischio allagamento e individuati cartograficamente con rischio P1, P2 e P3.

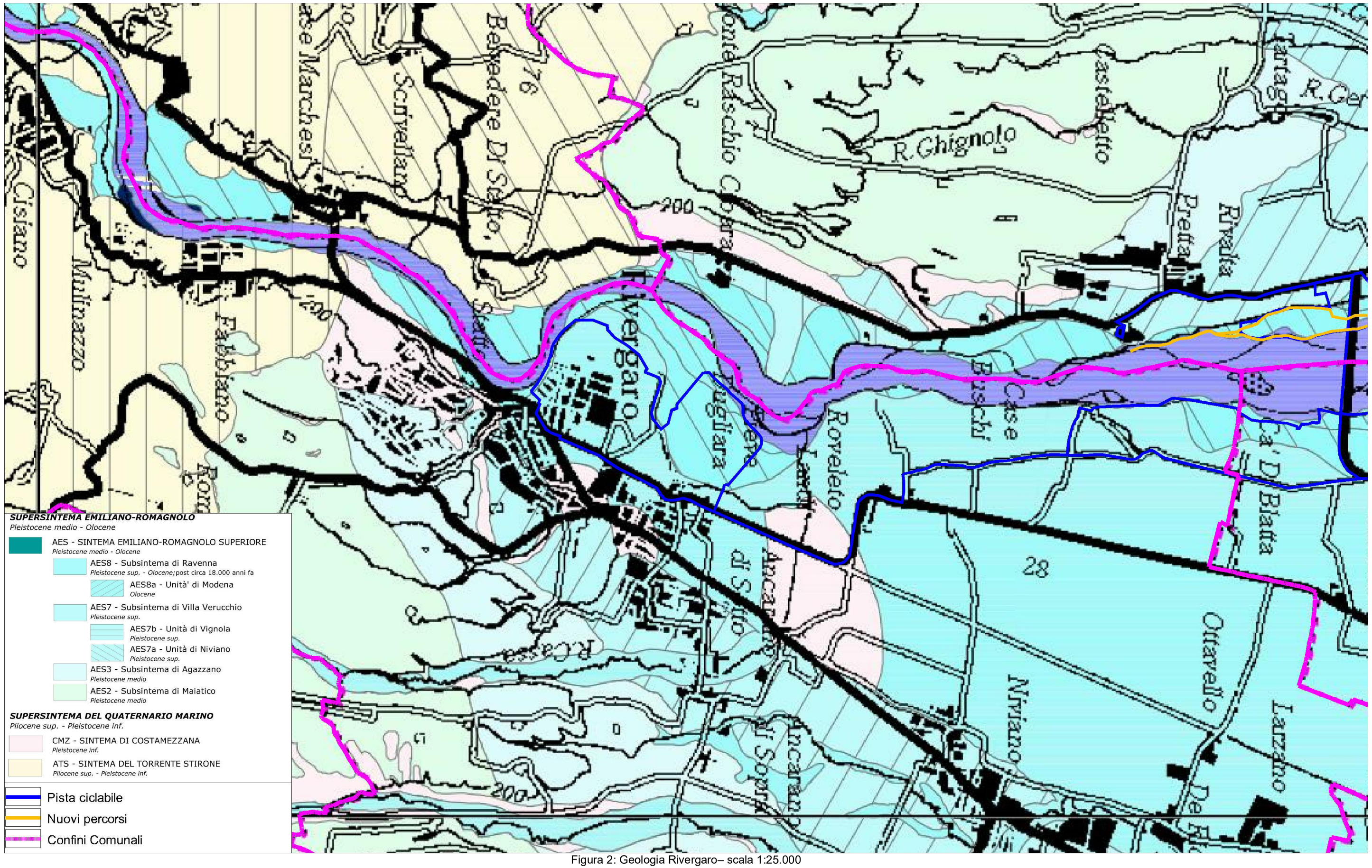


Figura 2: Geologia Rivergaro– scala 1:25.000

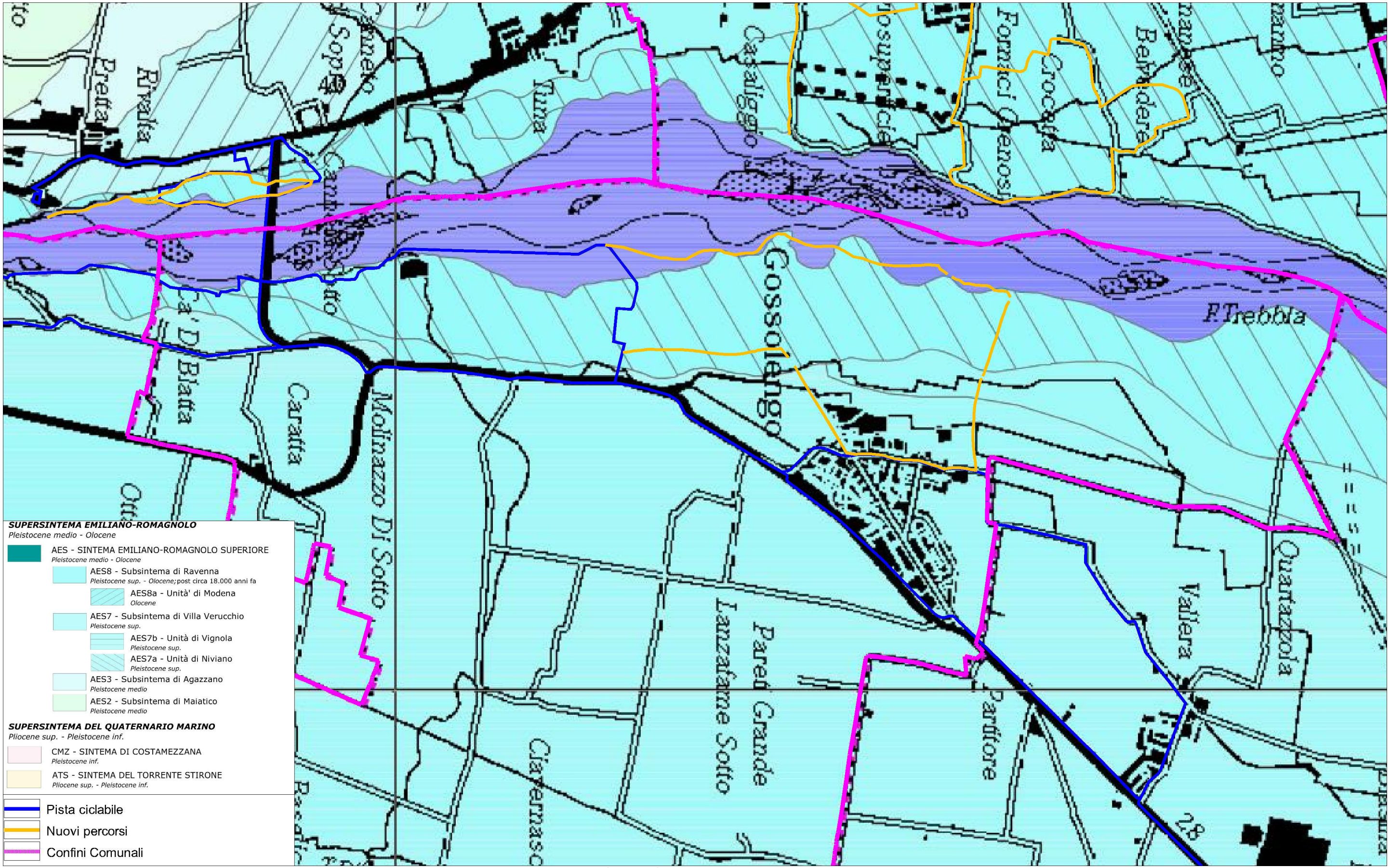


Figura 3: Geologia Gossolengo– scala 1:25.000

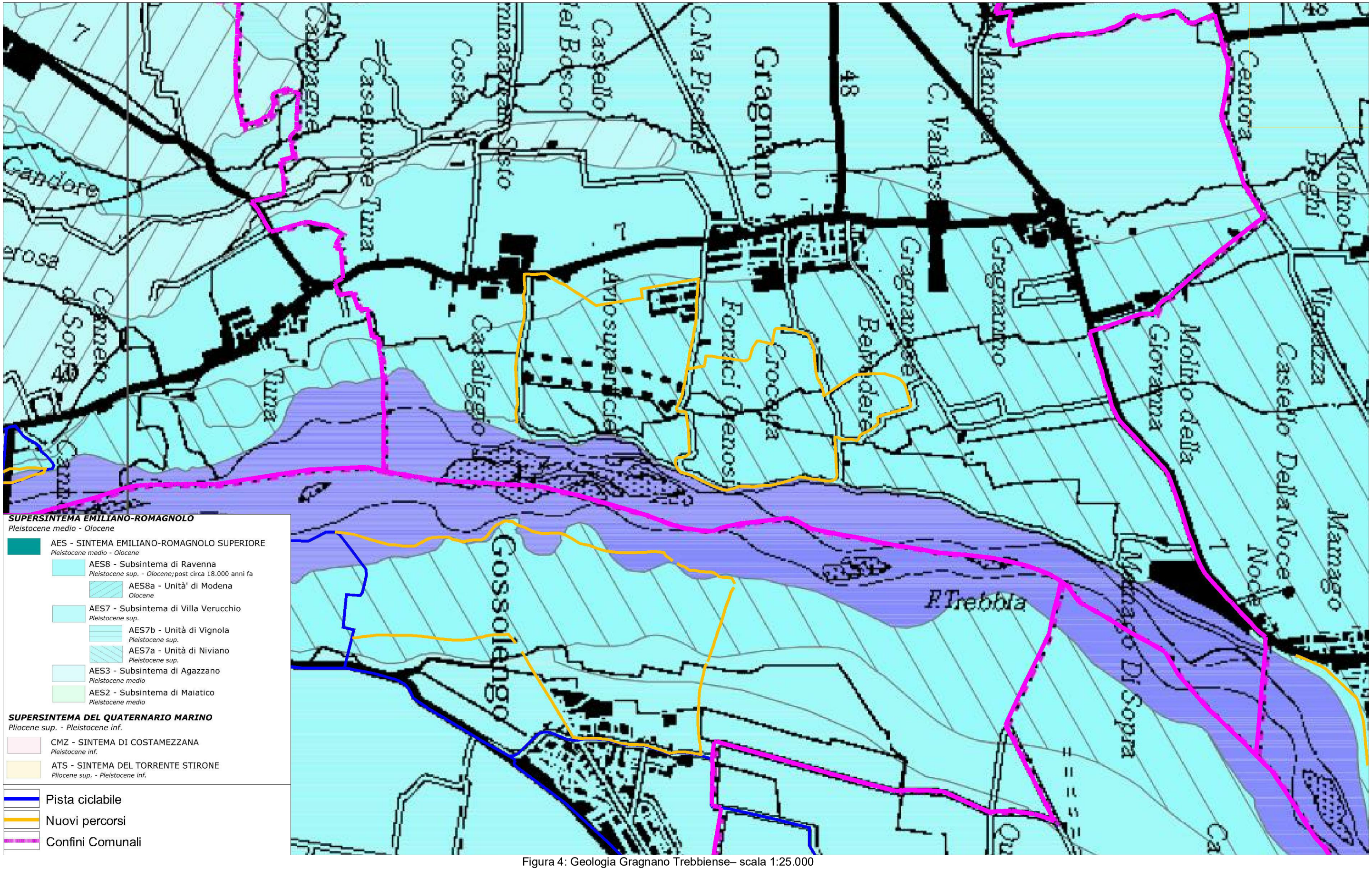


Figura 4: Geologia Gragnano Trebbiense– scala 1:25.000

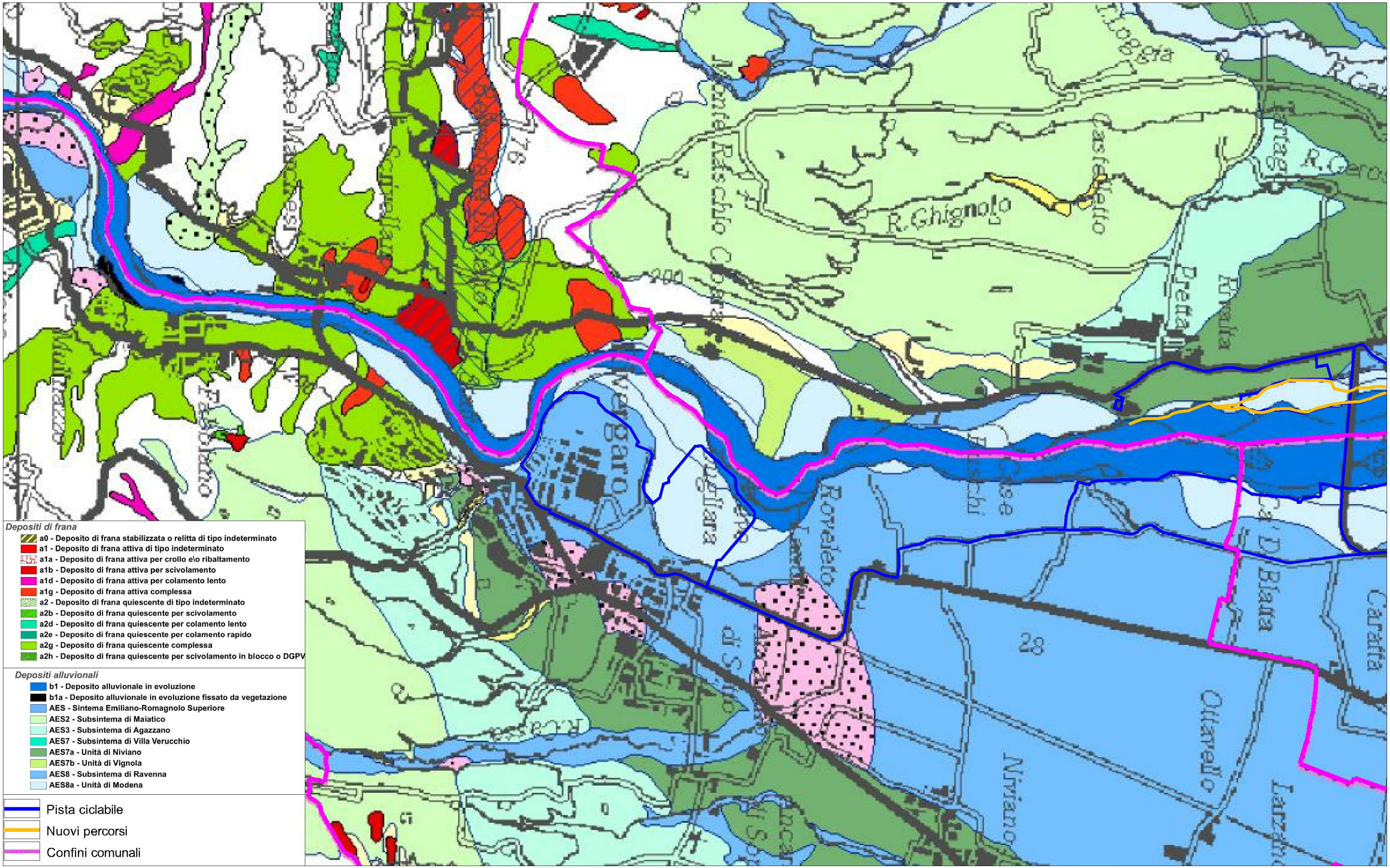


Figura 5: Dissesto Rivergaro – scala 1: 25.000

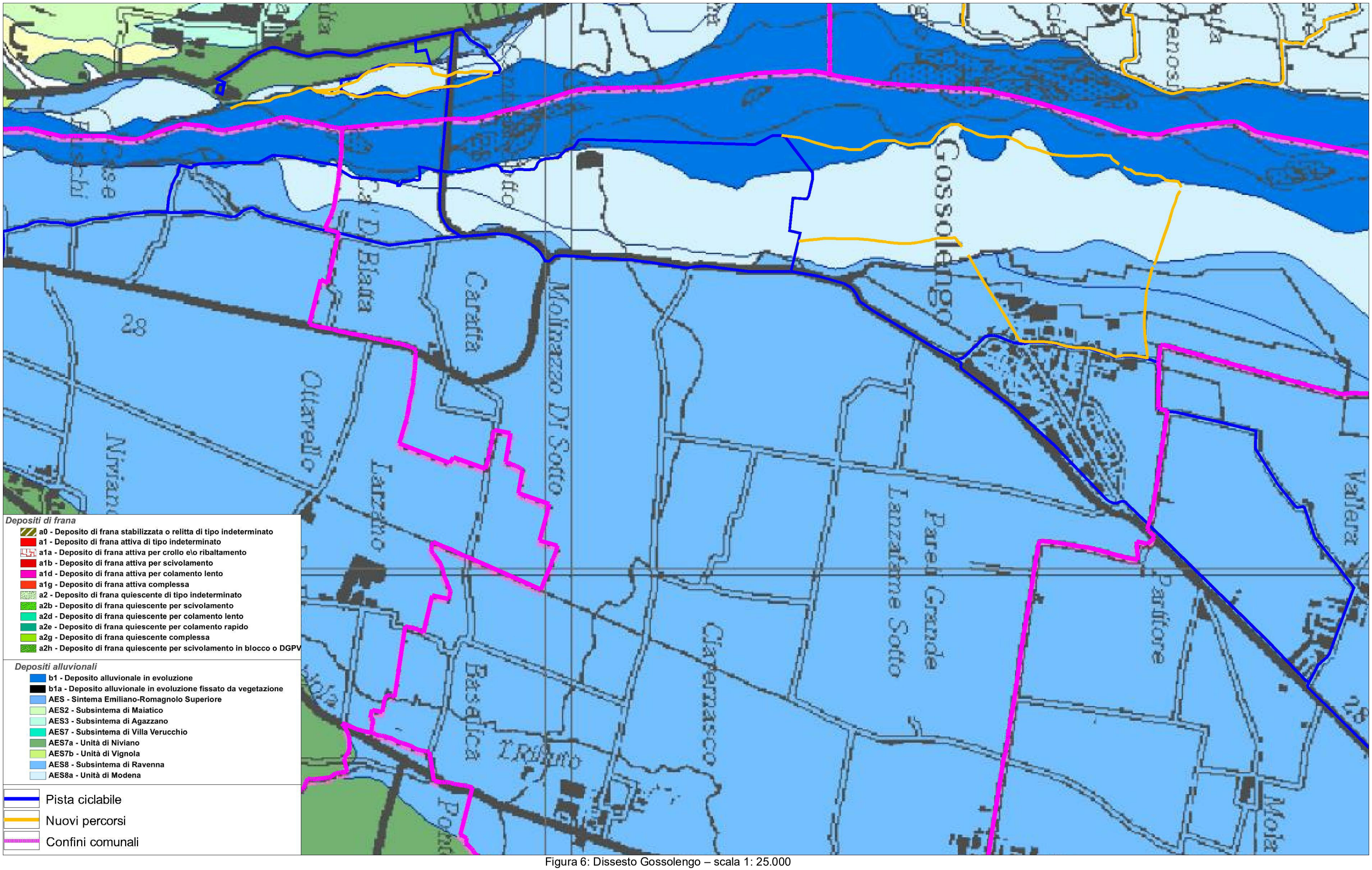


Figura 6: Dissesto Gossolengo – scala 1: 25.000

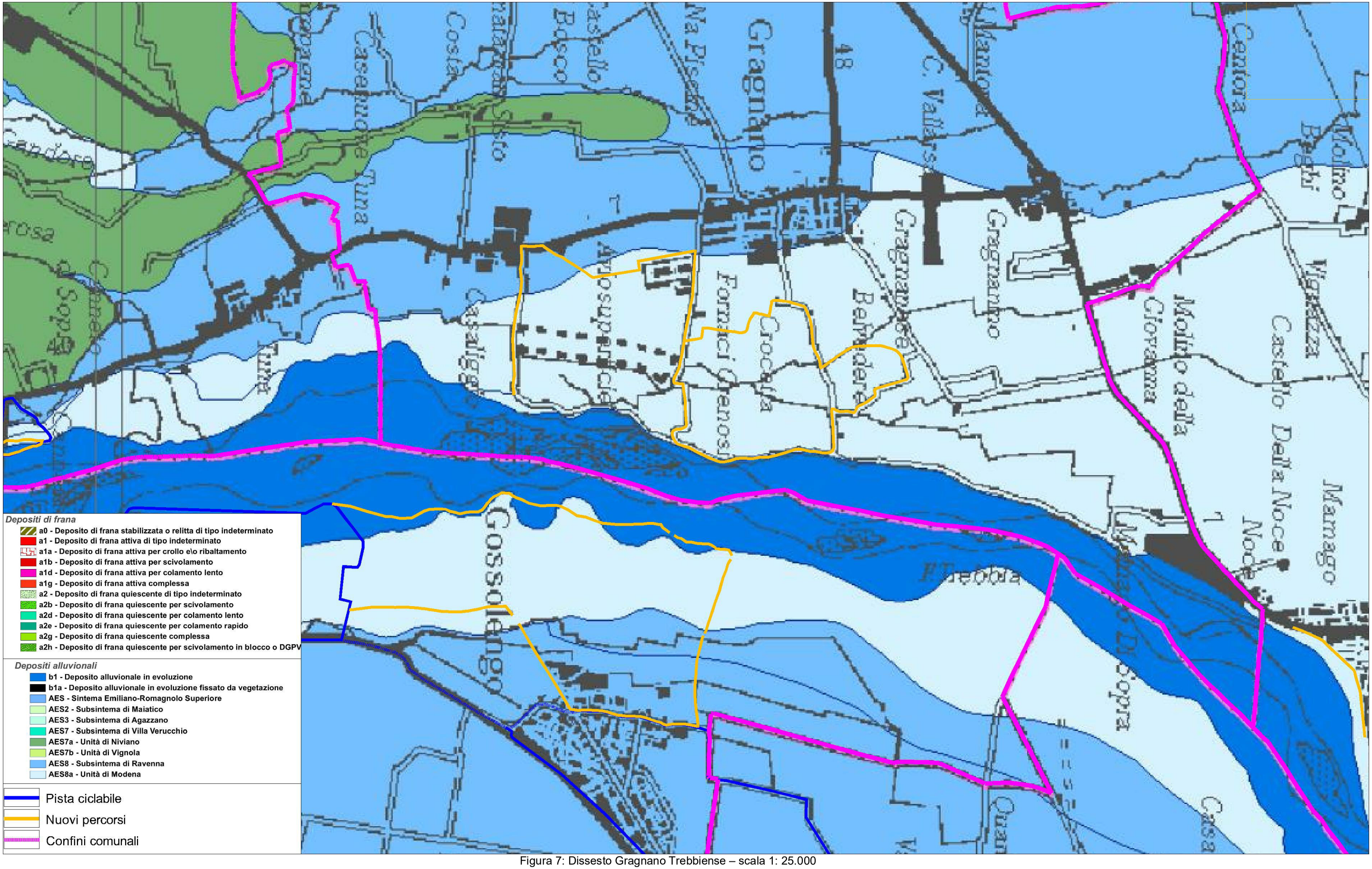


Figura 7: Dissesto Gragnano Trebbiense – scala 1: 25.000

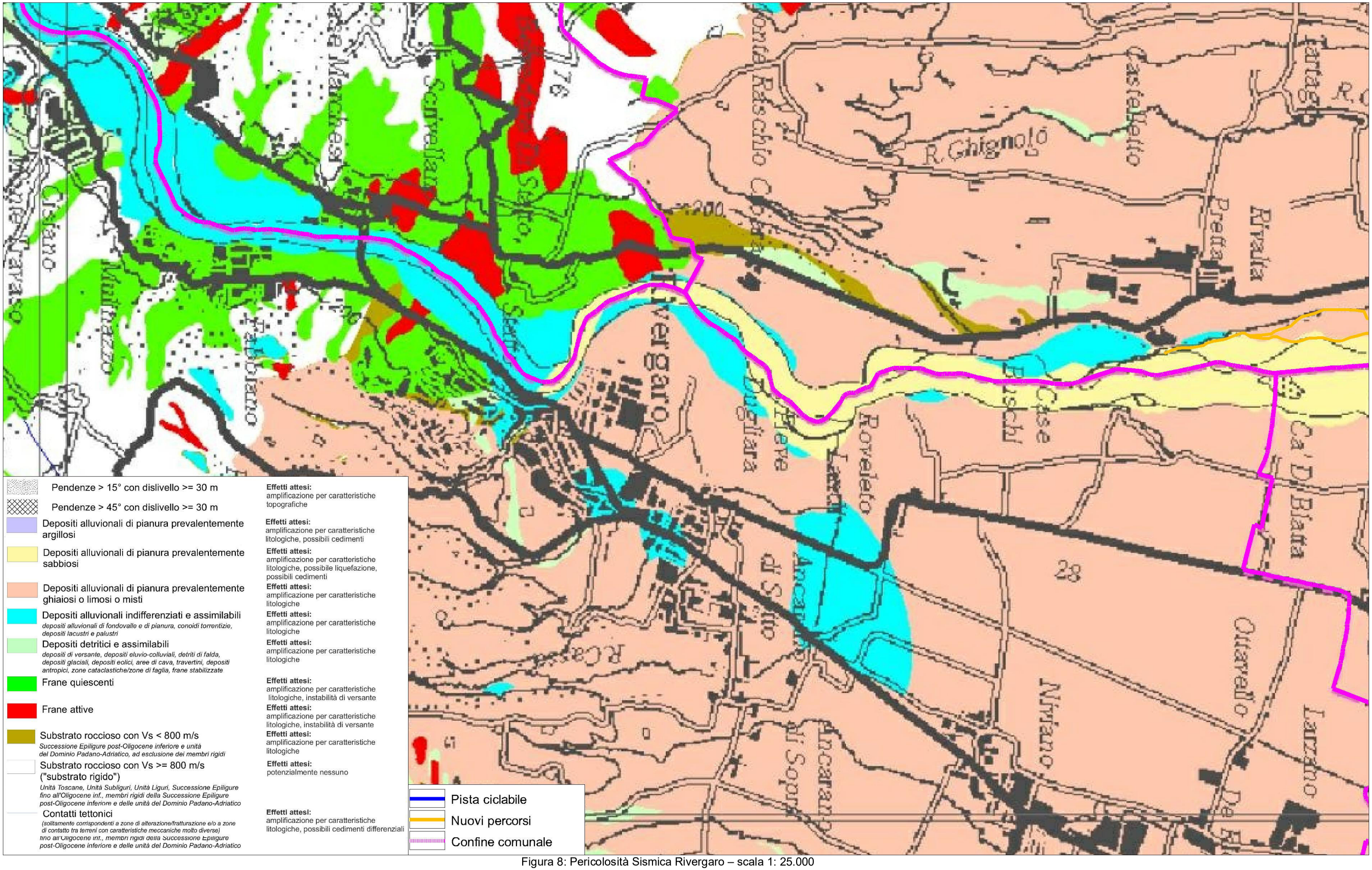


Figura 8: Pericolosità Sismica Rivergaro – scala 1: 25.000

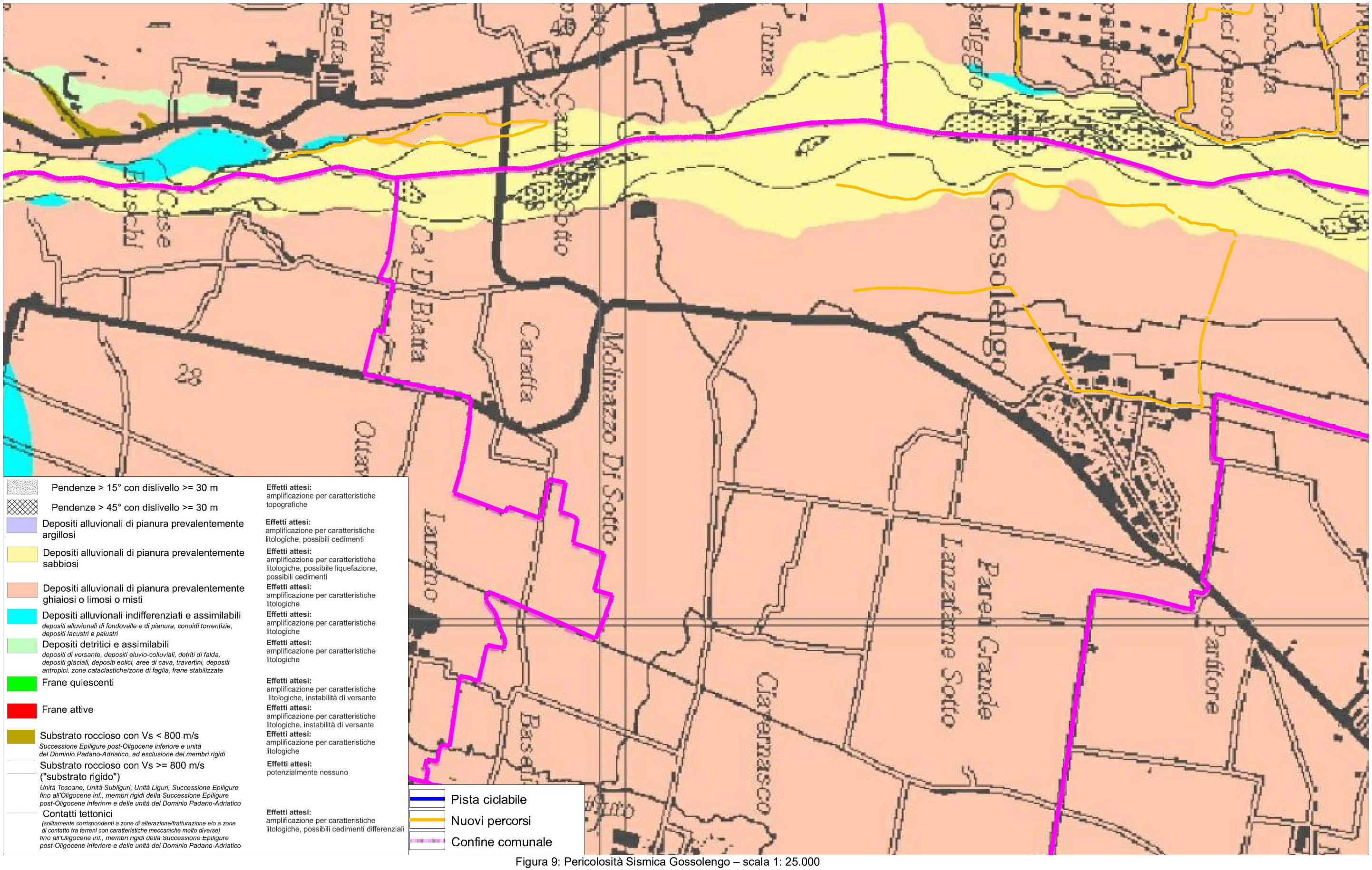
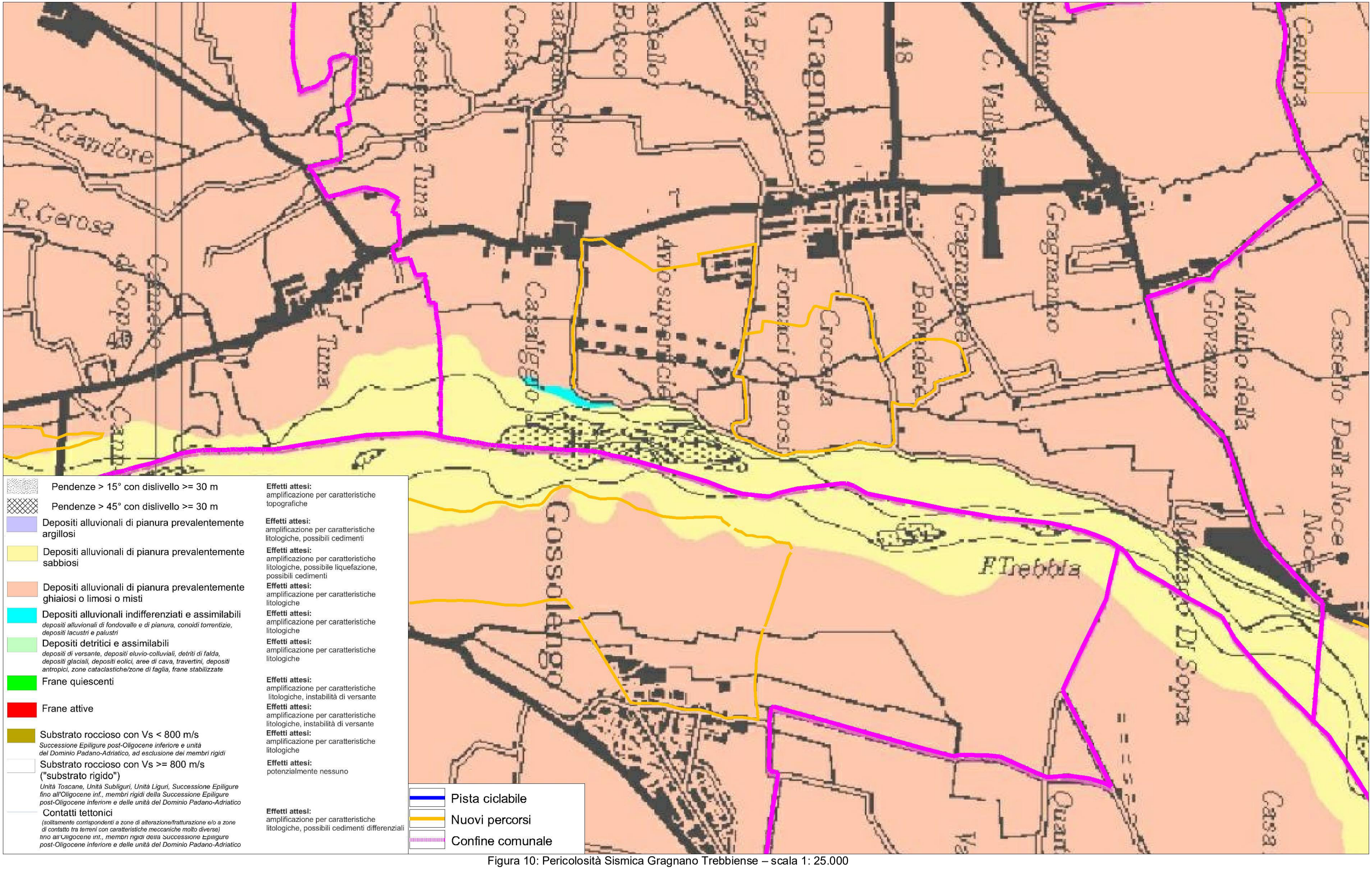


Figura 9: Pericolosità Sismica Gossolengo – scala 1: 25.000


Pendenze > 15° con dislivello >= 30 m
Pendenze > 45° con dislivello >= 30 m
Depositi alluvionali di pianura prevalentemente argillosi
Depositi alluvionali di pianura prevalentemente sabbiosi
Depositi alluvionali di pianura prevalentemente ghiaiosi o limosi o misti
Depositi alluvionali indifferenziati e assimilabili
depositi alluvionali di fondovalle e di pianura, conoidi torrentizie, depositi lacustri e palustri
Depositi detritici e assimilabili
depositi di versante, depositi eluvio-colluviali, detriti di falda, depositi glaciali, depositi eolici, aree di cava, travertini, depositi antropici, zone cataclastiche/zone di faglia, frane stabilizzate
Frane quiescenti
Frane attive
Substrato roccioso con Vs < 800 m/s
Successione Epiligure post-Oligocene inferiore e unità del Dominio Padano-Adriatico, ad esclusione dei membri rigidi
Substrato roccioso con Vs >= 800 m/s ("substrato rigido")
Unità Toscane, Unità Subliguri, Unità Liguri, Successione Epiligure fino all'Oligocene inf., membri rigidi della Successione Epiligure post-Oligocene inferiore e delle unità del Dominio Padano-Adriatico
Contatti tettonici
(solitamente corrispondenti a zone di alterazione/fratturazione e/o a zone di contatto tra terreni con caratteristiche meccaniche molto diverse) fino all'Oligocene inf., membri rigidi della Successione Epiligure post-Oligocene inferiore e delle unità del Dominio Padano-Adriatico
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche topografiche
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, possibili cedimenti
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, possibile liquefazione, possibili cedimenti
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, instabilità di versante
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, instabilità di versante
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
Effetti attesi: potenzialmente nessuno
Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, possibili cedimenti differenziali
Pista ciclabile
Nuovi percorsi
Confine comunale
Gragnano
Gragnanello
Gragnanino
Gragnanello
Gragnanello
Gragnanello

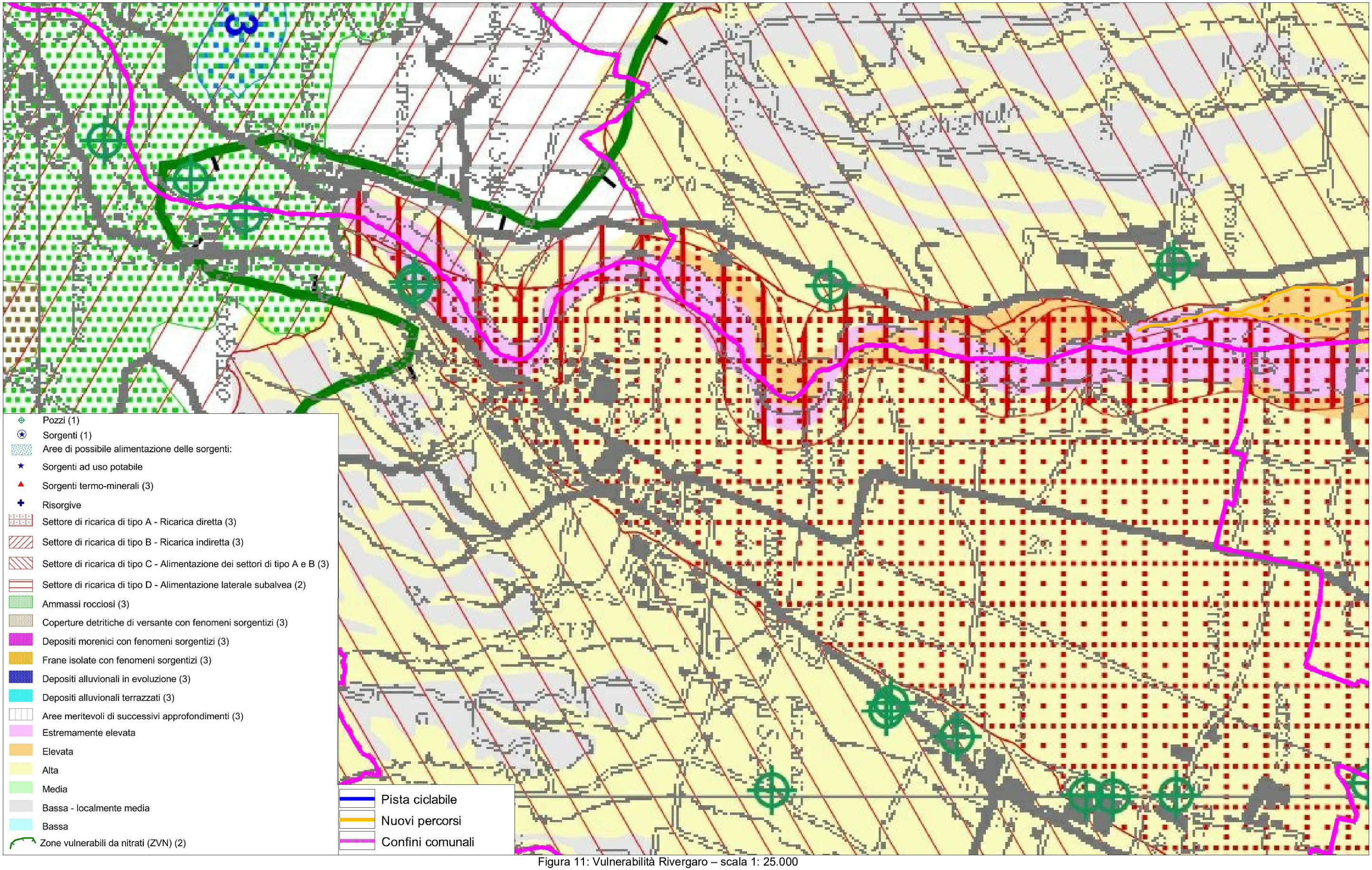


Figura 11: Vulnerabilità Rivergaro – scala 1: 25.000

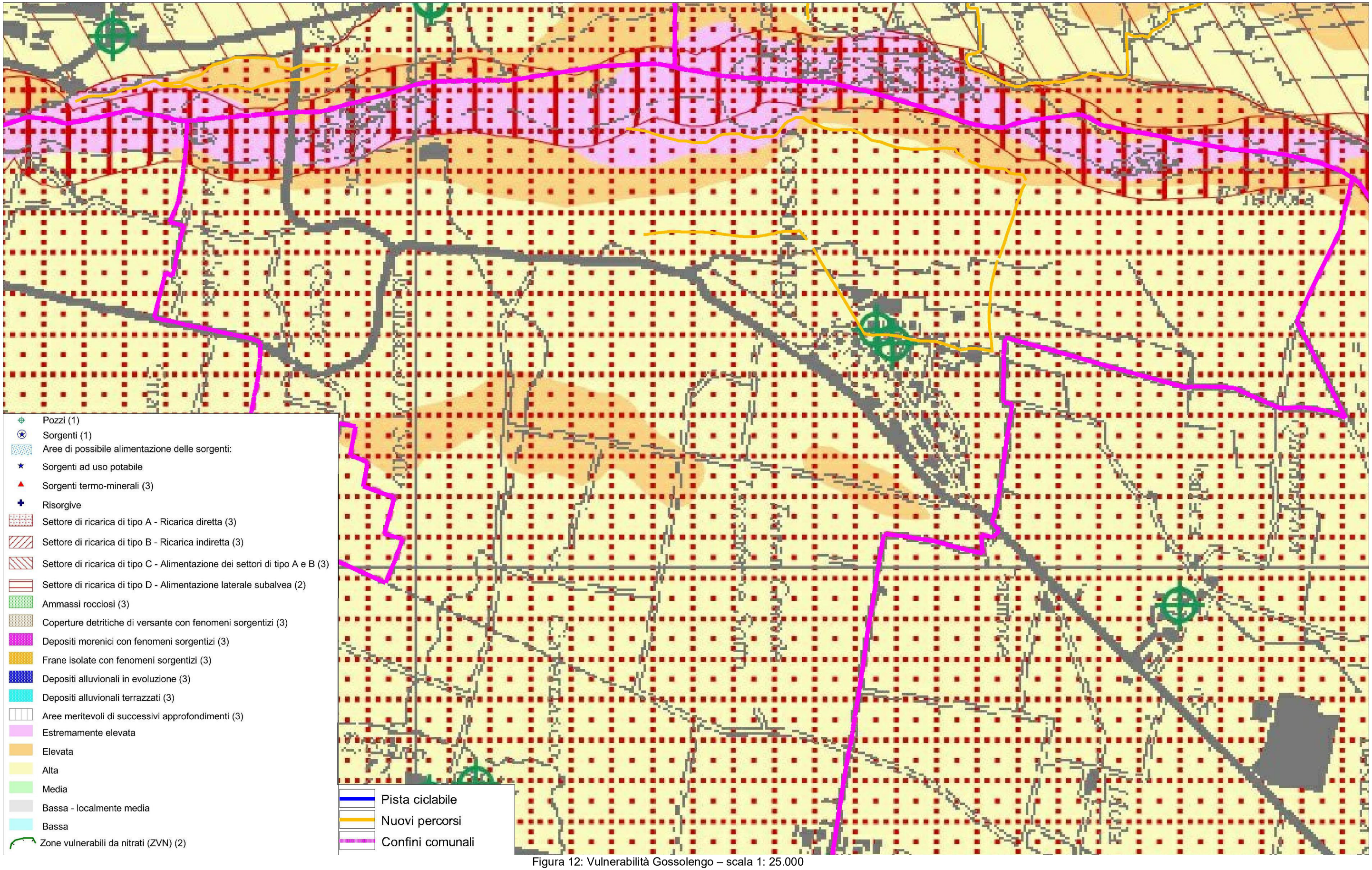


Figura 12: Vulnerabilità Gossolengo – scala 1: 25.000

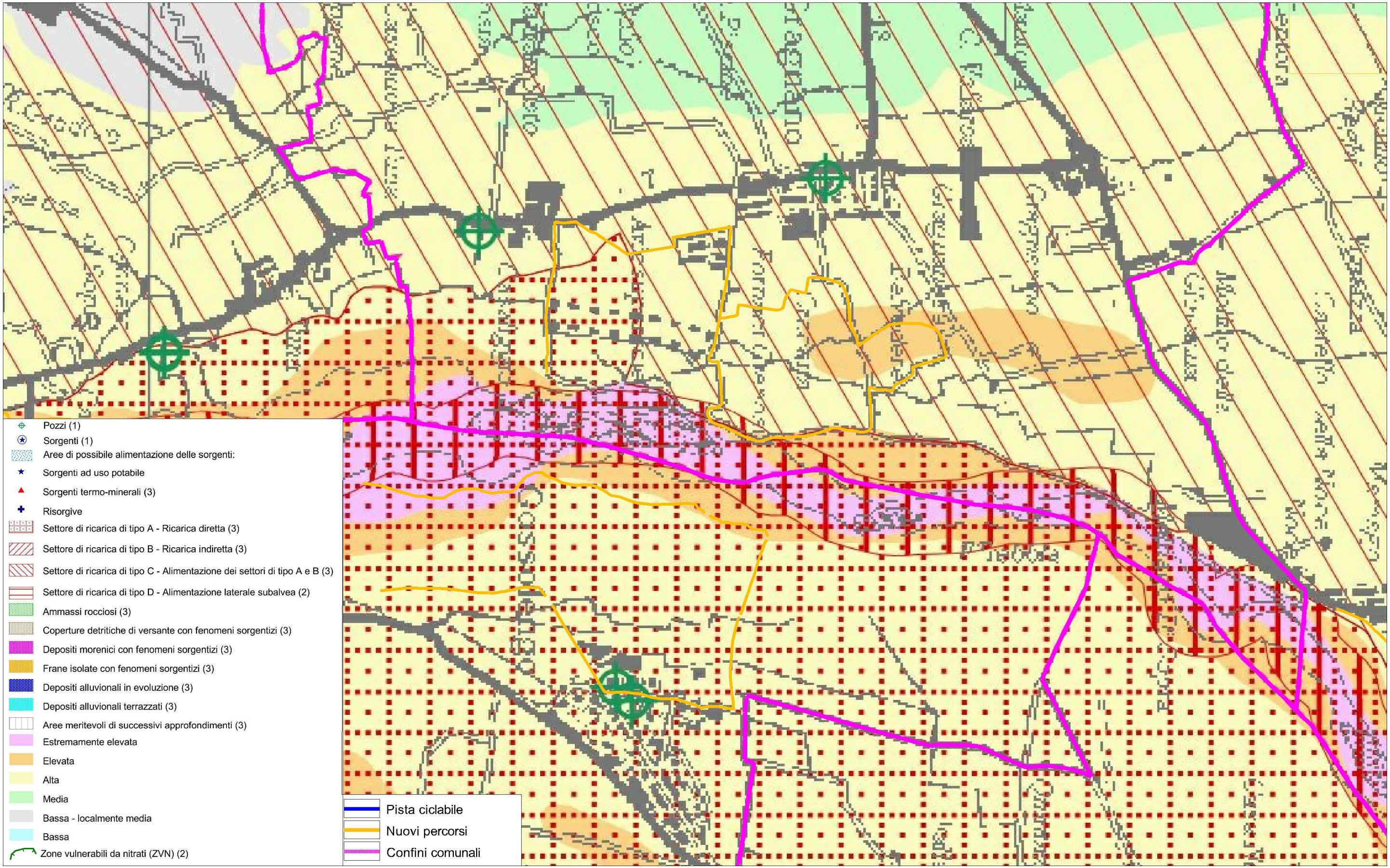


Figura 13: Vulnerabilità Gragnano Trebbiense – scala 1: 25.000

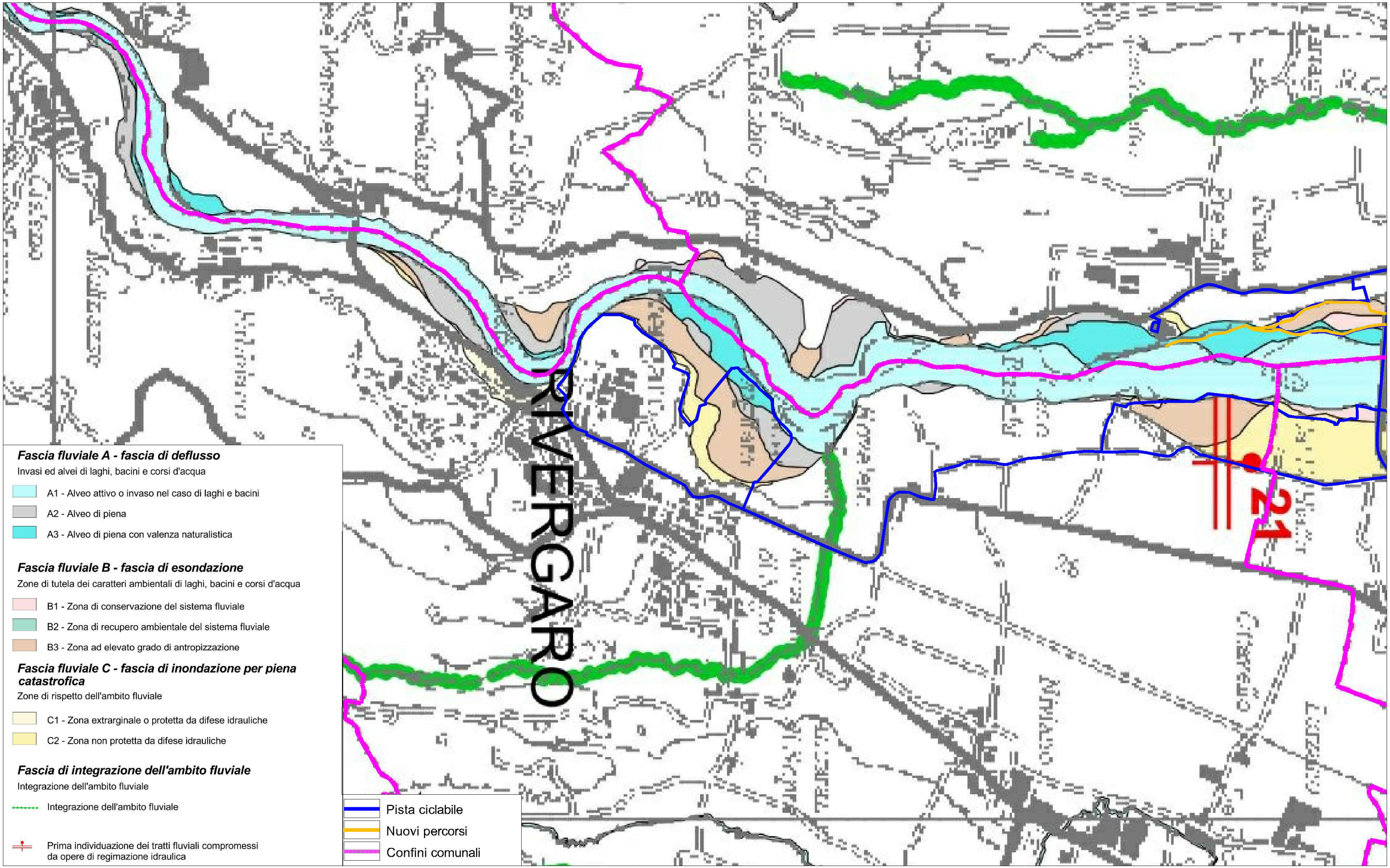


Figura 14: Fasce fluviali Rivergaro – scala 1: 25.000

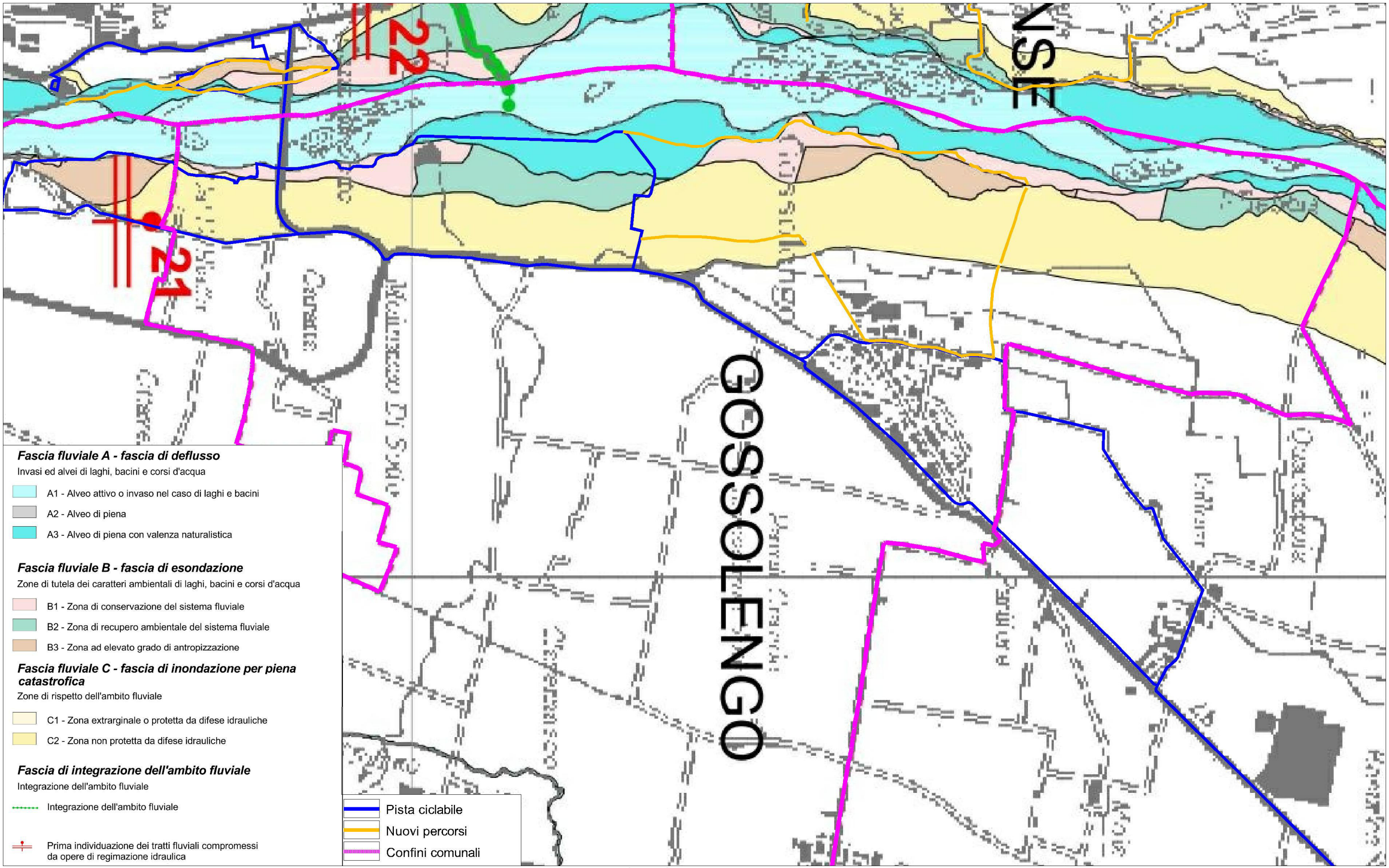


Figura 15: Fasce fluviali Gossolengo – scala 1: 25.000

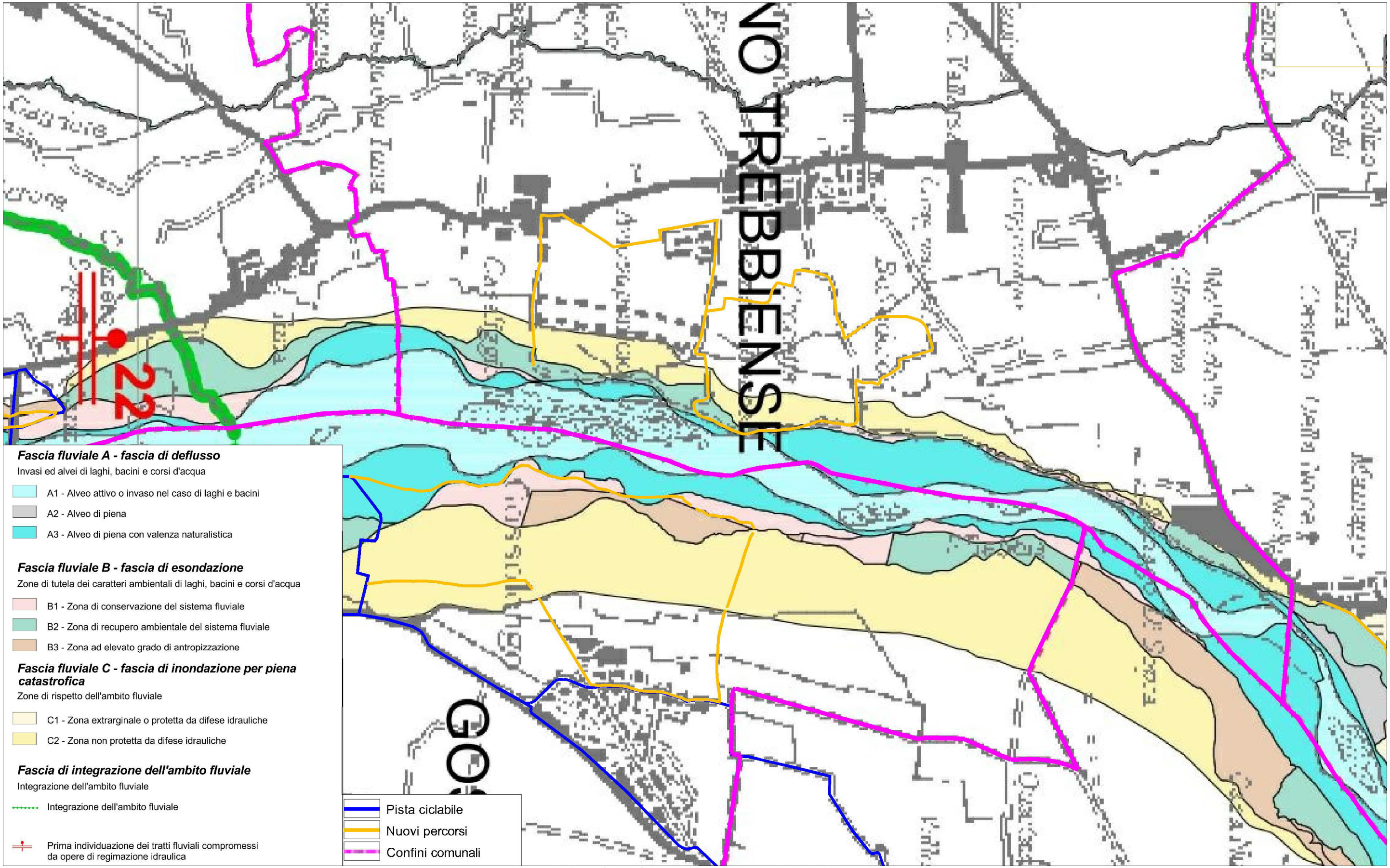


Figura 16: Fasce fluviali Gragnano Trebbiense – scala 1: 25.000

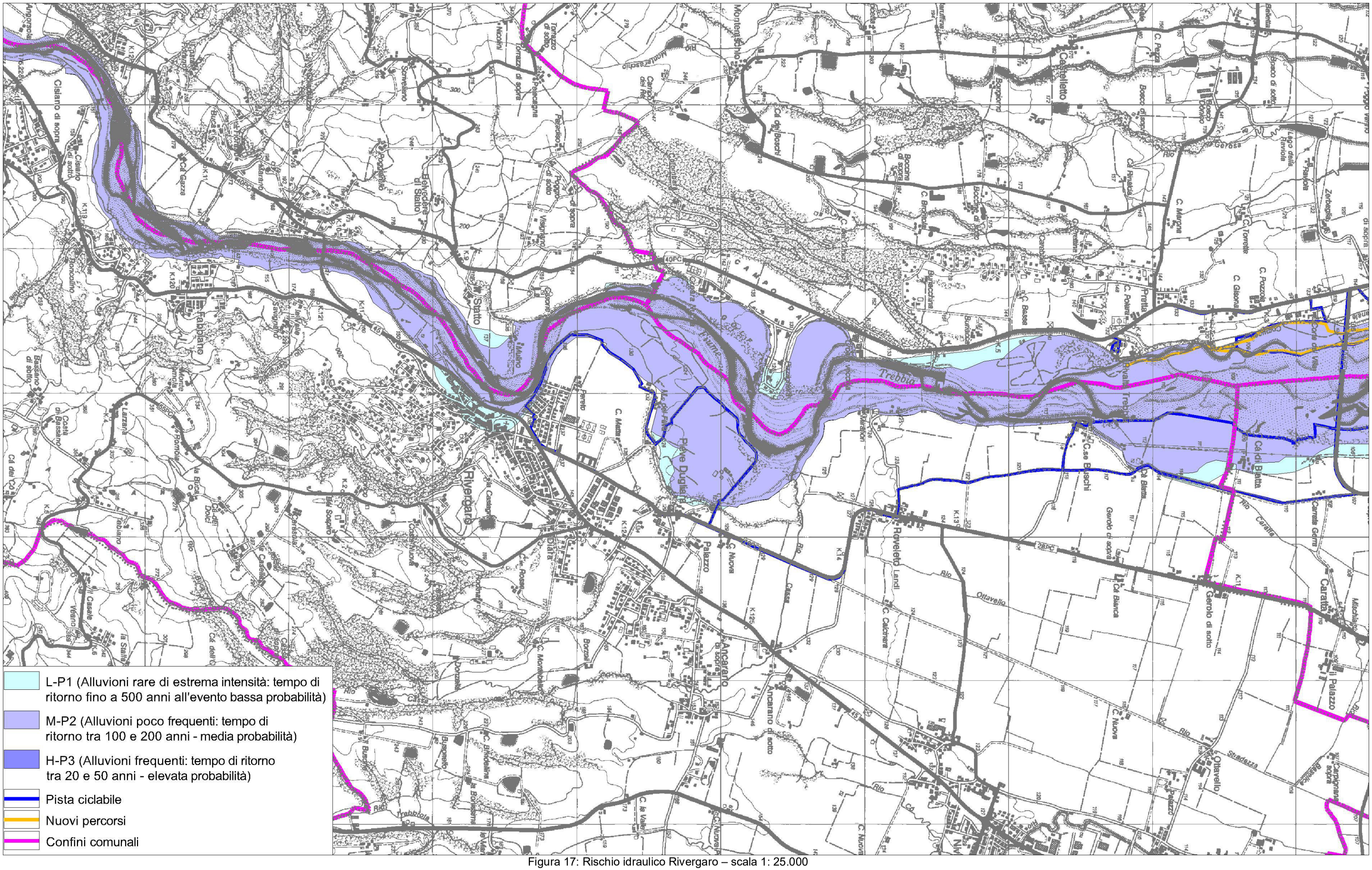
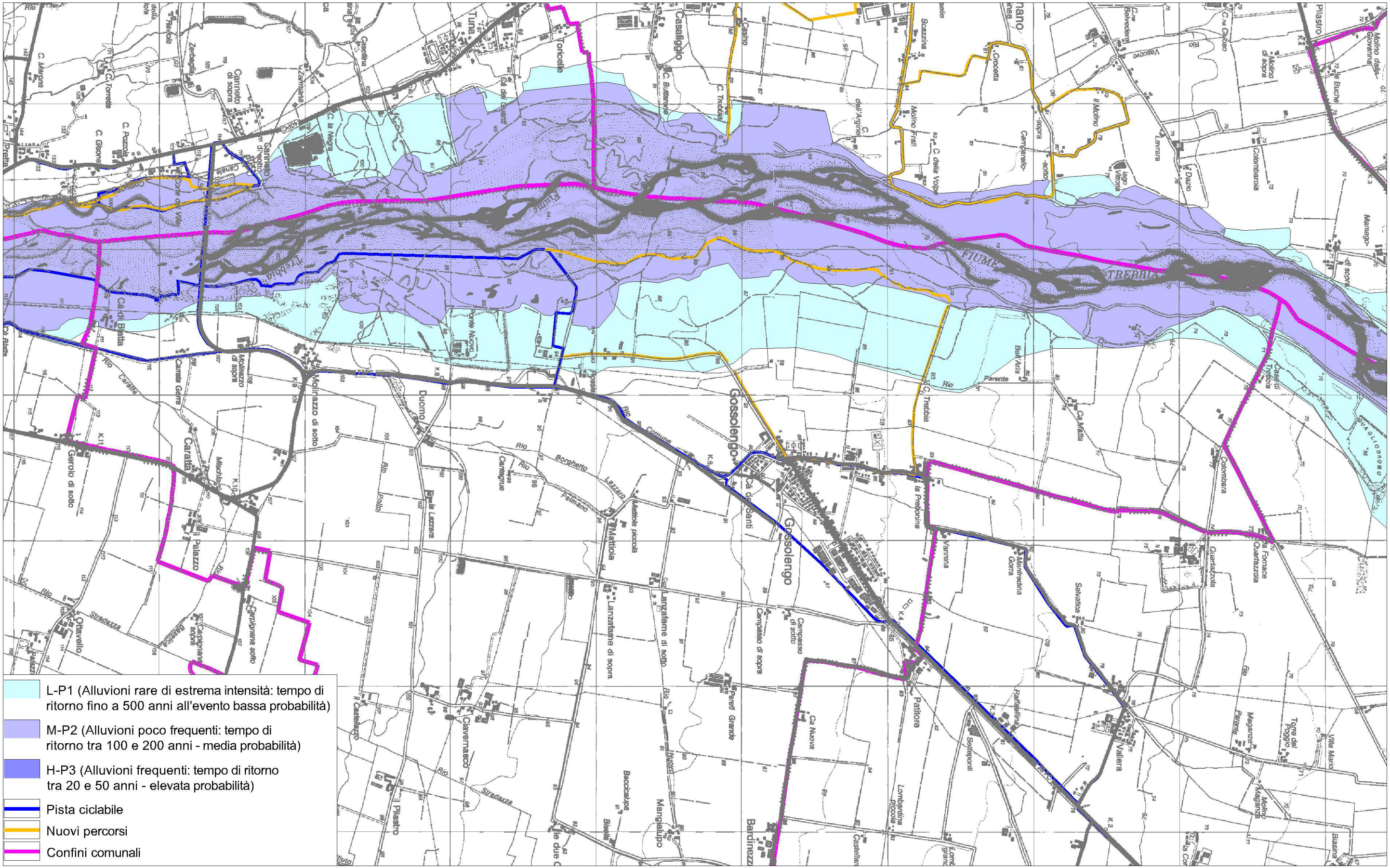


Figura 17: Rischio idraulico Rivergaro – scala 1: 25.000


L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni all'evento bassa probabilità)
M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
Pista ciclabile
Nuovi percorsi
Confini comunali
FIUME TREBBIA
Gossolengo
Pilastro
Pattore
Trebbia
Rio Carretta
Rio Comune
Rio Borghetto
Rio Parente
Stradazza
Ponte Nuovo
Duomo
Mollinazzo di sotto
Mollinazzo di sopra
Garolo di sotto
Palazzo
Ottavello
Castellazzo
Il Pilastro
Ciavernasco
Le due C.
Mattiola
Mattiola piccola
Lanzafame di sotto
Lanzafame di sopra
Campasso di sopra
Campasso di sotto
Paretone Grande
Baccialupa
Bisiola
Mangialupo
Barcinezza
Ca Nuova
Ca' dei Santi
Ca Matta
Vannina
Monfredina Gorra
Salvatica
Quartazzola
Colombara
Vallera
Raffaellina
Sottoponti
Lombardina piccola
Lombardina grande
Castellaro
Maganza
Molino Maganza
Torre del Poggio
Villa Marini
Biasina
Molino di sopra
Molino della Giovanna
Le Buche
Colombarola
Dazio
Levrera
Molino Vittoria
Il Molino
Campanello-sotto
Molino Frati
Scazzina
Crocetta
Ca' Belvedere
Vasconovo
Rio Oleoso
Ca' dell'Argine
Ca' della Volpe
Casino
Ca' Trebbia
Casalfoggio
C. Buzzarone
Torricelle
Tunna
Casellina
Zerbeglia
Zerbeglia
Cannetto di sopra
Cannetto di sotto
Cà di Biotta
Carretta
Carretta Gerra
Mollinazzo di sopra
Mollinazzo di sotto
Carretta
Palazzo
Carpignana sopra
Carpignana sotto
Stradazza
Il Castellazzo
Rio Carmignue
Rio Paolo
Le Lazzare
Rio Lazzaro
Rio Palmaro
Rio Nuovo
Rio Paretone Grande
Rio Lanzafame
Rio Campasso
Rio Mangialupo
Rio Vannina
Rio Quartazzola
Rio Maganza
Rio Colombara
Rio Oleoso
Rio Vasconovo
Rio Levrera
Rio Molino
Rio Scazzina
Rio Crocetta
Rio Campanello
Rio Molino Frati
Rio Ca' dell'Argine
Rio Ca' della Volpe
Rio Casino
Rio Ca' Trebbia
Rio Casalfoggio
Rio Buzzarone
Rio Torricelle
Rio Tunna
Rio Casellina
Rio Zerbeglia
Rio Cannetto di sopra
Rio Cannetto di sotto
Rio Cà di Biotta
Rio Carretta Gerra
Rio Mollinazzo di sopra
Rio Mollinazzo di sotto
Rio Garolo di sotto
Rio Palazzo
Rio Ottavello
Rio Carpignana sopra
Rio Carpignana sotto
Rio Stradazza
Rio Castellazzo
Rio Pilastro
Rio Ciavernasco
Rio Le due C.
Rio Mattiola
Rio Mattiola piccola
Rio Lanzafame di sopra
Rio Lanzafame di sotto
Rio Campasso di sopra
Rio Campasso di sotto
Rio Paretone Grande
Rio Baccialupa
Rio Bisiola
Rio Mangialupo
Rio Barcinezza
Rio Ca Nuova
Rio Ca' dei Santi
Rio Ca Matta
Rio Vannina
Rio Monfredina Gorra
Rio Salvatica
Rio Quartazzola
Rio Colombara
Rio Vallera
Rio Raffaellina
Rio Sottoponti
Rio Lombardina piccola
Rio Lombardina grande
Rio Castellaro
Rio Maganza
Rio Molino Maganza
Rio Torre del Poggio
Rio Villa Marini
Rio Biasina
Rio Molino di sopra
Rio Molino della Giovanna
Rio Le Buche
Rio Colombarola
Rio Dazio
Rio Levrera
Rio Molino Vittoria
Rio Il Molino
Rio Campanello-sotto
Rio Molino Frati
Rio Scazzina
Rio Crocetta
Rio Ca' Belvedere
Rio Vasconovo
Rio Oleoso
Rio Ca' dell'Argine
Rio Ca' della Volpe
Rio Casino
Rio Ca' Trebbia
Rio Casalfoggio
Rio C.

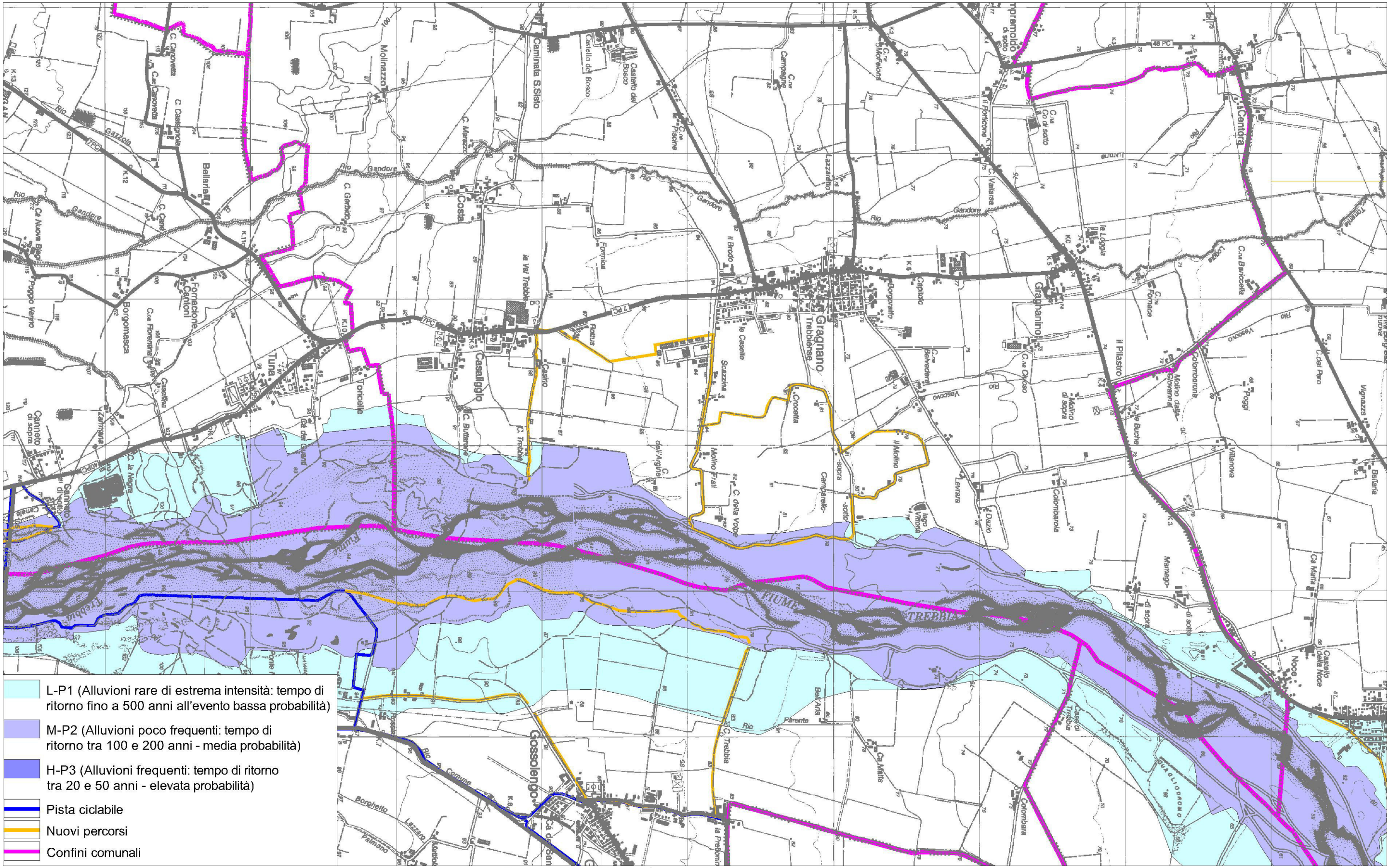


Figura 19: Rischio idraulico Gragnano Trebbiense – scala 1: 25.000