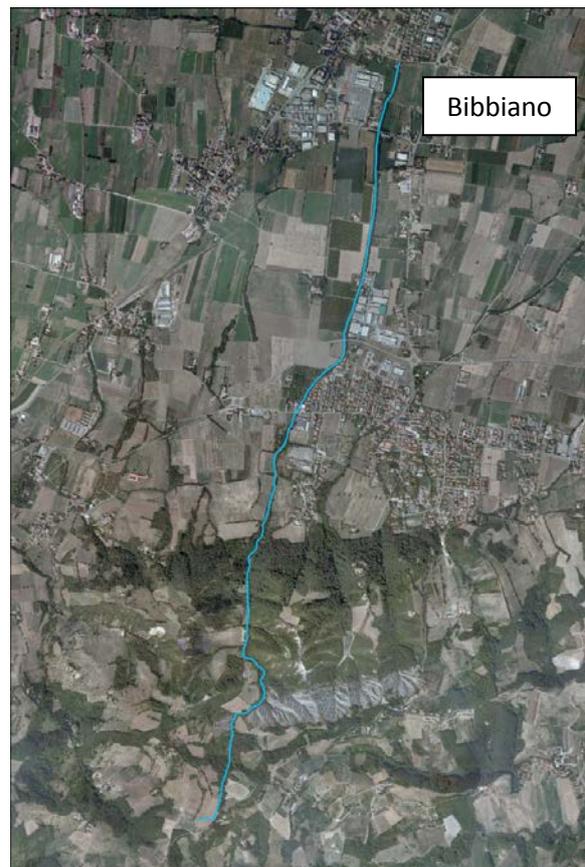


3 Applicazione

3.1 Rio Enzola

3.1.1 Inquadramento generale del bacino

Il Rio Enzola (Figura 2) origina nelle colline caratterizzate dalla presenza di formazioni calanchive (Figura 3) presenti a monte dell'abitato di Quattro Castella, ove scorre in una stretta vallecchia affiancato su gran parte del percorso da una strada sterrata; il rio percorre l'ultimo tratto collinare scorrendo in un alveo naturalmente incassato compreso tra ripidi versanti, per poi entrare nell'alta pianura delimitato da terreni coltivati lievemente pendenti verso il rio. Fino all'attraversamento di via De Gasperi (Figura 4) il rio scorre in un alveo privo di opere che ne limitano la dinamica laterale, sebbene in parte affiancato nell'ultima porzione di questo tratto da una strada sterrata. L'attraversamento della suddetta strada avviene mediante scatolare, cui segue un salto di fondo artificiale e un breve tratto tombato, dal quale il rio esce arginato pensile. Tale assetto strutturale è mantenuto dal rio sino alle porte del comune di Bibbiano ove termina il tratto in studio, punto in cui è presente uno scaricatore che permette alle acque di piena di aggirare il centro di Bibbiano, evitando che entrino nel tratto tombato presente nell'abitato.



Bibbiano

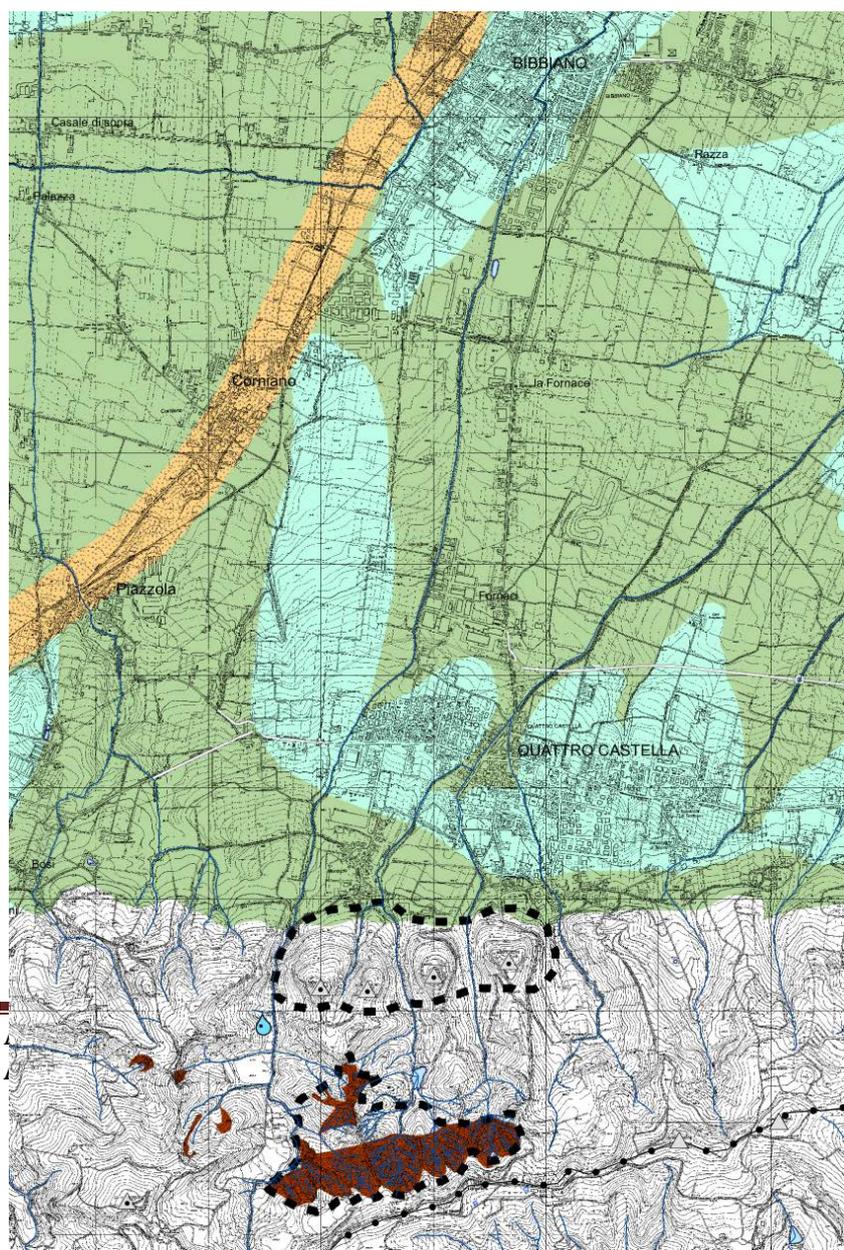


Figura 2 – Inquadramento generale del Rio Enzola

gici dell'intera area di studio

-  Calanchi
-  Limi e argille prevalenti
-  Ghiaie prevalenti

Figura 3 – Elementi fisico-morfologici nel bacino del Rio Enzola. (Fonte: Carta degli elementi fisico-geomorfologici – Tavola 1 – Allegato 6 – Quadro Conoscitivo – PTCP Reggio Emilia)

Negli ultimi decenni si è assistito ad un deciso aumento delle superfici urbanizzate (Figura 4), che ha portato al tombinamento più sopra citato nell'attraversamento di Quattro Castella.

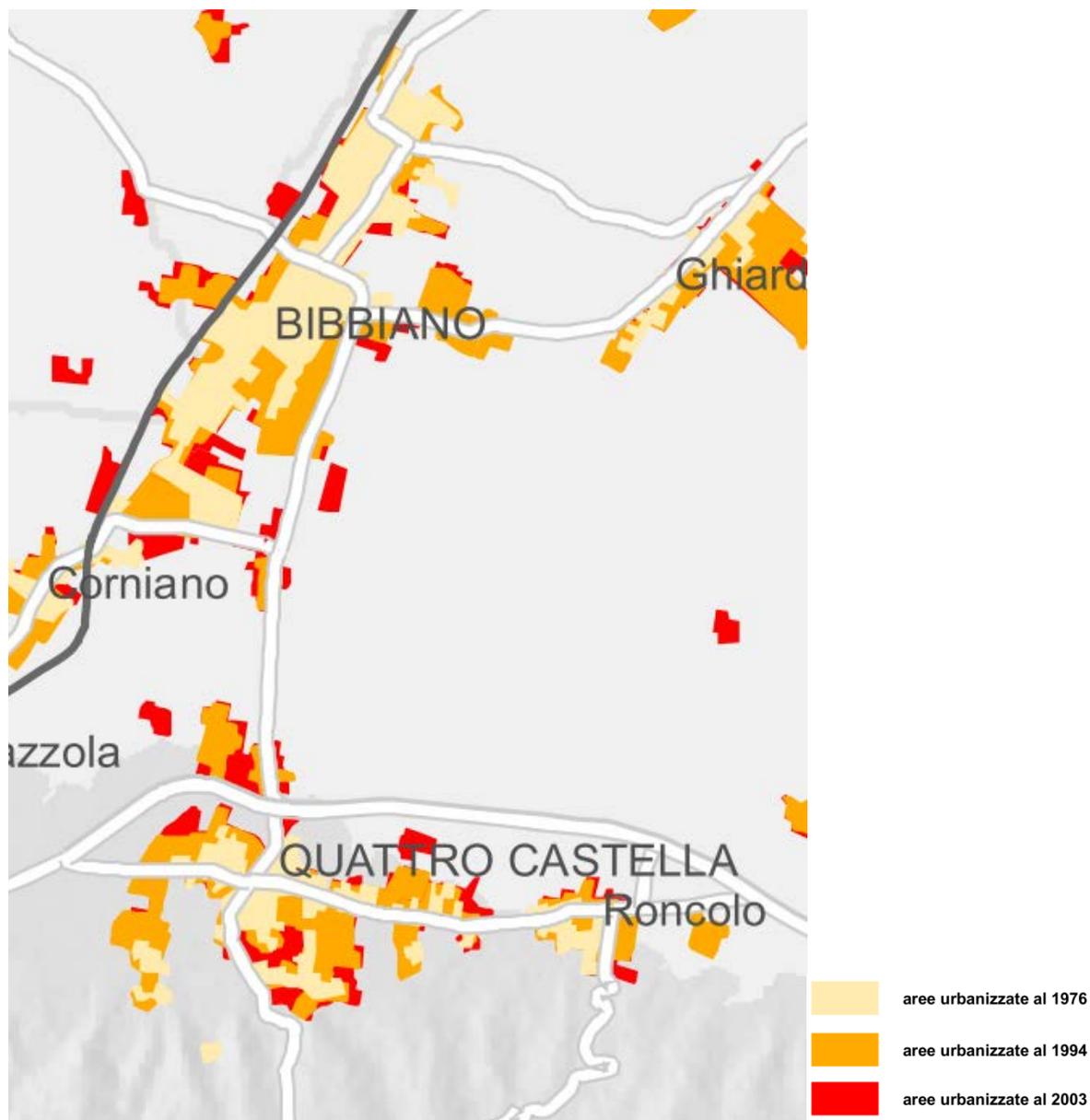


Figura 4 – Evoluzione dell’urbanizzazione nei Comuni di Quattro Castella e Bibbiano (Fonte: Tavola 14 “Sistema insediativo contemporaneo” - Evoluzione del territorio urbanizzato – Quadro conoscitivo PTCP Reggio Emilia)

Lo schema sinottico del rio (Figura 5) mostra le principali caratteristiche del rio sopra descritte, mentre il profilo di fondo illustra i principali cambi di pendenza che caratterizzano il rio (Figura 6).

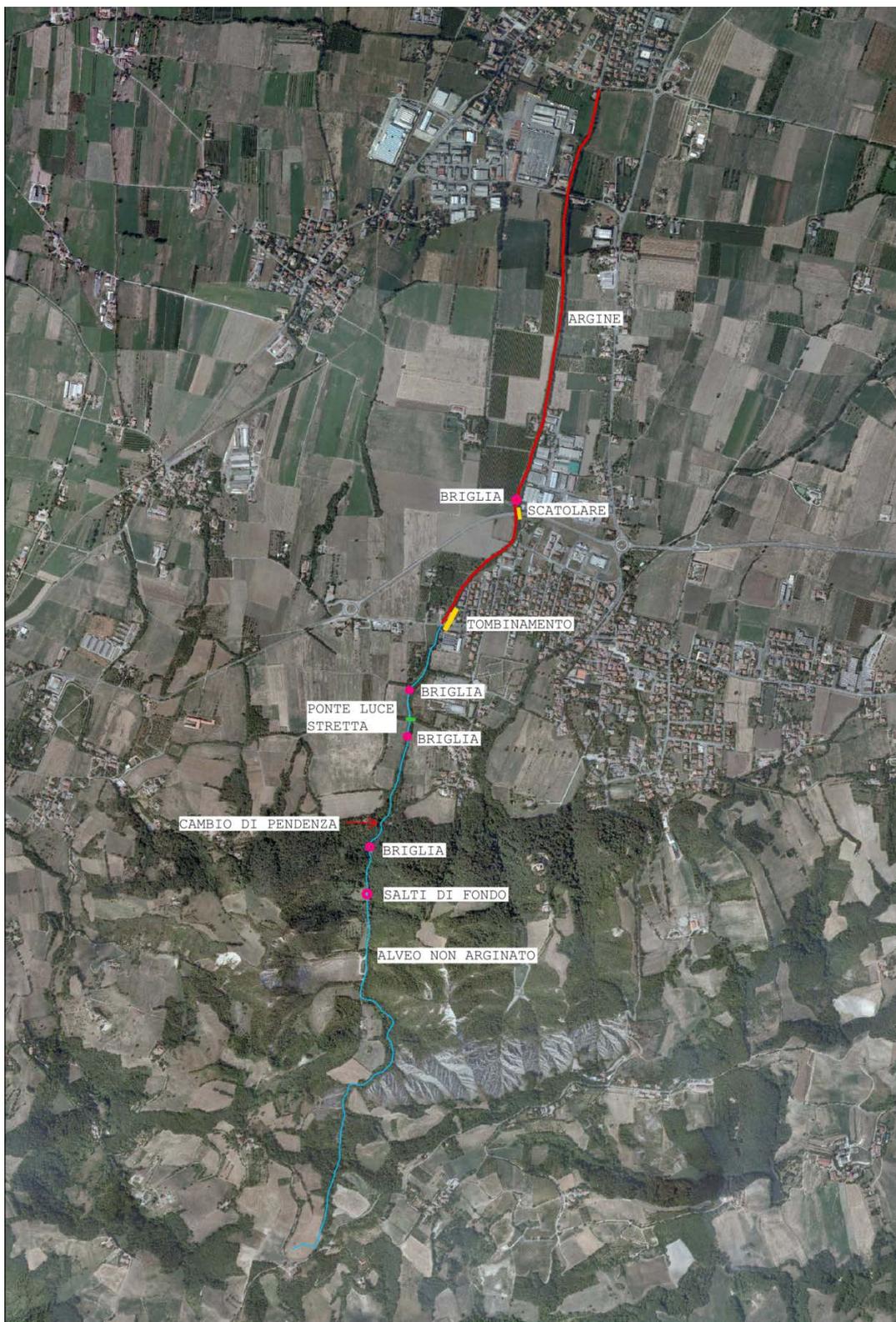
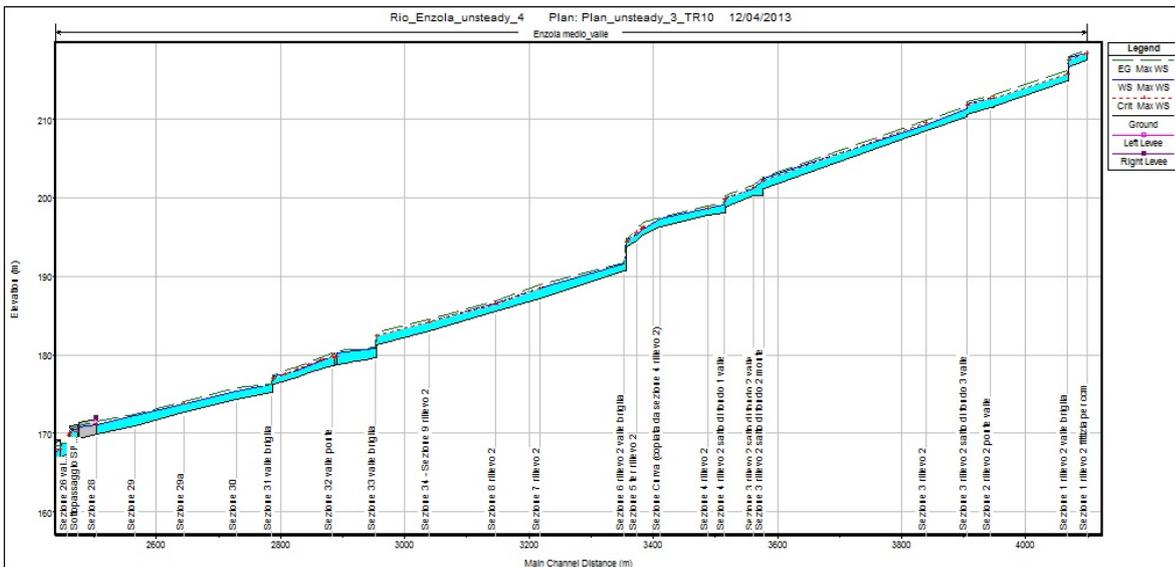
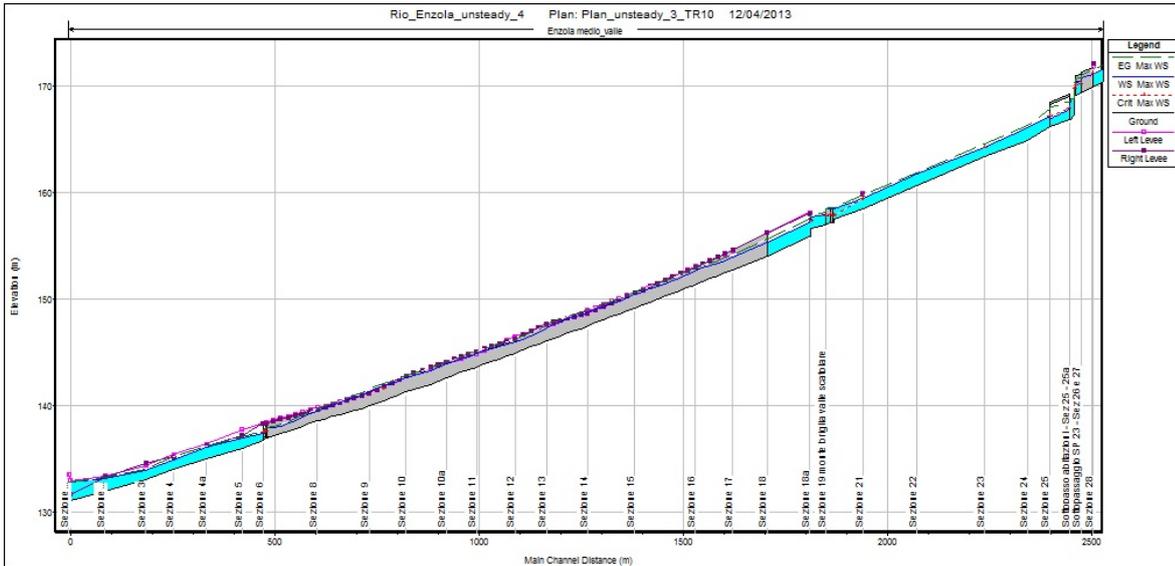


Figura 5 - Schema sinottico del Rio Enzola: principali caratteristiche e opere (in rosso l'alveo arginato, in azzurro quello non arginato)



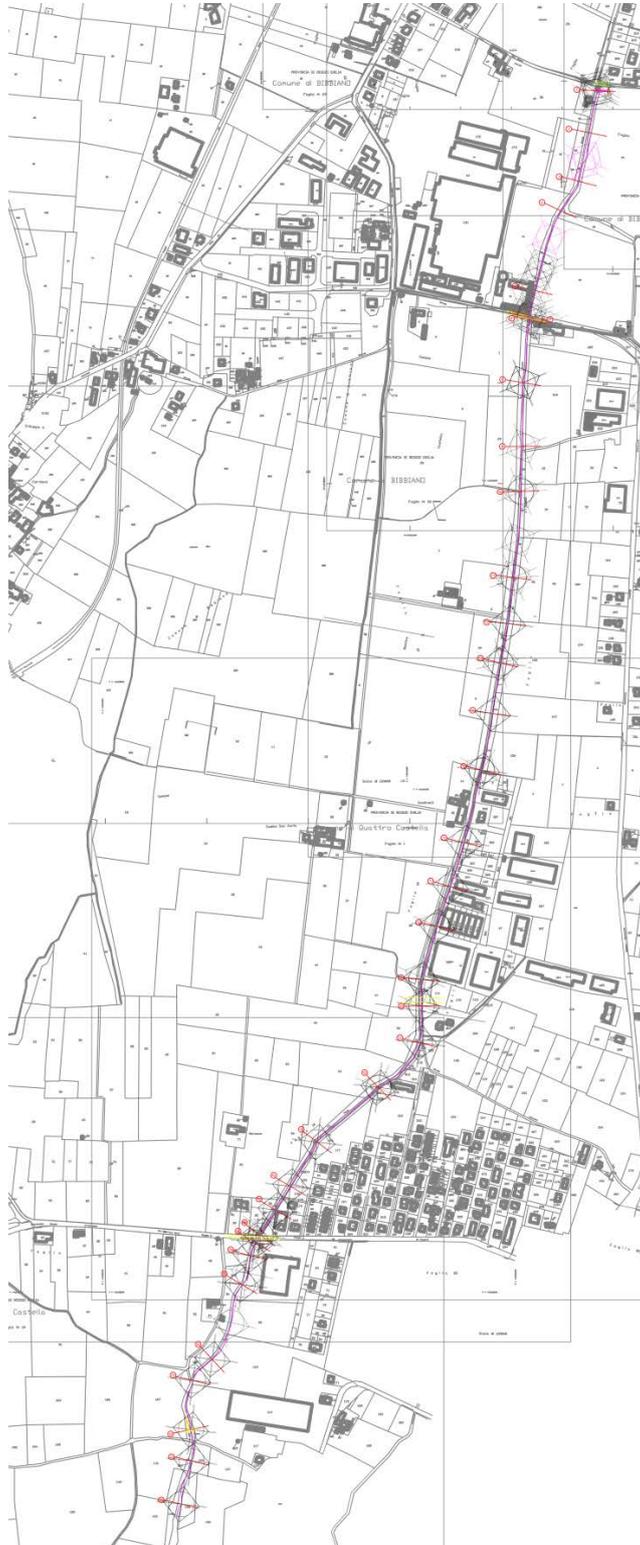




Figura 6 - Nella pagina precedente: profilo di fondo del Rio Enzola. Tratto arginato (in alto) e tratto non arginato (in basso). Nella presente pagina: sezioni di rilievo indicate nel profilo di fondo.

3.1.2 Utilizzo qualitativo dell'indice IQM sul Rio Enzola

3.1.2.1 Inquadramento e suddivisione del corso d'acqua in tratti

3.1.2.1.1 Inquadramento e definizione delle unità fisiografiche (STEP 1)

Il bacino del rio in studio può essere suddiviso nelle seguenti unità fisiografiche, a cui corrispondono i relativi segmenti individuati intersecando il rio con le unità fisiografiche individuate (Figura 7):

- Area collinare appenninica → segmento collinare confinato
- Alta pianura → segmento alta pianura

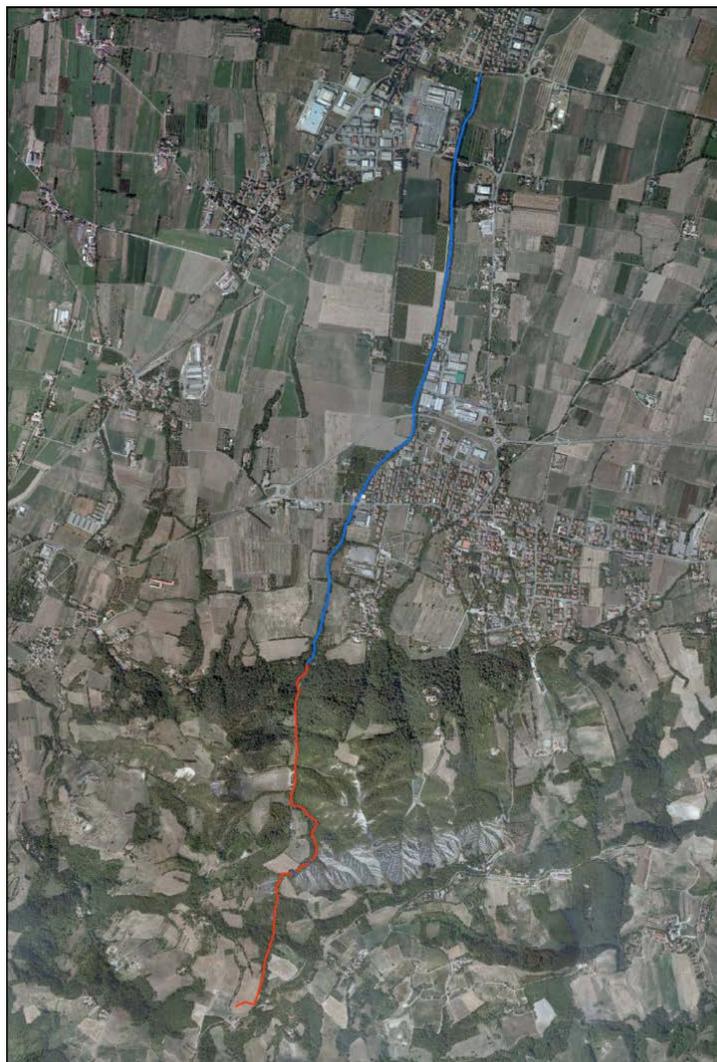


Figura 7 – Segmenti fisiografici del Rio Enzola: collinare confinato (rosso); alta pianura (blu)

3.1.2.1.2 Definizione del grado di confinamento (STEP 2)

Nell'applicazione in esame, come ricordato in premessa, l'attribuzione delle classi dei diversi parametri in analisi avviene in modo qualitativo senza prevedere ad una misura quantitativa degli stessi.

Il grado di confinamento dei segmenti in cui è suddiviso il rio in studio è il seguente:

- Area collinare appenninica: confinato
- Alta pianura: non confinato

3.1.2.1.3 Definizione della morfologia dell'alveo (STEP 3)

Nell'applicazione in esame, come ricordato in premessa, l'attribuzione delle classi dei diversi parametri in analisi avviene in modo qualitativo senza prevedere ad una misura quantitativa degli stessi.

Nel caso del rio in studio i segmenti precedentemente individuati sono caratterizzati il primo da una morfologia fluviale omogenea ed il secondo da due morfologie differenziate, conseguenti all'artificializzazione subita dal rio nella porzione terminale del tratto analizzato.

Le morfologie fluviali presenti lungo il rio in studio sono quindi tre (Figura 8):

- **confinato a canale singolo, alveo a fondo mobile, letto piano** (nel segmento corrispondente all'area collinare appenninica)
- **non confinato sinuoso** (nella prima porzione del segmento corrispondente all'alta pianura)
- **non confinato rettilineo** (nella seconda porzione del segmento corrispondente all'alta pianura)

Le tipologie fluviali basate sulla forma planimetrica (si escludono quindi gli alvei confinati) presenti lungo il rio sono così definite:

- **Rettilineo.** Si tratta di corsi d'acqua a canale singolo, quindi con indice di intrecciamento generalmente pari o prossimo ad 1, e con un indice di sinuosità inferiore ad 1.05 (BRICE, 1975; MALAVOI & BRAVARD, 2010). In genere sono indicativi di situazioni artificiali
- **Sinuoso.** A differenza dei rettilinei, gli alvei di tipo sinuoso hanno un indice di sinuosità superiore ad 1.05 (Figura 4.12). BRICE (1984) che indica alvei a bassa sinuosità quando l'indice è inferiore ad 1.3, e sinuoso-meandriiformi quando è superiore, ma il valore superiore comunemente più accettato, che separa i sinuosi dai meandriiformi, è quello di 1.5 (LEOPOLD & WOLMAN, 1957).



Figura 8 – Morfologie fluviali presenti nel Rio Enzola: confinato a canale singolo (verde); sinuoso (giallo); rettilineo (viola)

3.1.2.1.4 Suddivisione finale in tratti (STEP 4)

I tratti individuati lungo il Rio Enzola sono (Figura 9):

- **Tratto 1:** coincide con il segmento confinato a canale singolo presente nell'area collinare appenninica
- **Tratto 2:** coincide con il segmento non confinato sinuoso presente nell'alta pianura
- **Tratto 3:** coincide con il segmento non confinato rettilineo presente nell'alta pianura

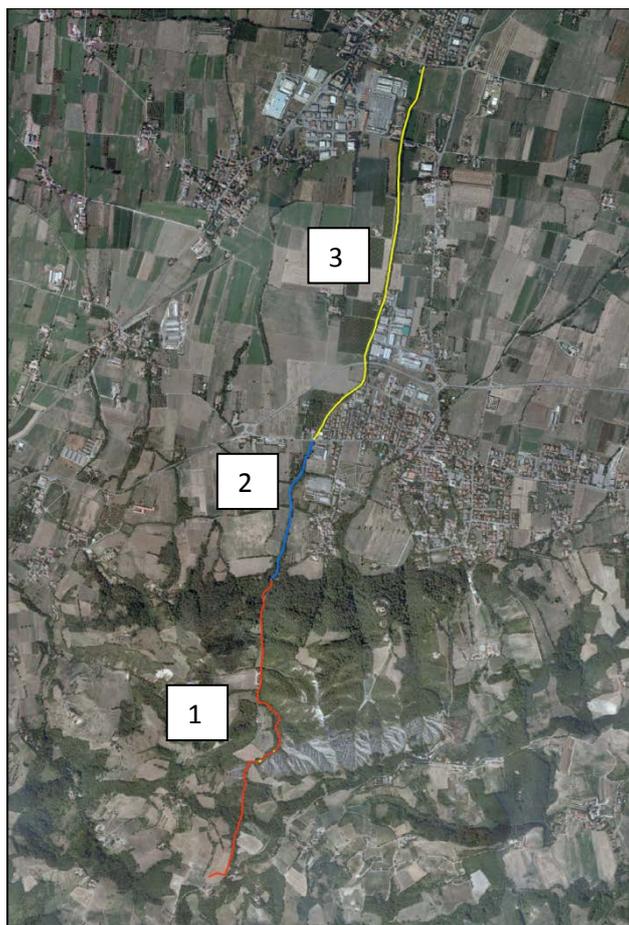


Figura 9 – Tratti in cui è suddiviso il Rio Enzola

3.1.2.2 Valutazione dello stato attuale del corso d'acqua

Si presenta di seguito la valutazione dello stato morfologico attuale dei tratti individuati nella fase precedente.

3.1.2.2.1 Tratto 1

- Funzionalità
 - Continuità

F1 - Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso

Classe B: Lieve alterazione della continuità di flusso di sedimenti e materiale legnoso, ovvero la maggior parte del materiale solido riesce a transitare lungo il tratto.

Descrizione specifica: nella parte terminale del tratto è presente un breve tratto intubato che può peggiorare il passaggio del materiale legnoso verso valle.

F3 - Connessione tra versanti e corso d'acqua

Classe B: il collegamento tra versanti e corridoio fluviale si estende per una parte significativa del tratto (33÷90%).

Descrizione specifica: una delle due sponde, inizialmente sinistra e nella parte terminale del tratto a destra, non è direttamente connessa con il versante a causa della presenza di una strada sterrata.

- **Morfologia**
 - ***Configurazione morfologica***

F6 - Morfologia del fondo e pendenza della valle

Classe A: forme di fondo coerenti con la pendenza media della valle: la morfologia di fondo corrisponde a quella attesa in base alla pendenza media della valle lungo il tratto.

Descrizione specifica: non sono presenti opere che alterano in modo significativo il fondo dell'alveo.

F7 - Forme e processi tipici della configurazione morfologica

Campi di applicazione: nel caso di confinati si applica solo ad alvei a canali multipli o wandering.

Nell'applicazione in esame tale indicatore non è considerato in virtù della morfologia a canale singolo presente.

- ***Configurazione sezione***

F9 - Variabilità della sezione

Classe C: presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzioni significative del tratto (> 33%): la sezione (larghezza e profondità) è pressoché omogenea lungo una porzione significativa del tratto (> 33%), e/o assenza di zone di separazione della corrente adiacenti alle sponde. Oppure presenza di alterazioni solo da un lato dell'alveo per > 66% della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe).

Descrizione specifica: la strada presente alternativamente in destra e sinistra idrografica semplifica la variabilità delle sponde.

- ***Struttura e substrato alveo***

F10 - Struttura del substrato

Classe A: naturale eterogeneità della granulometria dei sedimenti in relazione alle diverse unità sedimentarie (step, pool, riffle), con situazioni di clogging poco significativo.

Descrizione specifica: non sono presenti alterazioni nella eterogeneità della granulometria del substrato

F11 - Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni

Classe A: presenza significativa di materiale legnoso: è presente del materiale legnoso di grandi dimensioni (piante, tronchi, ceppaie, rami) nell'alveo e/o sulle sponde.

Descrizione specifica: nonostante la presenza della strada che limita la presenza di vegetazione alternativamente in destra e sinistra idrografica, la sponda libera è dotata di notevoli quantità di materiale legnoso di grandi dimensioni direttamente connesso con il corso d'acqua

- **Vegetazione fascia perifluviale**

F12 - Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

Classe C: fascia delle formazioni funzionali con ampiezza $\leq 33\%$ di tutta l'eventuale piana ed i versanti adiacenti (50 m da ogni sponda, si escludono le porzioni in roccia o in frana).

Descrizione specifica: la presenza della strada limita la presenza di vegetazione, ma ove presente questa copre l'intero versante connesso.

F13 - Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde

Classe B: estensione lineare delle formazioni funzionali per una lunghezza del 33÷90% della lunghezza massima disponibile.

Descrizione specifica: la presenza della strada limita la presenza di vegetazione alternativamente in destra e sinistra idrografica, ma ove presente questa è distribuita sull'intera lunghezza disponibile.

- **Artificialità**

- **Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte**

A1 - Opere di alterazione delle portate liquide

Classe A: assenza di opere di alterazione delle portate liquide (dighe, diversivi, scolmatori, casse di espansione, immissioni artificiali).

A2 - Opere di alterazione delle portate solide

Classe A: assenza di opere che possano alterare il normale transito di sedimenti lungo il reticolo idrografico.

- **Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto**

A3 - Opere di alterazione delle portate liquide

Classe A: assenza di altre opere di alterazione delle portate liquide (diversivi, scolmatori, casse di espansione, immissioni artificiali)

A4 - Opere di alterazione delle portate solide

Classe A: assenza di qualsiasi tipo di opera di alterazione delle portate solide: non esistono opere finalizzate alla trattenuta del materiale solido e legnoso (briglie, traverse) o che comportano un'intercettazione delle portate solide (casse in linea, diga a valle) seppure non realizzate per tale scopo.

A5 - Opere di attraversamento

Classe C: presenza diffusa di opere di attraversamento (> 1 ogni 1000 m in media nel tratto).

- **Opere di alterazione della continuità laterale**

A6 - Difese di sponda

Classe C: presenza di difese di sponda per una lunghezza > 33% lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe).

Descrizione specifica: si assimila ad una difesa spondale la strada presente alternativamente sulle due sponde.

A9 - Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato

Classe B: presenza di soglie e/o rampe con densità relativamente bassa, ovvero ≤ 1 ogni n m in media nel tratto, dove n = 200 per confinati oppure semi- non confinati di ambito montano.

Descrizione specifica: è presente un breve tratto tombato (circa 10 m) il quale altera la naturalità dell'alveo, a cui segue un salto artificiale di circa 3 m.

- **Interventi di manutenzione e prelievo**

A10 - Rimozione di sedimenti

Classe A: evidenze/notizie certe di assenza di interventi di rimozione di sedimenti almeno negli ultimi 20 anni.

A11 - Rimozione di materiale legnoso

Classe B: evidenze/notizie certe di interventi di rimozione parziale negli ultimi 20 anni, ovvero solo di alcuni elementi, spesso in seguito ad eventi di piena. Vengono qui inclusi i tratti oggetto di concessione di prelievo ai privati, anche senza interventi di pulizia eseguiti degli Enti pubblici.

A12 - Taglio della vegetazione in fascia perfluviale

Classe B: vegetazione soggetta ad interventi di taglio selettivo lungo le sponde per qualsiasi lunghezza lungo il tratto, oppure di tagli a raso lungo le sponde per una lunghezza < 50% del tratto; oppure interventi di taglio a raso limitati alla fascia esterna alle sponde (negli ultimi 20 anni).

- **Variazioni morfologiche**

V1 - Variazione della configurazione morfologica

Classe B: variazioni di configurazione morfologica rispetto agli anni '50.

V2 - Variazioni di larghezza

Classe B: variazioni di larghezza (> 15%) rispetto agli anni '50.

V3 - Variazioni altimetriche

Classe A: variazioni della quota del fondo trascurabili (≤ 0.5 m).

ATTRIBUENDO AGLI INDICATORI ORA DESCRITTI I RELATIVI PUNTEGGI, SI OTTIENE UN INDICE IQM PARI A CIRCA 0,67, CORRISPONDENTE ALLO STATO "MODERATO" (SI VEDA PER I DETTAGLI LA TABELLA SUCCESSIVA).

Tabella 8 – Indice IQM per il tratto 1 del Rio Enzola

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA

Continuità

		parz.	prog.	conf.
F1	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso			
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0		
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	3		
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	5		
F3	Connessione tra versanti e corso d'acqua			
A	Pieno collegamento tra versanti e corridoio fluviale (>90% tratto)	0		
B	Collegamento per porzione significativa del tratto (33-90%)	3		
C	Collegamento per piccola porzione tratto (≤33%)	5		

Morfologia

Configurazione morfologica

F6 Morfologia del fondo e pendenza della valle (si applica a confinati a canale singolo)			
A	Forme di fondo coerenti con la pendenza media della valle	0	
B	Forme di fondo non coerenti con la pendenza media della valle	3	
C	Completa alterazione delle forme di fondo	5	

Non si applica nel caso di confinato con fondo in roccia, nonché nel caso di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare la configurazione del fondo

--

F7 Forme e processi tipici della configurazione morfologica (si applica a canali multipli o wandering)			
A	Assenza ($\leq 5\%$) di alterazioni della naturale eterogeneità di forme attesa per la tipologia fluviale	0	
B	Alterazioni per porzione limitata del tratto ($\leq 33\%$)	3	
C	Consistenti alterazioni per porzione significativa del tratto ($> 33\%$)	5	

--

Configurazione sezione

F9 Variabilità della sezione			
A	Assenza o presenza localizzata ($\leq 5\%$ tratto) di alterazioni naturale eterogeneità della sezione	0	
B	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione limitata del tratto ($\leq 33\%$)	3	
C	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione significativa del tratto ($> 33\%$)	5	

--

Struttura e substrato alveo

F10 Struttura del substrato			
A	Naturale eterogeneità sedimenti e clogging poco significativo	0	
B	Clogging accentuato in varie porzioni del sito	2	
C1	Clogging accentuato e diffuso ($> 90\%$)	5	
C2	Completa alterazione del substrato per rivestimento del fondo ($> 33\%$ tratto)	6	

Non si valuta nel caso di fondo in roccia o fondo sabbioso, nonché nel caso di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare il fondo

--

F11 Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni			
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0	
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	3	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perfluviale

--

Vegetazione fascia perfluviale

F12 Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perfluviale			
A	Ampiezza di formazioni funzionali elevata	0	
B	Ampiezza di formazioni funzionali intermedia	2	
C	Ampiezza di formazioni funzionali limitata	3	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perfluviale

--

F13 Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde			
A	Estensione lineare formazioni funzionali $> 90\%$ lunghezza massima disponibile	0	
B	Estensione lineare formazioni funzionali 33-90% lunghezza massima disponibile	3	
C	Estensione lineare formazioni funzionali $\leq 33\%$ lunghezza massima disponibile	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perfluviale

ARTIFICIALITA'

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

		parz.	prog.	conf.
A1	Opere di alterazione delle portate liquide			
A	Alterazioni nulle o poco significative ($\leq 10\%$) delle portate formative e con $TR > 10$ anni	0		
B	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate con $TR > 10$ anni	3		
C	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate formative	6		

A2 Opere di alterazione delle portate solide

A	Assenza di opere di alterazione del flusso di sedimenti o presenza trascurabile (dighe con area sottesa $< 5\%$ e/o altre opere trasversali con area sottesa $< 33\%$)	0		
B1	Presenza di dighe (area sottesa 5-33%) e/o briglie di trattenuta non colmate (area 33-66%) e/o briglie di trattenuta colmate o briglie di consolidamento (area $> 66\%$)	3		
B2	Presenza di dighe (area sottesa 33-66%) e/o briglie di trattenuta non colmate (area sottesa $> 66\%$)	6		
C1	Presenza di dighe con area sottesa $> 66\%$	9		
C2	Presenza di diga all'estremità a monte del tratto	12		

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

A3 Opere di alterazione delle portate liquide

A	Alterazioni nulle o poco significative ($\leq 10\%$) delle portate formative e con $TR > 10$ anni	0		
B	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate con $TR > 10$ anni	3		
C	Alterazioni significative ($> 10\%$) delle portate formative	6		

A4 Opere di alterazione delle portate solide

A	Assenza di qualsiasi tipo di opera di alterazione del flusso di sedimento/legname	0		
B	Presenza briglie di consolidamento ≤ 1 ogni 200 m e/o briglie aperte	4		
C	Presenza briglie di consolidamento > 1 ogni 200 m e/o briglie di trattenuta a corpo pieno oppure presenza di diga e/o vaso artificiale all'estremità a valle del tratto	6		
<i>Nel caso la densità di opere trasversali, incluse soglie e rampe (vedi A9), è > 1 ogni 100 m, aggiungere</i>		12		

A5 Opere di attraversamento

A	Assenza di opere di attraversamento	0		
B	Presenza di alcune opere di attraversamento (≤ 1 ogni 1000 m in media nel tratto)	2		
C	Presenza diffusa di opere di attraversamento (> 1 ogni 1000 m in media nel tratto)	3		

Opere di alterazione della continuità laterale

A6 Difese di sponda

A	Assenza o solo difese localizzate ($\leq 5\%$ lunghezza totale delle sponde)	0		
B	Presenza di difese per $\leq 33\%$ lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	3		
C	Presenza di difese per $> 33\%$ lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
<i>Nel caso di difese di sponda per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere</i>		12		

Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato

A9 Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato

A	Assenza soglie o rampe e rivestimenti assenti o localizzati ($\leq 5\%$ tratto)	0		
B	Presenza soglie o rampe (≤ 1 ogni 200 m) e/o rivestimenti $\leq 25\%$ permeabili e/o $\leq 15\%$ imperm.	3		
C1	Presenza soglie o rampe (> 1 ogni 200 m) e/o rivestimenti $\leq 50\%$ permeabili e/o $\leq 33\%$ imperm.	6		
C2	Presenza di rivestimenti $> 50\%$ permeabili e/o $> 33\%$ impermeabili	8		
<i>Nel caso di rivestimenti del fondo (permeabili e/o impermeabili) per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere</i>		12		

Interventi di manutenzione e prelievo

A10 Rimozione di sedimenti		
A	Assenza di interventi di rimozione di sedimenti almeno negli ultimi 20 anni	0
B	Rimozioni localizzate negli ultimi 20 anni	3
C	Rimozioni diffuse negli ultimi 20 anni	6

Non si valuta nel caso di alveo con fondo in roccia

A11 Rimozione di materiale legnoso		
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso almeno negli ultimi 20 anni	0
B	Rimozione parziale negli ultimi 20 anni	2
C	Rimozione totale negli ultimi 20 anni	5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

A12 Taglio della vegetazione in fascia perifluviale		
A	Vegetazione arborea sicuramente non soggetta ad interventi negli ultimi 20 anni	0
B	Taglio selettivo nel tratto e/o raso su $\leq 50\%$ del tratto negli ultimi 20 anni	2
C	Taglio raso su $> 50\%$ del tratto negli ultimi 20 anni	5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

VARIAZIONI MORFOLOGICHE

V1 Variazioni della configurazione morfologica <small>(si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)</small>			parz.	prog.	conf.
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0			
B	Variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	3			

V2 Variazioni di larghezza <small>(si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)</small>		
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate ($\leq 15\%$) rispetto ad anni '50	0
B	Variazioni di larghezza $> 15\%$ rispetto ad anni '50	3

V3 Variazioni altimetriche <small>(si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)</small>		
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (fino 0.5 m)	0
B	Variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m)	4
C	Variazioni della quota del fondo intense (> 3 m)	8

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

Scostamento totale:	$Stot =$	33
Scostamento massimo:	$Smax = 119 - Sna =$	100
<small>dove Sna = somma dei punteggi massimi degli indicatori non applicati</small>		
Indice di Alterazione Morfologica:	$IAM = Stot / Smax =$	0,33
<small>se Stot > Smax si assume IAM=1</small>		
Indice di Qualità Morfologica:	$IQM = 1 - IAM =$	0,67
Classe di qualità del tratto:	MODERATO	

0 \leq IQM < 0.3: Pessimo o Cattivo; 0.3 \leq IQM < 0.5: Scadente o Scarso; 0.5 \leq IQM < 0.7: Moderato o Sufficiente;
0.7 \leq IQM < 0.85: Buono; 0.85 \leq IQM < 1.0: Elevato

3.1.2.2.2 Tratto 2

- **Funzionalità**

- **Continuità**

F1 - Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso

Classe B: lieve alterazione della continuità di flusso di sedimenti e materiale legnoso, ovvero la maggior parte del materiale solido riesce a transitare lungo il tratto. Possono esistere forme deposizionali che indicano la deposizione di parte (frazione più grossolana) del trasporto solido al fondo da parte di opere trasversali, di attraversamento e/o pennelli, ma senza completa intercettazione (es. in presenza di ponti con luci strette e pile, gradinata di briglie di consolidamento in ambito montano); il materiale legnoso di dimensioni maggiori viene trattenuto da pile di ponti e/o opere filtranti.

Descrizione specifica: un attraversamento di una strada sterrata su un piccolo ponte con luce insufficiente può agire da filtro nei confronti del materiale flottante legnoso di grandi dimensioni. È inoltre presente una briglia selettiva a monte del tombinamento sito alla fine del tratto in studio

F2 - Presenza di piana inondabile

Classe C: assenza di piana inondabile oppure presenza trascurabile ($\leq 10\%$ della lunghezza del tratto qualunque sia l'ampiezza).

Descrizione specifica: non è presente una piana inondabile morfologicamente riconoscibile, sebbene sia possibile l'allagamento di parte dei terreni agricoli presenti nella porzione superiore del tratto in studio. Nella parte terminale del tratto la piana inondabile potenzialmente presente è in realtà occupata da strade sterrate, abitazioni e campi agricoli.

F4 - Processi di arretramento delle sponde

Classe B: sponde in arretramento poco frequenti rispetto a quanto atteso in quanto impedito da opere e/o scarsa dinamica dell'alveo: l'erosione di sponda è osservata solo localmente e si manifesta per lunghezze di solito limitate.

Descrizione specifica: la dinamica naturale dell'alveo non causa un evidente arretramento delle sponde, a cui si somma in parte un controllo parziale dell'erosione da parte dell'agricoltura e in parte un controllo dovuto alla strada sterrata che affianca il rio.

F5 - Presenza di una fascia potenzialmente erodibile

Classe A: presenza di una fascia potenzialmente erodibile con buona continuità (> 66% del tratto) e sufficientemente ampia, ovvero larghezza media complessiva (somma sui due lati) di almeno 2 volte la larghezza dell'alveo ($\geq 2L_a$) per corsi d'acqua a canale singolo (inclusi sinuosi a barre alternate).

Descrizione specifica: per larga parte del tratto l'erosione laterale può potenzialmente realizzarsi per un'ampia larghezza, ad eccezione della porzione finale del tratto, a causa della presenza di abitazioni (in destra) e una strada sterrata (in sinistra).

- **Morfologia**

- ***Configurazione morfologica***

F7 - Forme e processi tipici della configurazione morfologica

L'indicatore si applica solo nel caso di confinati ad alvei a canali multipli o wandering, quindi nell'applicazione in esame non è considerato.

F8 - Presenza di forme tipiche di pianura

L'indicatore si applica solo nel caso di alvei meandriformi in ambito fisiografico di pianura, quindi nell'applicazione in esame non è considerato.

- ***Configurazione sezione***

F9 - Variabilità della sezione

L'indicatore non si valuta in caso di alvei sinuosi, per loro natura privi di barre (naturale omogeneità di sezione), quindi nell'applicazione in esame non è considerato.

- ***Struttura e substrato alveo***

F10 - Struttura del substrato

Classe B: Presenza di corazzamento accentuato o presenza evidente di clogging in varie porzioni del sito.

Descrizione specifica: sono presenti alcune modifiche alla eterogeneità di riferimento del tratto in corrispondenza delle briglie presenti.

F11 - Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni

Classe A: presenza significativa di materiale legnoso: è presente del materiale legnoso di grandi dimensioni (piante, tronchi, ceppaie, rami) nell'alveo e/o sulle sponde.

Descrizione specifica: la scarsa manutenzione degli ultimi decenni ha reso disponibile una grande quantità di materiale legnoso, almeno nella prima metà del tratto.

- **Vegetazione fascia perifluviale**

F12 - Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

Classe B: ampiezza delle formazioni funzionali intermedia, ovvero, per corsi d'acqua semi-non confinati, fascia delle formazioni funzionali con larghezza compresa tra 0.5La e nLa, dove n = 2 per corsi d'acqua a canale singolo.

Descrizione specifica: la scarsa manutenzione degli ultimi decenni ha reso possibile lo sviluppo di una fascia perifluviale di interesse.

F13 - Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde

Classe B: estensione lineare delle formazioni funzionali per una lunghezza del 33÷90% della lunghezza massima disponibile.

Descrizione specifica: la scarsa manutenzione degli ultimi decenni ha reso possibile lo sviluppo di una fascia perifluviale di interesse.

- **Artificialità**

- **Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte**

A1 - Opere di alterazione delle portate liquide

Classe A: assenza di opere di alterazione delle portate liquide (dighe, diversivi, scolmatori, casse di espansione, immissioni artificiali).

A2 - Opere di alterazione delle portate solide

Classe A: assenza di opere che possano alterare il normale transito di sedimenti lungo il reticolo idrografico o presenza di briglie e/o dighe ma tali, per numero e/o bacino sotteso, da poter ritenersi trascurabili.

- **Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto**

A3 - Opere di alterazione delle portate liquide

Classe A: assenza di altre opere di alterazione delle portate liquide (diversivi, scolmatori, casse di espansione, immissioni artificiali)

A4 - Opere di alterazione delle portate solide

Classe B: presenza di briglie di consolidamento con densità relativamente bassa (≤ 1 ogni 200 m in media nel tratto) e/o presenza di briglie di trattenuta, ma di tipologia filtrante (briglie aperte) (rientrano in questa categoria anche le casse di espansione in linea).

A5 - Opere di attraversamento

Classe B: presenza di alcune opere di attraversamento (≤ 1 ogni 1000 m in media nel tratto).

- **Opere di alterazione della continuità laterale**

A6 - Difese di sponda

Classe B: presenza di difese per $\leq 33\%$ lunghezza totale delle sponde.

A7 - Arginature

Classe A: argini assenti o distanti (ovvero distanza $> L_a$) per qualunque lunghezza.

- **Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato**

A8 - Variazioni artificiali di tracciato

Classe A: assenza di variazioni artificiali di tracciato note in passato

A9 - Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato

Classe A: assenza di altre opere di consolidamento (soglie, rampe in massi) e/o rivestimenti localizzati ($\leq 5\%$) tali da non alterare significativamente la continuità verticale e la struttura del fondo.

- **Interventi di manutenzione e prelievo**

A10 - Rimozione di sedimenti

Classe A: tratto non soggetto a significativa attività di rimozione di sedimenti né in passato (dagli anni '50 circa) né in tempi recenti (ultimi 20 anni).

A11 - Rimozione di materiale legnoso

Classe B: evidenze/notizie certe di interventi di rimozione parziale negli ultimi 20 anni, ovvero solo di alcuni elementi, spesso in seguito ad eventi di piena. Vengono qui inclusi i tratti oggetto di concessione di prelievo ai privati, anche senza interventi di pulizia eseguiti degli Enti pubblici.

A12 - Taglio della vegetazione in fascia perifluviale

Classe C: taglio raso su $>50\%$ del tratto negli ultimi 20 anni.

- **Variazioni morfologiche**

V1 - Variazione della configurazione morfologica

Classe A: non si è verificata una variazione della configurazione morfologica rispetto agli anni '50.

V2 - Variazioni di larghezza

Classe B: variazioni di larghezza moderate (15÷35%) rispetto agli anni '50.

V3 – Variazioni altimetriche

Classe B: variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m).

ATTRIBUENDO AGLI INDICATORI ORA DESCRITTI I RELATIVI PUNTEGGI, SI OTTIENE UN INDICE IQM PARI A CIRCA 0,69, CORRISPONDENTE ALLO STATO “MODERATO” (SI VEDA PER DETTAGLI LA TABELLA SUCCESSIVA).

Tabella 9 – Indice IQM per il tratto 2 del Rio Enzola

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA

Continuità

		parz.	prog.	conf.
F1	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso			
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0		
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	3		
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	5		

F2 Presenza di piana inondabile

A	Presenza di piana inondabile continua (>66% tratto) ed ampia	0		
B	Presenza di piana inondabile discontinua (10 - 66%) di qualunque ampiezza o >66% ma stretta	3		
C	Assenza o presenza trascurabile ($\leq 10\%$ di qualunque ampiezza)	5		

Non si valuta nel caso di alvei in ambito montano lungo conoidi a forte pendenza (>3%)

F4 Processi di arretramento delle sponde		
A	Presenza di frequenti sponde in arretramento soprattutto sul lato esterno delle curve	0
B	Sponde in arretramento poco frequenti in quanto impedito da opere e/o scarsa dinamica alveo	2
C	Completa assenza oppure presenza diffusa di sponde instabili per movimenti di massa	3

Non si valuta in caso di alvei rettilinei o sinuosi a bassa energia (bassa pianura, basse pendenze e/o basso ts al fondo)

F5 Presenza di una fascia potenzialmente erodibile		
A	Presenza fascia potenzialmente erodibile ampia e per >66% tratto	0
B	Presenza fascia erodibile ristretta o ampia ma per 33-66% tratto	2
C	Presenza fascia potenzialmente erodibile di qualunque ampiezza per ≤33% tratto	3

Morfologia

Configurazione morfologica

F7 Forme e processi tipici della configurazione morfologica		
A	Assenza (≤5%) di alterazioni della naturale eterogeneità di forme attesa per la tipologia fluviale	0
B	Alterazioni per porzione limitata del tratto (≤33%)	3
C	Consistenti alterazioni per porzione significativa del tratto (>33%)	5

F8 Presenza di forme tipiche di pianura		
A	Presenti forme di pianura attuali (laghi meandro abbandonato, canali secondari, ecc.)	0
B	Presenti tracce forme pianura non attuali (abbandonate dopo anni '50) ma riattivabili	2
C	Completa assenza di forme di pianura attuali o riattivabili	3

Si valuta solo per fiumi meandriformi (oggi e/o in passato) in ambito fisiografico di pianura

Configurazione sezione

F9 Variabilità della sezione		
A	Assenza o presenza localizzata (≤5% tratto) di alterazioni naturale eterogeneità della sezione	0
B	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione limitata del tratto (≤33%)	3
C	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione significativa del tratto (>33%)	5

Non si valuta in caso di alvei rettilinei, sinuosi, meandriformi per loro natura privi di barre (bassa pianura, basse pendenze e/o basso trasporto al fondo) (naturale omogeneità di sezione)

Struttura e substrato alveo

F10 Struttura del substrato		
A	Naturale eterogeneità sedimenti e clogging poco significativo	0
B	Corazzamento o clogging accentuato in varie porzioni del sito	2
C1	Corazzamento o clogging accentuato e diffuso (>90%) e/o affioramento occasionale substrato	5
C2	Affioramento diffuso del substrato per incisione o rivestimento fondo (>33% tratto)	6

Non si valuta nel caso di fondo sabbioso, nonché di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare il fondo

F11 Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni		
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	3

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perfluviale

Vegetazione fascia perifluviale

F12 Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale			
A	Ampiezza di formazioni funzionali elevata	0	
B	Ampiezza di formazioni funzionali intermedia	2	
C	Ampiezza di formazioni funzionali limitata	3	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

F13 Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde			
A	Estensione lineare formazioni funzionali >90% lunghezza massima disponibile	0	
B	Estensione lineare formazioni funzionali 33-90% lunghezza massima disponibile	3	
C	Estensione lineare formazioni funzionali ≤33% lunghezza massima disponibile	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

ARTIFICIALITA'

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

			parz.	prog.	conf.
A1 Opere di alterazione delle portate liquide					
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con TR>10 anni	0			
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con TR>10 anni	3			
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6			

A2 Opere di alterazione delle portate solide			
A	Assenza di opere di alterazione del flusso di sedimenti o presenza trascurabile (dighe con area sottesa <5% e/o altre opere trasversali con area sottesa <33%)	0	
B1	Presenza di dighe (area sottesa 5-33%) e/o opere con totale intercettazione (area 33-66%) e/o opere con intercettazione parziale/nulla (area >33% pianura/collina o >66% ambito montano)	3	
B2	Presenza di dighe (area sottesa 33-66%) e/o opere con totale intercettazione (area sottesa >66% o all'estremità a monte del tratto)	6	
C1	Presenza di dighe (area sottesa >66%)	9	
C2	Presenza di diga all'estremità a monte del tratto	12	

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

A3 Opere di alterazione delle portate liquide			
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con TR>10 anni	0	
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con TR>10 anni	3	
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6	

A4 Opere di alterazione delle portate solide			
A	Assenza di qualsiasi tipo di opera di alterazione del flusso di sedimento/legname	0	
B	Ambito pianura/collina: presenza briglie, traverse, casse in linea ≤1 ogni 1000 m Ambito montano: briglie di consolidamento ≤1 ogni 200 m e/o briglie aperte	4	
C	Ambito pianura/collina: presenza briglie, traverse, casse in linea >1 ogni 1000 m Ambito montano: briglie di consolidamento >1 ogni 200 m e/o briglie di trattenuta a corpo pieno oppure presenza di diga e/o invaso artificiale all'estremità a valle del tratto (qualunque ambito)	6	

Nel caso la densità di opere trasversali, incluse soglie e rampe (vedi A9), è >1 ogni n, aggiungere 12 dove n=100 m in ambito montano, o n=500 m in ambito di pianura/collina

A5 Opere di attraversamento		
A	Assenza di opere di attraversamento	0
B	Presenza di alcune opere di attraversamento (≤ 1 ogni 1000 m in media nel tratto)	2
C	Presenza diffusa di opere di attraversamento (> 1 ogni 1000 m in media nel tratto)	3

Opere di alterazione della continuità laterale

A6 Difese di sponda		
A	Assenza o solo difese localizzate ($\leq 5\%$ lunghezza totale delle sponde)	0
B	Presenza di difese per $\leq 33\%$ lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	3
C	Presenza di difese per $> 33\%$ lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	6

Nel caso di difese di sponda per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere 12

A7 Arginature		
A	Argini assenti o distanti oppure presenza argini vicini o a contatto $\leq 10\%$ lunghezza sponde	0
B	Presenza intermedia di argini vicini e/o a contatto (a contatto $\leq 50\%$ lunghezza sponde)	3
C	Presenza elevata di argini vicini e/o a contatto (a contatto $> 50\%$ lunghezza sponde)	6

Nel caso di argini a contatto per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere 12

Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato

A8 Variazioni artificiali di tracciato		
A	Assenza di variazioni artificiali di tracciato note in passato (tagli meandri, spostamenti alveo, ecc.)	0
B	Presenza di variazioni di tracciato per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	2
C	Presenza di variazioni di tracciato per $> 10\%$ lunghezza tratto	3

A9 Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato		
A	Assenza soglie o rampe e rivestimenti assenti o localizzati ($\leq 5\%$ tratto)	0
B	Presenza soglie o rampe (≤ 1 ogni m) e/o rivestimenti $\leq 25\%$ permeabili e/o $\leq 15\%$ impermeabili	3
C1	Presenza soglie o rampe (> 1 ogni m) e/o rivestimenti $\leq 50\%$ permeabili e/o $\leq 33\%$ impermeabili	6
C2	Presenza di rivestimenti $> 50\%$ permeabili e/o $> 33\%$ impermeabili	8

$m=200\text{ m}$ in ambito montano; $m=1000\text{ m}$ in ambito di pianura/collina

Nel caso di rivestimenti del fondo (permeabili e/o impermeabili) per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere 12

Interventi di manutenzione e prelievo

A10 Rimozione di sedimenti		
A	Assenza di significativa attività di rimozione recente (ultimi 20 anni) e in passato (da anni '50)	0
B	Moderata attività in passato ma assente di recente (ultimi 20 anni), oppure assente in passato ma presente di recente	3
C	Intensa attività in passato oppure moderata in passato e presente di recente	6

A11 Rimozione di materiale legnoso		
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso almeno negli ultimi 20 anni	0
B	Rimozione parziale negli ultimi 20 anni	2
C	Rimozione totale negli ultimi 20 anni	5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

A12 Taglio della vegetazione in fascia perifluviale		
A	Vegetazione arborea sicuramente non soggetta ad interventi negli ultimi 20 anni	0
B	Taglio selettivo nel tratto e/o raso su $\leq 50\%$ del tratto negli ultimi 20 anni	2
C	Taglio raso su $> 50\%$ del tratto negli ultimi 20 anni	5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

VARIAZIONI MORFOLOGICHE

		parz.	prog.	conf.
V1	Variazioni della configurazione morfologica (si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)			
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0		
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3		
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	6		

V2	Variazioni di larghezza (si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)			
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate ($\leq 15\%$) rispetto ad anni '50	0		
B	Variazioni di larghezza moderate (15-35%) rispetto ad anni '50	3		
C	Variazioni di larghezza intense ($> 35\%$) rispetto ad anni '50	6		

V3	Variazioni altimetriche (si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)			
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (fino 0.5 m)	0		
B	Variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m)	4		
C1	Variazioni della quota del fondo intense (> 3 m)	8		
C2	Variazioni della quota del fondo molto intense (> 6 m)	12		

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

Scostamento totale:	$Stot =$	<input type="text" value="33"/>
Scostamento massimo:	$Smax = 142 - Sna =$	<input type="text" value="106"/>
<small>dove Sna = somma dei punteggi massimi degli indicatori non applicati</small>		
Indice di Alterazione Morfologica:	$IAM = Stot / Smax =$	<input type="text" value="0.31"/>
<small>se $Stot > Smax$ si assume $IAM = 1$</small>		
Indice di Qualità Morfologica:	$IQM = 1 - IAM =$	<input type="text" value="0.69"/>
Classe di qualità del tratto:	<input type="text" value="MODERATO"/>	

$0 \leq IQM < 0.3$: Pessimo o Cattivo; $0.3 \leq IQM < 0.5$: Scadente o Scarso; $0.5 \leq IQM < 0.7$: Moderato o Sufficiente;
 $0.7 \leq IQM < 0.85$: Buono; $0.85 \leq IQM < 1.0$: Elevato

3.1.2.2.3 Tratto 3

- **Funzionalità**

- **Continuità**

F1 - Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso

Classe A: assenza o presenza molto trascurabile di alterazioni della continuità di flusso di sedimenti e materiale legnoso, ovvero non sono presenti significativi ostacoli o intercettazioni al libero passaggio di materiale solido legati ad opere trasversali e/o di attraversamento (es. ponte senza pile o con ampie luci, ecc.).

Descrizione specifica: non si ravvisano nel tratto opere che impediscano il flusso di sedimenti e materiale legnoso, sebbene la stessa configurazione arginata con sezione idraulica insufficiente non sia compatibile con il passaggio di materiali flottanti di grandi dimensioni.

F2 - Presenza di piana inondabile

Classe C: assenza di piana inondabile oppure presenza trascurabile ($\leq 10\%$ della lunghezza del tratto qualunque sia l'ampiezza).

Descrizione specifica: le arginature precludono totalmente la connessione dell'alveo con la piana inondabile, che è interessata dalle acque solo per sormonto o rottura arginale, quindi con dinamiche non di interesse a fini morfologici.

F4 - Processi di arretramento delle sponde

Classe C: completa assenza o presenza molto trascurabile (erosioni molto localizzate) di sponde in arretramento a causa di eccessivo controllo antropico (interventi di protezione)

Descrizione specifica: le arginature precludono totalmente la possibilità di erosioni localizzate che, se presenti, vengono prontamente bloccate.

F5 - Presenza di una fascia potenzialmente erodibile

Classe C: presenza di una fascia erodibile di qualunque ampiezza ma con scarsa continuità ($\leq 33\%$).



Descrizione specifica: le arginature precludono totalmente la possibilità di una mobilità planimetrica dell'alveo.

○ **Morfologia**

▪ **Configurazione morfologica**

F7 - Forme e processi tipici della configurazione morfologica

Classe C: consistenti alterazioni della naturale eterogeneità di forme attesa per la tipologia fluviale per una porzione significativa del tratto (> 33%) in relazione a forte degradazione fisica e/o pressione antropica.

Descrizione specifica: la configurazione arginata pensile del rio ha completamente precluso la possibilità di sviluppo dei processi tipici della configurazione morfologica di riferimento.

F8 - Presenza di forme tipiche di pianura

L'indicatore si applica solo ad alvei meandriformi in ambito fisiografico di pianura e quindi non è stato considerato nella presente applicazione.

▪ **Configurazione sezione**

F9 - Variabilità della sezione

Classe C: presenza di alterazioni della naturale eterogeneità della sezione per porzioni significative del tratto (> 33%): la larghezza si mantiene costante e/o la configurazione della sezione trasversale è uniforme e riconducibile ad una forma trapezia per una porzione significativa del tratto (> 33%).

Descrizione specifica: la configurazione arginata pensile del rio ha completamente modificato e banalizzato la sezione, che ora si presenta come trapezia regolare, priva di significative diversificazioni trasversali.

▪ **Struttura e substrato alveo**

F10 - Struttura del substrato

Classe B: presenza di corazzamento accentuato o presenza evidente di clogging in varie porzioni del sito.

Descrizione specifica: la struttura del substrato è alterata dalla presenza delle arginature, che non permettono lo sviluppo della struttura di riferimento per il rio in esame.

F11 - Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni

Classe C: presenza molto limitata o completa assenza di materiale legnoso: non si riscontra una presenza significativa di materiale legnoso all'interno dell'alveo (comprese le isole) né sulle sponde.

Descrizione specifica: la configurazione arginata pensile del rio non è compatibile con la presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni, che viene quindi asportato nel caso si presenti nel tratto.

- **Vegetazione fascia perifluviale**

F12 - Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

Classe C: ampiezza limitata delle formazioni funzionali, ovvero, per corsi d'acqua semi- non confinati, fascia delle formazioni funzionali con larghezza complessiva (somma sui due lati) $\leq 0.5L_a$.

Descrizione specifica: è presente una stretta fascia di vegetazione in parte autoctona ma in gran parte alloctona su entrambe le sponde arginali

F13 - Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde

Classe A: estensione lineare delle formazioni funzionali per una lunghezza $> 90\%$ della lunghezza massima disponibile. Presenza di formazioni sia arboree ($> 33\%$ in lunghezza delle formazioni funzionali) che arbustive spontanee.

Descrizione specifica: è presente una stretta fascia di vegetazione in parte autoctona ma in gran parte alloctona che copre quasi nella loro interezza entrambe le sponde arginali.

- **Artificialità**

- **Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte**

A1 - Opere di alterazione delle portate liquide

Classe A: assenza di opere di alterazione delle portate liquide (dighe, diversivi, scolmatori, casse di espansione, immissioni artificiali)

A2 - Opere di alterazione delle portate solide

Classe A: assenza di opere che possano alterare il normale transito di sedimenti lungo il reticolo idrografico o presenza di briglie e/o dighe ma tali, per numero e/o bacino sotteso, da poter ritenersi trascurabili.

- **Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto**

A3 - Opere di alterazione delle portate liquide

Classe A: assenza di altre opere di alterazione delle portate liquide (diversivi, scolmatori, casse di espansione, immissioni artificiali)

A4 - Opere di alterazione delle portate solide

Classe B: ambito di pianura: Presenza di una o alcune briglie e/o traverse (≤ 1 ogni 1000 m in media nel tratto) (rientrano in questa categoria anche le casse di espansione in linea).

Descrizione specifica: è presente un salto di fondo che in parte modifica il flusso dei sedimenti.

A5 - Opere di attraversamento

Classe C: presenza diffusa di opere di attraversamento (> 1 ogni 1000 m in media nel tratto).

Descrizione specifica: nel tratto sono presenti alcuni ponti (via De Gasperi e strada SP.23) che intersecano il rio.

- **Opere di alterazione della continuità laterale**

A6 - Difese di sponda

Classe A: assenza di difese di sponda oppure presenza solo di difese localizzate ($\leq 5\%$ lunghezza totale delle sponde).

A7 - Arginature

Classe C: presenza di argini vicini e/o a contatto non rientranti nella classe precedente, ovvero lunghezza complessiva vicini e a contatto > 90%, dei quali argini a contatto > 33% della lunghezza totale delle sponde (escluse quelle in contatto diretto con versanti). Considerato che gli argini a contatto interessano il tratto quasi per la sua interezza (ovvero > 80%), si aggiunge 12 al punteggio complessivo.

Descrizione specifica: arginature continue in destra e sinistra lungo tutto il tratto in studio.

○ **Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato**

A8 - Variazioni artificiali di tracciato

Classe C: presenza di variazioni artificiali di tracciato note in passato per una lunghezza > 10% della lunghezza del tratto.

Descrizione specifica: l'intero tratto è stato alterato dalla costruzione delle arginature.

A9 - Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato

Classe B: presenza di soglie e/o rampe con densità relativamente bassa, ovvero ≤ 1 ogni n m in media nel tratto, dove $n = 1000$ per semi-non confinati di ambito collinare o di pianura e/o presenza ed effetti limitati dei rivestimenti: il fondo si presenta rivestito per $\leq 25\%$ del tratto con sistemi permeabili e/o per $\leq 15\%$ con tipologia impermeabile.

Descrizione specifica: si rileva la presenza nella porzione iniziale del tratto di due attraversamenti intubati di arterie stradali e di un tombamento.

○ **Interventi di manutenzione e prelievo**

A10 - Rimozione di sedimenti

Classe A: tratto non soggetto a significativa attività di rimozione di sedimenti né in passato (dagli anni '50 circa) né in tempi recenti (ultimi 20 anni).

Descrizione specifica: la rimozione dei sedimenti può essere messa in atto per favorire la funzionalità idraulica del tratto, ma tale attività non viene svolta con regolarità nel rio.

A11 - Rimozione di materiale legnoso

Classe B: evidenze/notizie certe di interventi di rimozione parziale negli ultimi 20 anni, ovvero solo di alcuni elementi, spesso in seguito ad eventi di piena. Vengono qui inclusi i tratti oggetto di concessione di prelievo ai privati, anche senza interventi di pulizia eseguiti degli Enti pubblici.

Descrizione specifica: l'assetto arginato pensile con sezione idraulicamente insufficiente non è compatibile con la presenza di materiale legnoso, che quindi viene rimosso nel caso si presenti nel tratto.

A12 - Taglio della vegetazione in fascia perfluviale

Classe C: vegetazione soggetta ad interventi di taglio raso lungo le sponde per una lunghezza > 50% del tratto negli ultimi 20 anni.

Descrizione specifica: l'assetto arginato pensile con sezione idraulicamente insufficiente non è compatibile con la presenza incontrollata di una fascia di vegetazione perfluviale lungo il tratto, che quindi viene periodicamente eliminata quasi totalmente.

- **Variazioni morfologiche**

V1 - Variazione della configurazione morfologica

Classe C: variazioni tra tipologie non contigue rispetto agli anni '50 (Tabella 6).

Descrizione specifica: l'arginatura ha completamente modificato la configurazione morfologica di riferimento per il tratto.

V2 - Variazioni di larghezza

Classe C: variazioni di larghezza intense (> 35%) rispetto agli anni '50.

Descrizione specifica: l'arginatura ha completamente modificato la larghezza del tratto.

V3 - Variazioni altimetriche

Classe B: variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m). Alveo aggradato: la quota del fondo è più alta rispetto alla piana inondabile.

Descrizione specifica: l'arginatura ha modificato la quota di fondo del canale, che ora si trova ad essere superiore (pensilità) rispetto al piano campagna.

ATTRIBUENDO AGLI INDICATORI ORA DESCRITTI I RELATIVI PUNTEGGI SI OTTIENE UN INDICE IQM PARI A CIRCA 0,46, CORRISPONDENTE ALLO STATO “SCADENTE” (SI VEDA PER DETTAGLI LA TABELLA SUCCESSIVA).

Tabella 10 – Indice IQM per il tratto 3 del Rio Enzola

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA

Continuità

		parz.	prog.	conf.
F1	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso			
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0		
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	3		
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	5		

F2 Presenza di piana inondabile

A	Presenza di piana inondabile continua (>66% tratto) ed ampia	0		
B	Presenza di piana inondabile discontinua (10 - 66%) di qualunque ampiezza o >66% ma stretta	3		
C	Assenza o presenza trascurabile (≤10% di qualunque ampiezza)	5		

Non si valuta nel caso di alvei in ambito montano lungo conoidi a forte pendenza (>3%)

F4 Processi di arretramento delle sponde		
A	Presenza di frequenti sponde in arretramento soprattutto sul lato esterno delle curve	0
B	Sponde in arretramento poco frequenti in quanto impedito da opere e/o scarsa dinamica alveo	2
C	Completa assenza oppure presenza diffusa di sponde instabili per movimenti di massa	3

Non si valuta in caso di alvei rettilinei o sinuosi a bassa energia (bassa pianura, basse pendenze e/o basso ts al fondo)

F5 Presenza di una fascia potenzialmente erodibile		
A	Presenza fascia potenzialmente erodibile ampia e per >66% tratto	0
B	Presenza fascia erodibile ristretta o ampia ma per 33-66% tratto	2
C	Presenza fascia potenzialmente erodibile di qualunque ampiezza per ≤33% tratto	3

Morfologia

Configurazione morfologica

F7 Forme e processi tipici della configurazione morfologica		
A	Assenza (≤5%) di alterazioni della naturale eterogeneità di forme attesa per la tipologia fluviale	0
B	Alterazioni per porzione limitata del tratto (≤33%)	3
C	Consistenti alterazioni per porzione significativa del tratto (>33%)	5

F8 Presenza di forme tipiche di pianura		
A	Presenti forme di pianura attuali (laghi meandro abbandonato, canali secondari, ecc.)	0
B	Presenti tracce forme pianura non attuali (abbandonate dopo anni '50) ma riattivabili	2
C	Completa assenza di forme di pianura attuali o riattivabili	3

Si valuta solo per fiumi meandriformi (oggi e/o in passato) in ambito fisiografico di pianura

Configurazione sezione

F9 Variabilità della sezione		
A	Assenza o presenza localizzata (≤5% tratto) di alterazioni naturale eterogeneità della sezione	0
B	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione limitata del tratto (≤33%)	3
C	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione significativa del tratto (>33%)	5

Non si valuta in caso di alvei rettilinei, sinuosi, meandriformi per loro natura privi di barre (bassa pianura, basse pendenze e/o basso trasporto al fondo) (naturale omogeneità di sezione)

Struttura e substrato alveo

F10 Struttura del substrato		
A	Naturale eterogeneità sedimenti e clogging poco significativo	0
B	Corazzamento o clogging accentuato in varie porzioni del sito	2
C1	Corazzamento o clogging accentuato e diffuso (>90%) e/o affioramento occasionale substrato	5
C2	Affioramento diffuso del substrato per incisione o rivestimento fondo (>33% tratto)	6

Non si valuta nel caso di fondo sabbioso, nonché di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare il fondo

F11 Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni		
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	3

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

Vegetazione fascia perifluviale

F12 Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale		
A	Ampiezza di formazioni funzionali elevata	0
B	Ampiezza di formazioni funzionali intermedia	2
C	Ampiezza di formazioni funzionali limitata	3

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

F13 Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde		
A	Estensione lineare formazioni funzionali >90% lunghezza massima disponibile	0
B	Estensione lineare formazioni funzionali 33-90% lunghezza massima disponibile	3
C	Estensione lineare formazioni funzionali ≤33% lunghezza massima disponibile	5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

ARTIFICIALITA'

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

		parz.	prog.	conf.
A1 Opere di alterazione delle portate liquide				
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con TR>10 anni	0		
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con TR>10 anni	3		
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6		

A2 Opere di alterazione delle portate solide				
A	Assenza di opere di alterazione del flusso di sedimenti o presenza trascurabile (dighe con area sottesa <5% e/o altre opere trasversali con area sottesa <33%)	0		
B1	Presenza di dighe (area sottesa 5-33%) e/o opere con totale intercettazione (area 33-66%) e/o opere con intercettazione parziale/nulla (area >33% pianura/collina o >66% ambito montano)	3		
B2	Presenza di dighe (area sottesa 33-66%) e/o opere con totale intercettazione (area sottesa >66% o all'estremità a monte del tratto)	6		
C1	Presenza di dighe (area sottesa >66%)	9		
C2	Presenza di diga all'estremità a monte del tratto	12		

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

A3 Opere di alterazione delle portate liquide				
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con TR>10 anni	0		
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con TR>10 anni	3		
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6		

A4 Opere di alterazione delle portate solide				
A	Assenza di qualsiasi tipo di opera di alterazione del flusso di sedimento/legname	0		
B	Ambito pianura/collina: presenza briglie, traverse, casse in linea ≤1 ogni 1000 m Ambito montano: briglie di consolidamento ≤1 ogni 200 m e/o briglie aperte	4		
C	Ambito pianura/collina: presenza briglie, traverse, casse in linea >1 ogni 1000 m Ambito montano: briglie di consolidamento >1 ogni 200 m e/o briglie di trattenuta a corpo pieno oppure presenza di diga e/o invaso artificiale all'estremità a valle del tratto (qualunque ambito)	6		

Nel caso la densità di opere trasversali, incluse soglie e rampe (vedi A9), è >1 ogni n, aggiungere 12 dove n=100 m in ambito montano, o n=500 m in ambito di pianura/collina

A5 Opere di attraversamento		
A	Assenza di opere di attraversamento	0
B	Presenza di alcune opere di attraversamento (≤ 1 ogni 1000 m in media nel tratto)	2
C	Presenza diffusa di opere di attraversamento (> 1 ogni 1000 m in media nel tratto)	3

Opere di alterazione della continuità laterale

A6 Difese di sponda		
A	Assenza o solo difese localizzate ($\leq 5\%$ lunghezza totale delle sponde)	0
B	Presenza di difese per $\leq 33\%$ lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	3
C	Presenza di difese per $> 33\%$ lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	6

Nel caso di difese di sponda per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere 12

A7 Arginature		
A	Argini assenti o distanti oppure presenza argini vicini o a contatto $\leq 10\%$ lunghezza sponde	0
B	Presenza intermedia di argini vicini e/o a contatto (a contatto $\leq 50\%$ lunghezza sponde)	3
C	Presenza elevata di argini vicini e/o a contatto (a contatto $> 50\%$ lunghezza sponde)	6

Nel caso di argini a contatto per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere 12

Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato

A8 Variazioni artificiali di tracciato		
A	Assenza di variazioni artificiali di tracciato note in passato (tagli meandri, spostamenti alveo, ecc.)	0
B	Presenza di variazioni di tracciato per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	2
C	Presenza di variazioni di tracciato per $> 10\%$ lunghezza tratto	3

A9 Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato		
A	Assenza soglie o rampe e rivestimenti assenti o localizzati ($\leq 5\%$ tratto)	0
B	Presenza soglie o rampe (≤ 1 ogni m) e/o rivestimenti $\leq 25\%$ permeabili e/o $\leq 15\%$ impermeabili	3
C1	Presenza soglie o rampe (> 1 ogni m) e/o rivestimenti $\leq 50\%$ permeabili e/o $\leq 33\%$ impermeabili	6
C2	Presenza di rivestimenti $> 50\%$ permeabili e/o $> 33\%$ impermeabili	8

$m=200 m$ in ambito montano; $m= 1000 m$ in ambito di pianura/collina

Nel caso di rivestimenti del fondo (permeabili e/o impermeabili) per quasi tutto il tratto ($> 80\%$), aggiungere 12

Interventi di manutenzione e prelievo

A10 Rimozione di sedimenti		
A	Assenza di significativa attività di rimozione recente (ultimi 20 anni) e in passato (da anni '50)	0
B	Moderata attività in passato ma assente di recente (ultimi 20 anni), oppure assente in passato ma presente di recente	3
C	Intensa attività in passato oppure moderata in passato e presente di recente	6

A11 Rimozione di materiale legnoso		
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso almeno negli ultimi 20 anni	0
B	Rimozione parziale negli ultimi 20 anni	2
C	Rimozione totale negli ultimi 20 anni	5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perfluviale

A12 Taglio della vegetazione in fascia perfluviale		
A	Vegetazione arborea sicuramente non soggetta ad interventi negli ultimi 20 anni	0
B	Taglio selettivo nel tratto e/o raso su $\leq 50\%$ del tratto negli ultimi 20 anni	2
C	Taglio raso su $> 50\%$ del tratto negli ultimi 20 anni	5

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perfluviale

VARIAZIONI MORFOLOGICHE

		parz.	prog.	conf.
V1 Variazioni della configurazione morfologica (si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)				
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0		
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3		
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	6		

V2 Variazioni di larghezza (si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)				
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate ($\leq 15\%$) rispetto ad anni '50	0		
B	Variazioni di larghezza moderate (15-35%) rispetto ad anni '50	3		
C	Variazioni di larghezza intense ($> 35\%$) rispetto ad anni '50	6		

V3 Variazioni altimetriche (si applica solo ad alvei con larghezza > 30 m)				
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (fino 0.5 m)	0		
B	Variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m)	4		
C1	Variazioni della quota del fondo intense (> 3 m)	8		
C2	Variazioni della quota del fondo molto intense (> 6 m)	12		

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

Scostamento totale:	$Stot =$	62
Scostamento massimo:	$Smax = 142 - Sna =$	115
dove Sna = somma dei punteggi massimi degli indicatori non applicati		
Indice di Alterazione Morfologica:	$IAM = Stot / Smax =$	0,54
se $Stot > Smax$ si assume $IAM = 1$		
Indice di Qualità Morfologica:	$IQM = 1 - IAM =$	0,46
Classe di qualità del tratto:	scadente	

$0 \leq IQM < 0.3$: Pessimo o Cattivo; $0.3 \leq IQM < 0.5$: Scadente o Scarso; $0.5 \leq IQM < 0.7$: Moderato o Sufficiente; $0.7 \leq IQM < 0.85$: Buono; $0.85 \leq IQM < 1.0$: Elevato

3.1.2.3 Sintesi dei risultati dell'analisi morfologica del Rio Enzola

Facendo riferimento all'analisi dell'indice IQM illustrata nel precedente capitolo, si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti nei tratti analizzati (Figura 10).

3.1.2.3.1 Tratto 1 del Rio Enzola

Il tratto, **confinato a canale singolo**, appare essere in **stato morfologico** moderato (IQM indicativamente pari a 0,67).

La principale alterazione è causata dalla strada sterrata che affianca il rio lungo quasi tutto il tratto, inizialmente in sinistra idraulica e più a valle in destra, che limita la **connessione tra il versante e il rio**.

La **configurazione morfologica** appare essere lievemente alterata a causa della strada, in particolare per quanto riguarda la **variabilità della sezione**, probabilmente ristretta e con effetti anche su profondità, vegetazione, massi, ecc., mentre le **forme di fondo** appaiono essere coerenti con la pendenza media della valle, così come l'**eterogeneità del substrato**, in relazione alle diverse unità sedimentarie (step, pool, riffle) e al possibile clogging, non appare essere significativamente alterata.

Lungo tutto il tratto sono presenti ampie **formazioni vegetali funzionali** localizzate lungo il versante, mentre dal lato strada tali formazioni sono molto limitate, con un ampiezza totale pari al 33÷90% di tutta l'eventuale piana e dei versanti adiacenti (50 m da ogni sponda, escludendo le porzioni in roccia o in frana). La fascia delle formazioni funzionali ospita sia formazioni arboree che arbustive, con presenza significativa delle prime (copertura delle formazioni arboree > 33% della fascia).

È inoltre presente lungo il rio un breve tratto tombato che passa sotto la strada, a cui fa seguito un salto di fondo artificiale di circa 3m, che non pare però influire significativamente sul **trasporto di sedimenti**, mentre più probabili sembrano essere i potenziali effetti sul **trasporto di materiale legnoso** flottante di grandi dimensioni, che si esplicano però principalmente sul tratto seguente.

La strada agisce inoltre come potenziale **difesa di sponda**, in quanto possibili arretramenti non sono consentiti dagli Enti gestori del rio.

La **manutenzione di sedimenti e vegetazione** del tratto non sembrano essere significative e perlopiù limitate ad eventuali tagli localizzati e sporadici.

La **configurazione morfologica** appare in ogni caso essere modificata rispetto al riferimento (anni '50) a causa della strada, così come la **larghezza**, mentre la **quota di fondo** non appare aver subito significative variazioni se non localmente in corrispondenza del tratto tombato e del successivo salto di fondo.

3.1.2.3.2 Tratto 2 del Rio Enzola

Il tratto, non **confinato sinuoso**, appare essere in **stato morfologico** moderato (**IQM** indicativamente pari a 0,69), considerato che sono presenti alterazioni localizzate principalmente nella parte terminale del tratto.

La **continuità longitudinale del flusso di sedimenti e materiale legnoso** è solo parzialmente limitata da un attraversamento sottodimensionato di una strada sterrata.

Più evidente invece l'alterazione della **piana inondabile**, pressoché assente sia nella porzione di monte, a causa dell'uso agricolo della piana, sia nella porzione di valle del tratto, ove prima una strada e poi case e campi occupano la piana inondabile.

I **processi di arretramento delle sponde** sono solo parzialmente possibili a causa delle alterazioni antropiche sopramenzionate, mentre è comunque presente almeno nella porzione di monte del tratto una **fascia potenzialmente erodibile** sia in destra che in sinistra idrografica con buona continuità (> 66% del tratto) e sufficientemente ampia, ovvero con larghezza media complessiva (somma sui due lati) di almeno 2 volte la larghezza dell'alveo.

La naturale **eterogeneità del substrato** non appare essere particolarmente alterata, con riferimento alle granulometrie dei sedimenti in relazione alle diverse unità sedimentarie presenti ed anche all'interno di una stessa unità, con situazioni di corazzamento e/o clogging poco significativi, così come la **presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni**.

Lungo la parte di monte del tratto è presente una **fascia perifluviale** monofilare ben sviluppata su entrambe le sponde, mentre nella parte finale questa appare essere meno continua e strutturata e non sempre presente su entrambe le sponde.

La **manutenzione dei sedimenti** del tratto non sembra essere significativa, così come quella della **vegetazione**, che appare essere ben sviluppata proprio grazie all'assenza da lungo tempo di tagli di una certa entità ed estensione.

La **configurazione morfologica** non appare essere stata modificata, mentre la **larghezza** sembra essere stata leggermente diminuita a causa della strada che affianca il rio nella parte finale del tratto occupando parzialmente quello che era il suo alveo originario.

3.1.2.3.3 Tratto 3 del Rio Enzola

Il tratto, **non confinato rettilineo**, appare essere in scadente **stato morfologico** (**IQM** indicativamente pari a 0,46), a causa delle arginature pressoché continue e alla pensilità del fondo.

La **continuità longitudinale del flusso di sedimenti e materiale legnoso** non appare essere limitata da opere presenti nel tratto.

L'alterazione della **piana inondabile** è invece totale, a causa degli argini che limitano la connessione tra piana e alveo, se non in concomitanza di sormonti o rotture arginali, di nessun interesse dal punto di vista morfologico.

I **processi di arretramento delle sponde** sono totalmente preclusi, a causa della configurazione arginale che non può essere di per sé compatibile con la presenza di erosioni spondali; conseguentemente non è nemmeno presente una **fascia potenzialmente erodibile**.

La naturale **eterogeneità di forme** è sensibilmente alterata dall'assetto idraulico imposto al rio, che non permette lo sviluppo di forme e processi tipici della configurazione morfologica di riferimento.

La **variabilità della sezione** è anch'essa alterata a causa della sezione trapezia imposta, e mantenuta tale, al rio, così come la naturale **eterogeneità del substrato**.

Si rileva inoltre una molto limitata presenza di **materiale legnoso di grandi dimensioni** in quanto le dinamiche geomorfologiche che potrebbe indurre non sono compatibili con la configurazione arginata pensile imposta al rio.

Lungo tutto il rilevato arginale è presente una **fascia perifluviale** in parte autoctona ed in parte alloctona, di ampiezza limitata ad un assetto monofilare.

Il tombinamento presente a monte del tratto limita le **portate solide**, in particolare di legname flottante, così come anche i due attraversamenti tombati di due importanti arterie stradali.

Si segnala la presenza di **salti di fondo** lungo il tratto.

La **manutenzione dei sedimenti e della vegetazione** del tratto appaiono essere significativi, al fine di mantenere tal quale l'assetto artificiale imposto al rio.

Gli argini hanno inoltre modificato il **tracciato**, che ora appare essere artificialmente rettilineo, così come l'intera **configurazione morfologica**, la **larghezza** dell'alveo e la **quota di fondo**.

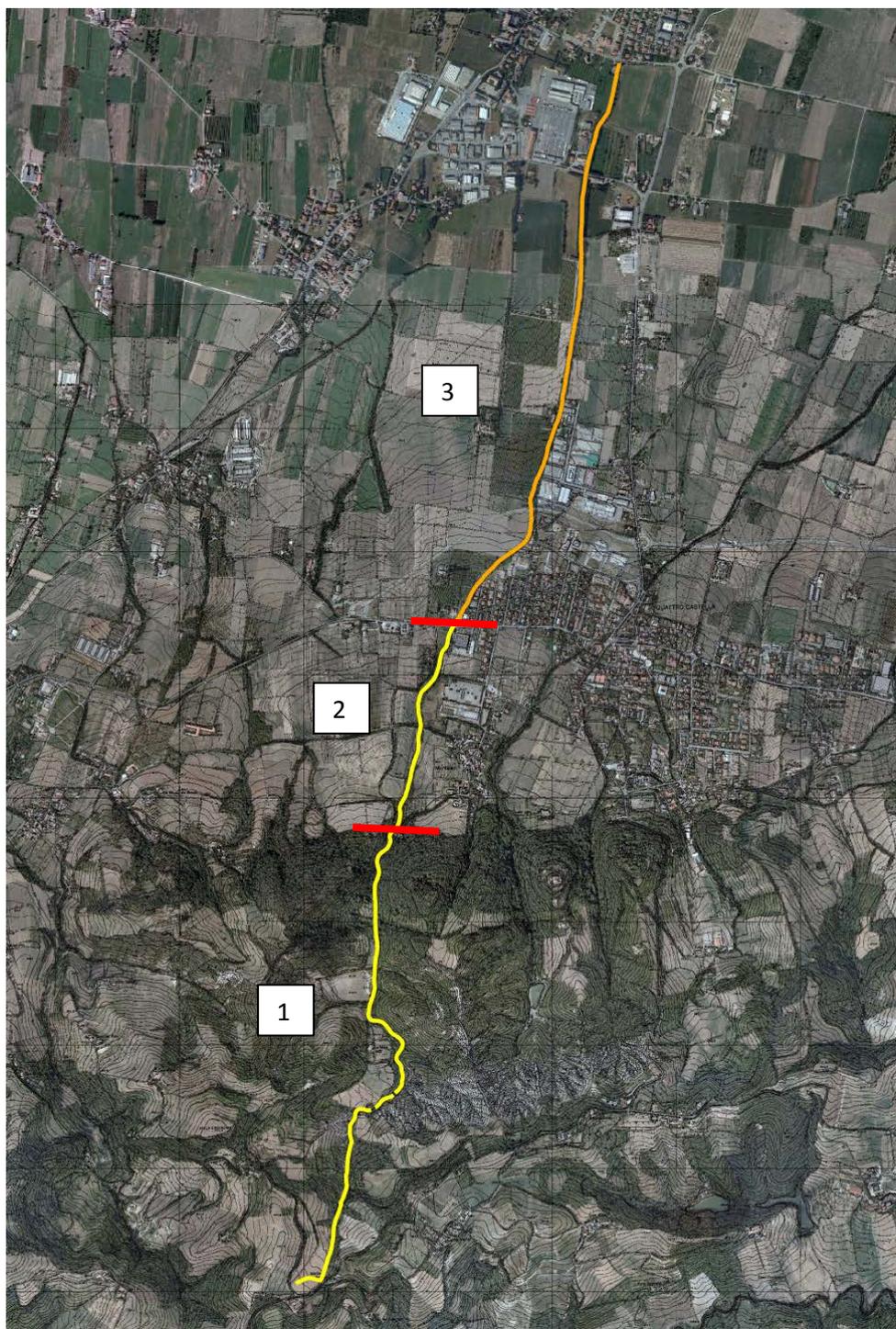


Figura 10 – IQM relativo ai tratti individuati nel Rio Enzola: MODERATO (giallo); SCADENTE (arancione)

3.1.3 Variazioni morfologiche e tendenze evolutive attuali del Rio Enzola

Si fa riferimento alla suddivisione in tratti omogenei individuata al Par.3.1.2.1.4 (Figura 9) nella fase di analisi dell'indice IQM.

3.1.3.1 Tratto 1 del Rio Enzola

Il primo tratto è stato classificato come confinato a canale singolo, scorrendo entro i versanti collinari posti a monte dell'abitato di Quattro Castella.

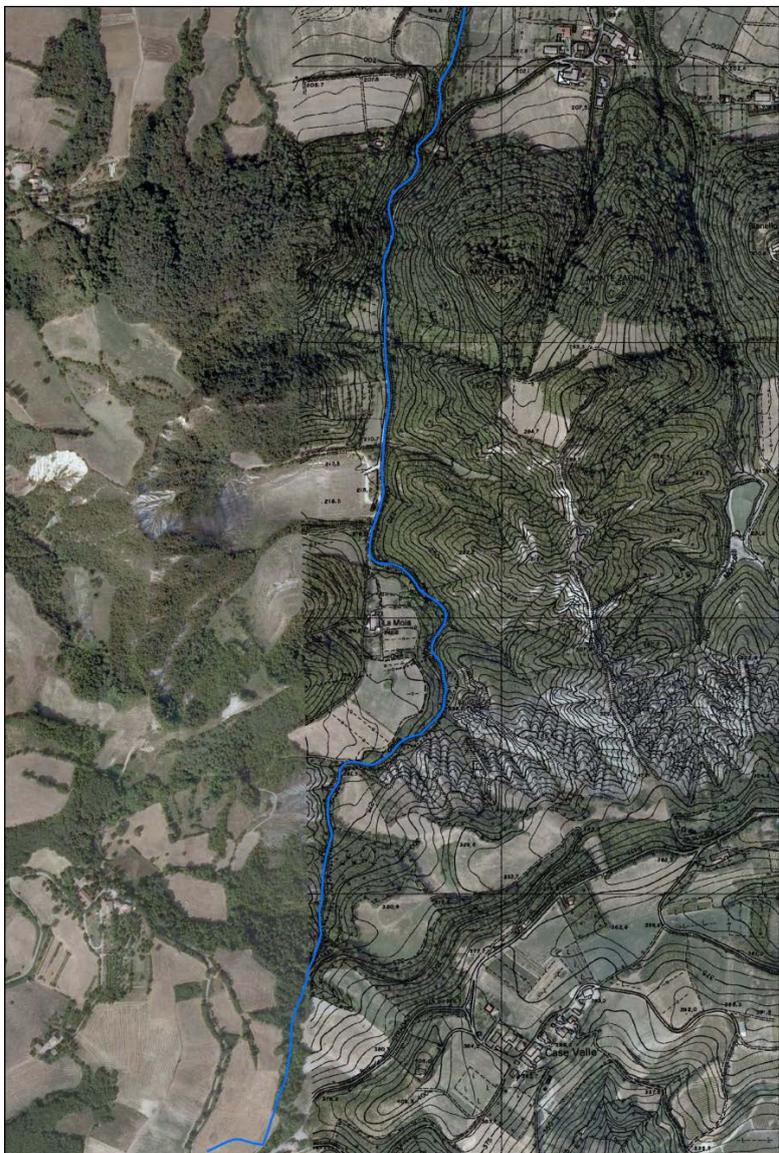


Figura 11 – Tratto 1 del Rio Enzola – Ortofoto AGEA 2008

L'evoluzione del rio nel tratto in studio può essere valutata mettendo a confronto le ortofoto AGEA 2008 con il volo GAI del 1954, con la carta storica regionale del 1853 e con la rappresentazione delle aree demaniali a confronto con l'alveo attuale mostrato nella CTR (figure seguenti).

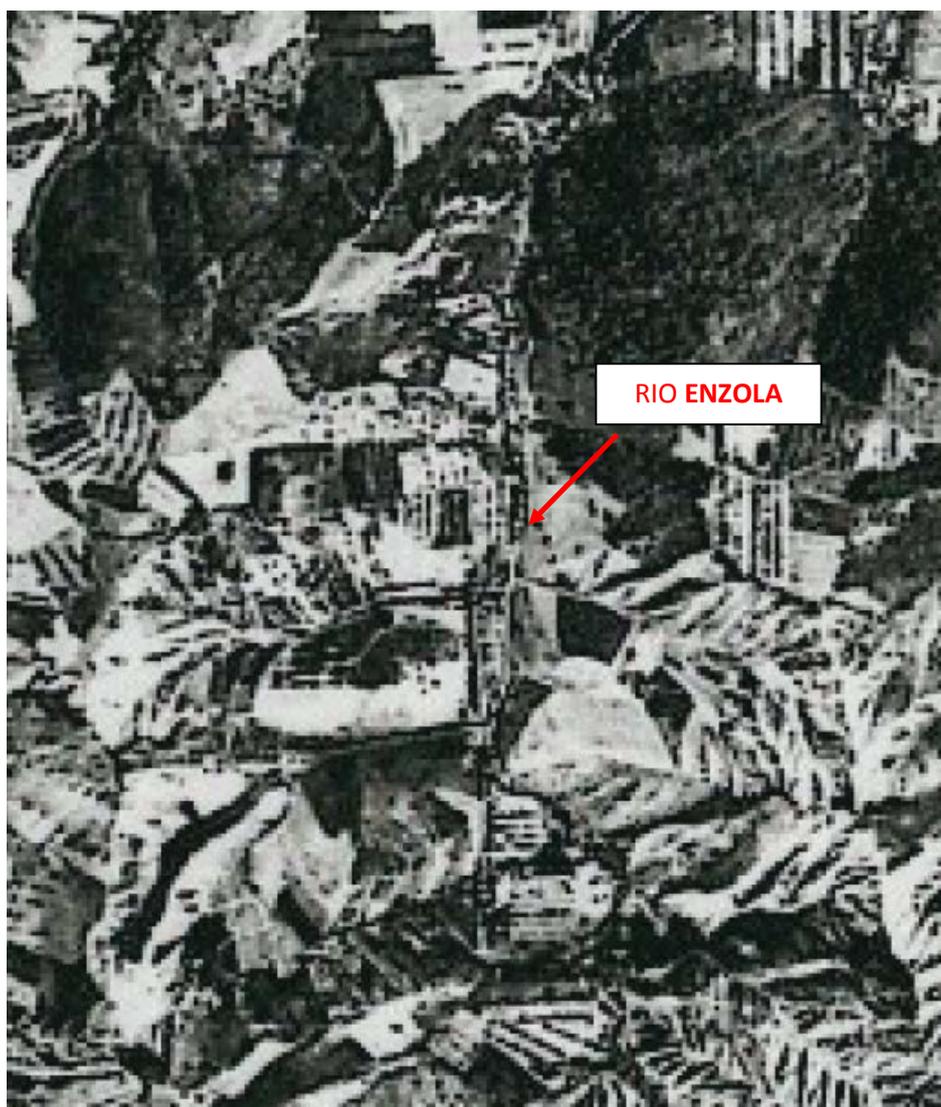


Figura 12 – Tratto 1 del Rio Enzola – Volo GAI 1954

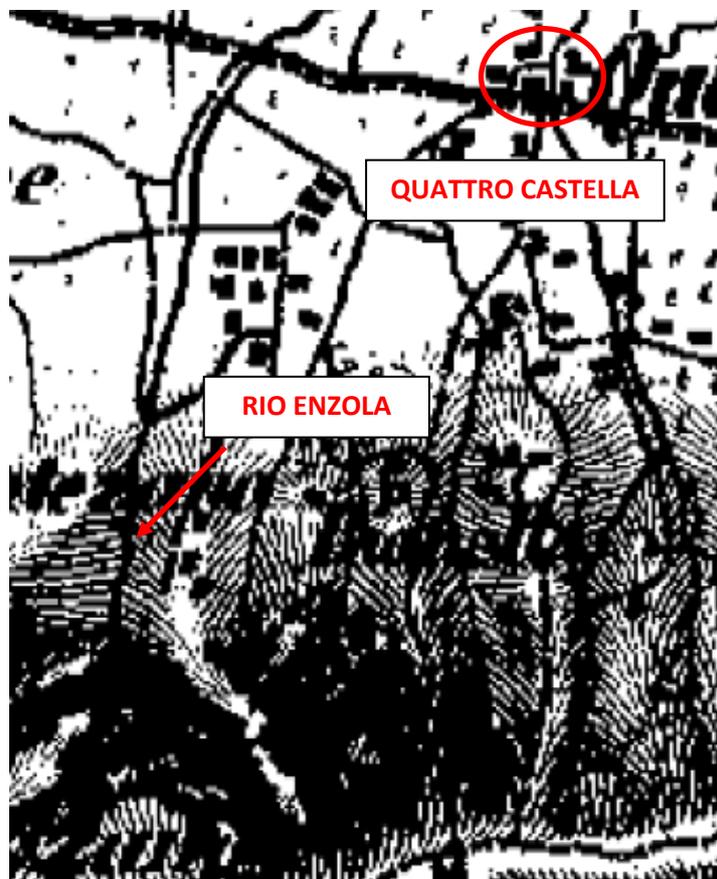


Figura 13 – Tratto 1 del Rio Enzola - Carta storica regionale 1853

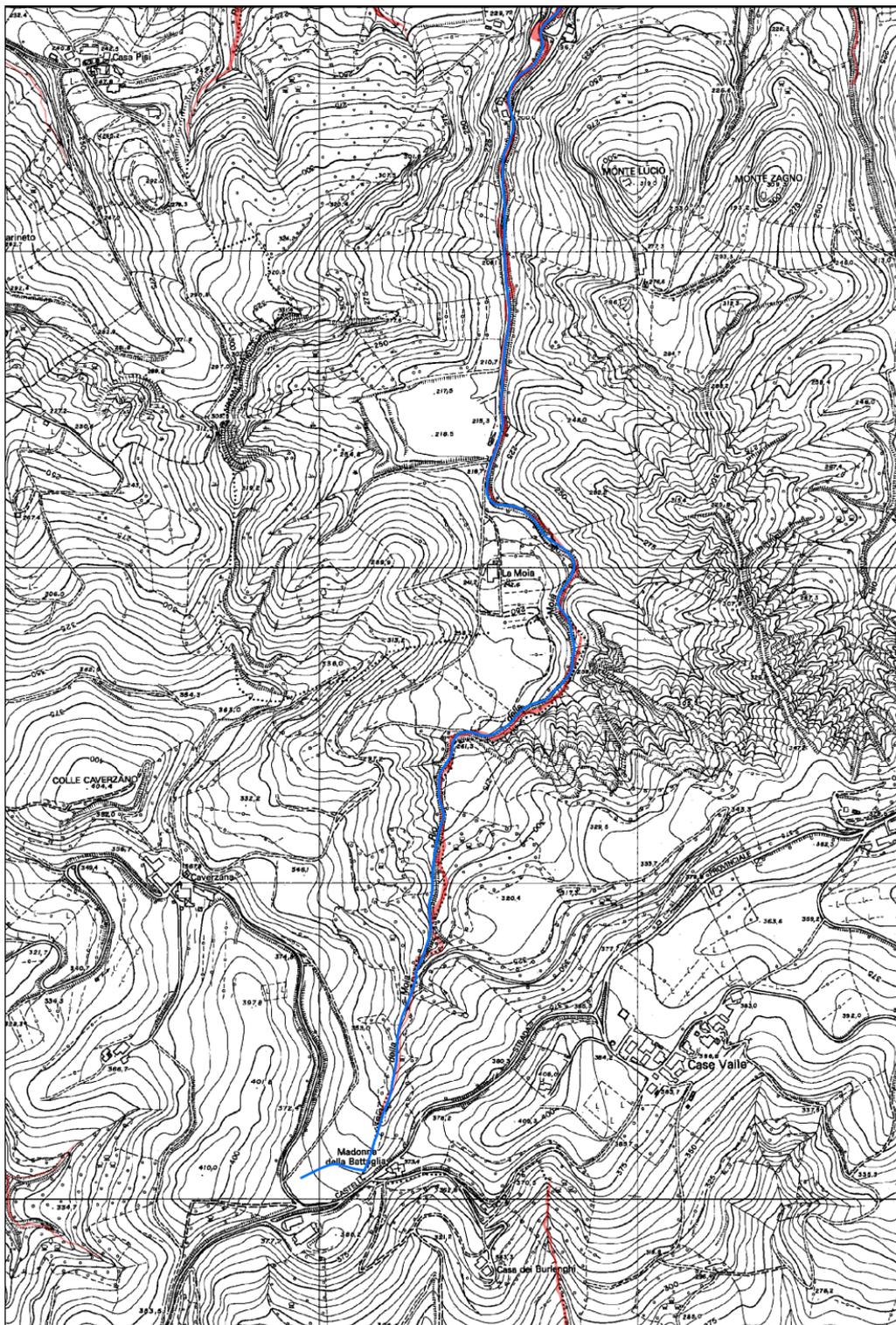


Figura 14 – Tratto 1 del Rio Enzola – Aree demaniali (in rosso) in confronto con l'alveo attuale (n blu).

L'analisi dell'alveo in tre periodi storici (1853, 1954 e 2008) risulta essere, per il tratto in esame, alquanto difficoltosa, in considerazione della dimensione ridotta dell'alveo (1-2m) e della copertura dello stesso fornita dalla fitta vegetazione dei versanti, che impedisce qualsiasi valutazione visiva e tantomeno misure in ambiente GIS.

È però possibile individuare le variazioni morfologiche e le tendenze evolutive analizzando in campo la situazione in essere, in cui una strada sterrata affianca il rio in studio su quasi tutto il tratto, alternativamente in sinistra e in destra. Si rileva inoltre la presenza di poche soglie di fondo in massi di altezza pari a circa 20-30 cm e di un'unica variazione significativa della quota del fondo (circa 5m) in corrispondenza dello sbocco di un breve tombinamento di circa 15m.

Anche l'analisi dei lembi demaniali residui ora abbandonati dall'alveo (figure precedenti) risulta di interesse, mettendo in evidenza il cambiamento di tracciato e il restringimento dell'alveo probabilmente dovuti alla strada sopra citata.

Da queste poche informazioni è quindi possibile analizzare le **variazioni morfologiche** subite dal rio e ipotizzare che:

- **Variazione di larghezza:** la larghezza media del tratto appare essere diminuita a causa della presenza della strada.
- **Variazione della quota media del fondo:** la quota del fondo non sembra aver subito variazioni consistenti, pur in presenza di un restringimento della sezione, ad eccezione della parte terminale del tratto, ove è presente un salto di quota di circa 5m in corrispondenza di una briglia.

Pur in mancanza di un confronto tra ortofoto attuali e ortofoto di 10-15 anni fa, è possibile ipotizzare sulla base delle evidenze raccolte in campo, che le **tendenze evolutive attuali** potrebbero essere così descritte:

- **Variazione di larghezza:** la larghezza del tratto appare essere sostanzialmente stabile rispetto al recente passato e non si riscontrano evidenze di una modifica in corso o prevedibile nel futuro.
- **Variazione della quota media del fondo:** come per la larghezza, le evidenze in campo non fanno prevedere una modifica in corso o prevedibile nel futuro della quota di fondo.

3.1.3.2 Tratto 2 del Rio Enzola

Il secondo tratto è stato classificato come non confinato sinuoso, compreso tra l'inizio dell'alta pianura e la strada provinciale n.23, dove inizia il tratto arginato pensile.



Figura 15 – Tratto 2 del Rio Enzola – Ortofoto AGEA 2008

L'evoluzione del rio nel tratto in studio può essere valutata mettendo a confronto le ortofoto AGEA 2008 con il volo GAI del 1954, con la carta storica regionale del 1853 e con la rappresentazione delle aree demaniali a confronto con l'alveo attuale mostrato nella CTR (figure seguenti).

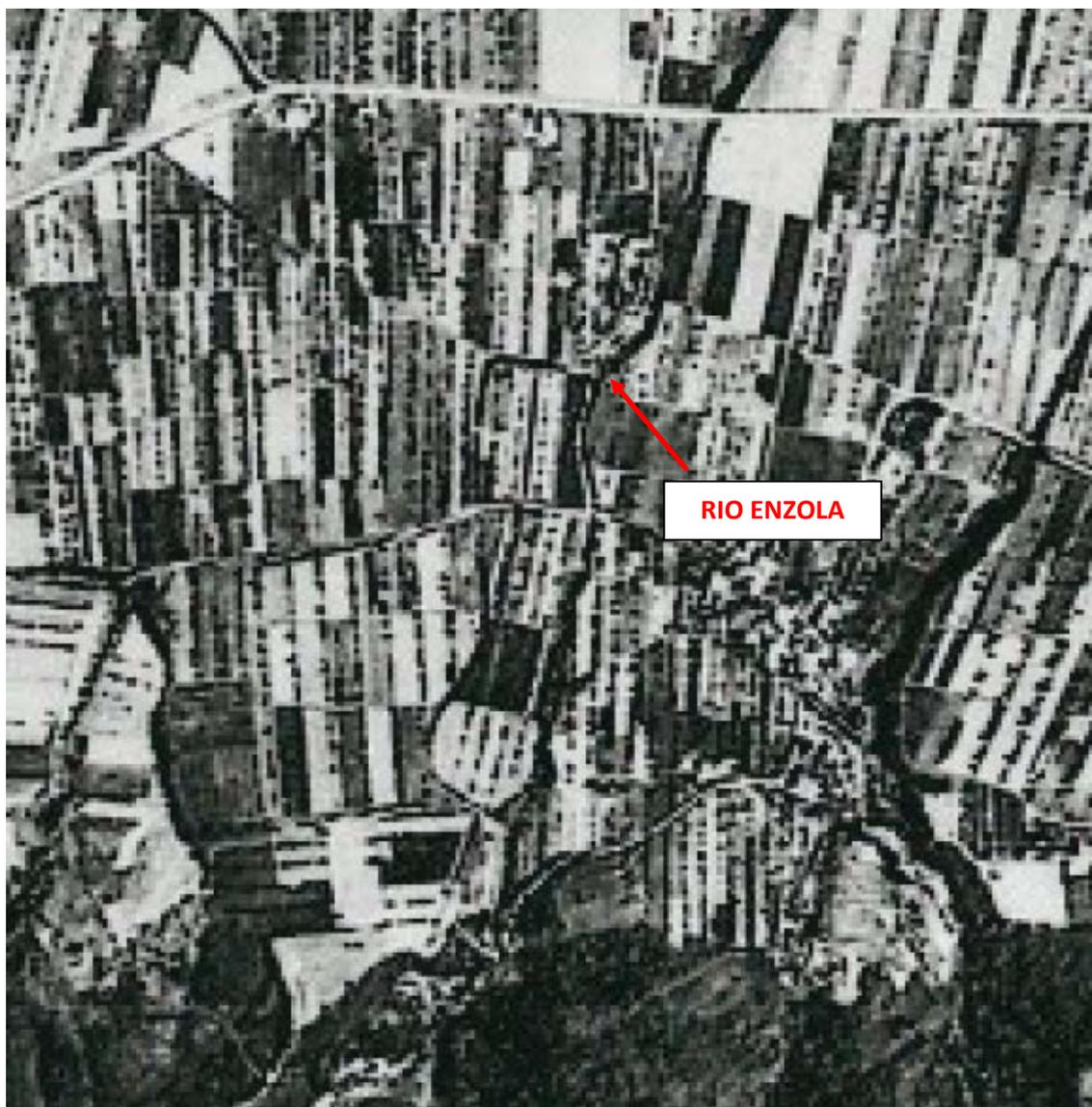


Figura 16 – Tratto 2 del Rio Enzola – Volo GAI 1954

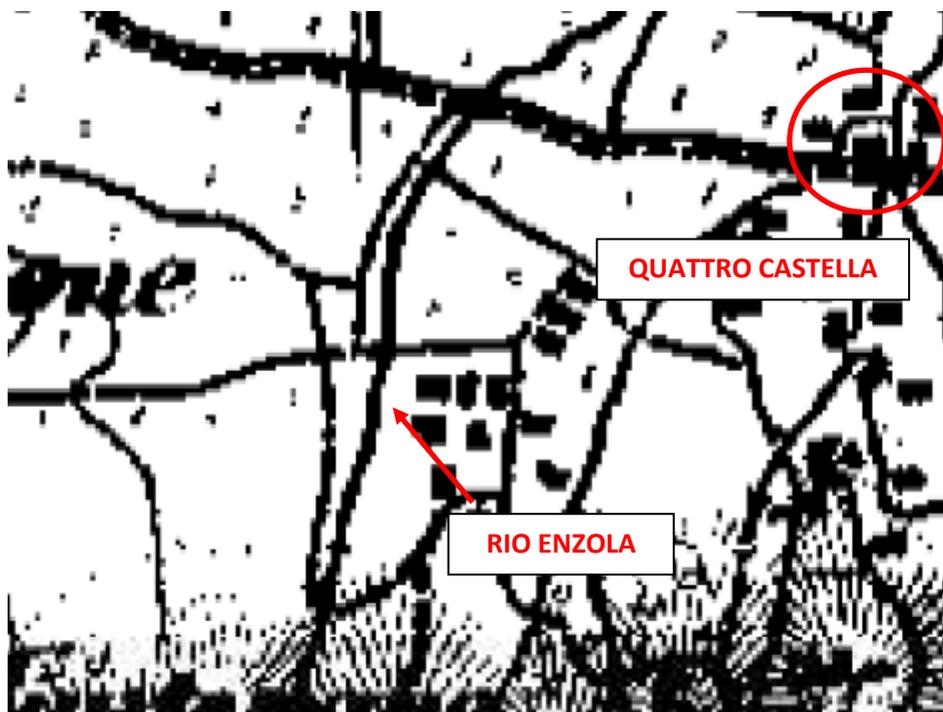


Figura 17 – Tratto 2 del Rio Enzola - Carta storica regionale 1853

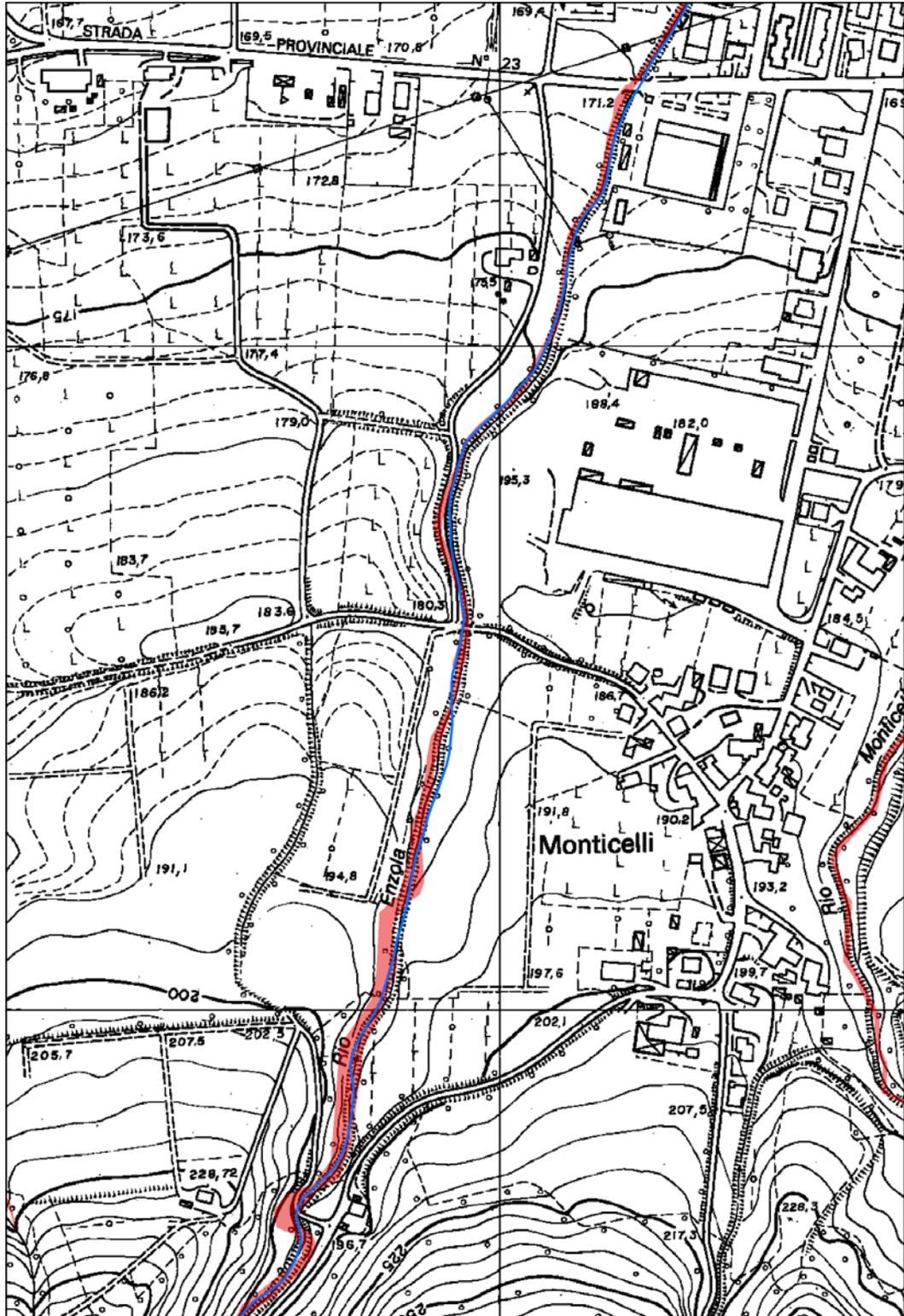


Figura 18 – Tratto 2 del Rio Enzola – Aree demaniali (in rosso) in confronto con l'alveo attuale (n blu).

Analizzando l'alveo in tre periodi storici (1853, 1954 e 2008) e in relazione alla presenza di lembi demaniali residui ora abbandonati dall'alveo (figure precedenti) e tenendo conto che non esistono significativi interventi antropici realizzati lungo il rio nel tratto in studio, è possibile dedurre che le **variazioni morfologiche** subite dal rio siano state:

- **Variazione di larghezza:** la larghezza media appare sostanzialmente invariata. Le aree demaniali esterne rispetto all'alveo attuale presenti in Figura 18 non rappresentano infatti, almeno nella porzione di monte del tratto, l'alveo abbandonato ma il versante molto ripido presente in sinistra; nella parte finale del tratto le aree demaniali indicano invece una modifica del tracciato dell'alveo, ma a parità di larghezza media.
- **Indice di sinuosità:** la sinuosità appare essere leggermente diminuita a favore di un andamento maggiormente rettilineo, così come messo in evidenza dalla cartografia delle aree demaniali abbandonate dall'alveo.
- **Variazione della quota media del fondo:** le evidenze raccolte in campo non fanno supporre una modifica sostanziale della quota di fondo, ad eccezione della parte terminale del tratto, ove è presente un salto di quota di circa 2m in corrispondenza di una briglia.

Pur in mancanza di un confronto tra ortofoto attuali e ortofoto di 10-15 anni fa, è possibile ipotizzare sulla base delle evidenze raccolte in campo, che le **tendenze evolutive attuali** potrebbero essere così descritte:

- **Variazione di larghezza:** la larghezza del tratto appare essere sostanzialmente stabile rispetto al recente passato e non si riscontrano evidenze di una modifica in corso o prevedibile nel futuro.
- **Indice di sinuosità:** non si riscontrano né si prevedono per il futuro ulteriori modifiche all'indice di sinuosità, in assenza di nuove forzanti rispetto a quelle ora presenti.
- **Variazione della quota media del fondo:** come per la larghezza, le evidenze in campo non fanno prevedere un ulteriore abbassamento della quota di fondo, che appare ora sostanzialmente stabile.

3.1.3.3 Tratto 3 del Rio Enzola

Il terzo tratto è stato classificato come non confinato rettilineo, impostato entro l'alta pianura della Provincia di Reggio Emilia.



Figura 19 – Tratto 3 del Rio Enzola – Ortofoto AGEA 2008

L'evoluzione del rio nel tratto in studio può essere valutata mettendo a confronto le ortofoto AGEA 2008 con il volo GAI del 1954, con la carta storica regionale del 1853 e con la rappresentazione delle aree demaniali a confronto con l'alveo attuale mostrato nella CTR (figure seguenti).

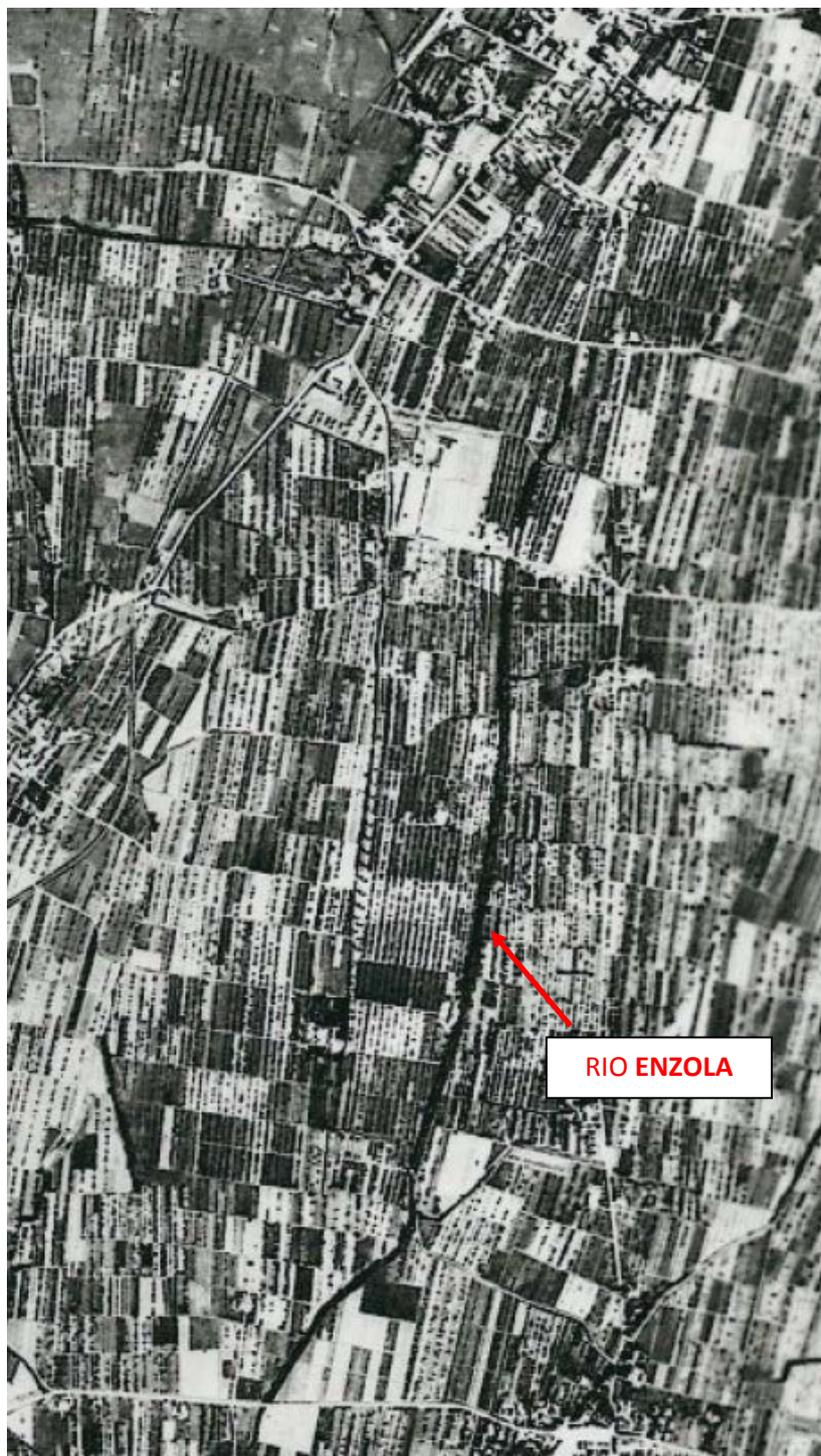


Figura 20 – Tratto 3 del Rio Enzola – Volo GAI 1954

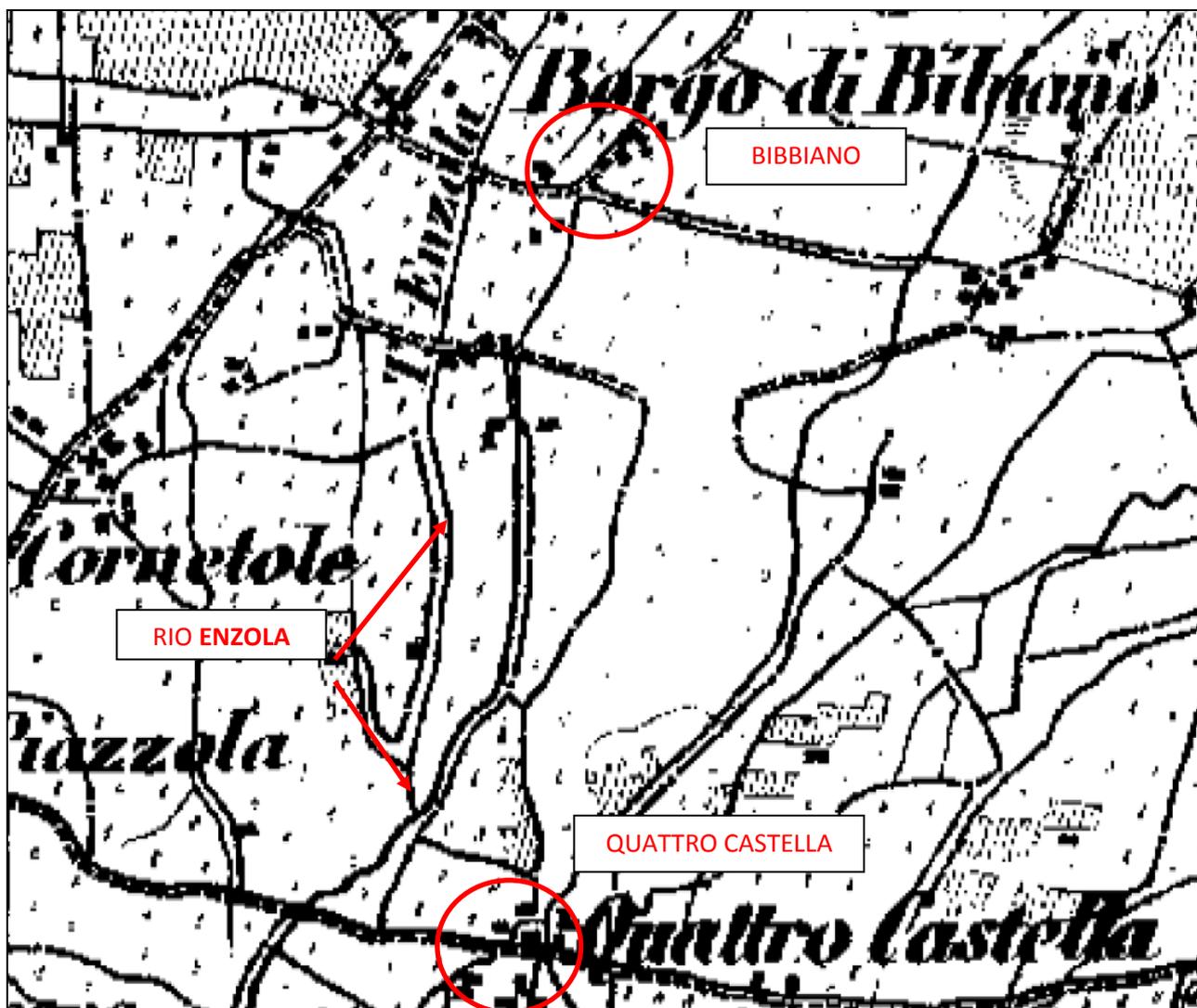


Figura 21 – Tratto 3 del Rio Enzola - Carta storica regionale 1853



Figura 22 – Tratto 3 del Rio Enzola – Aree demaniali (in rosso) in confronto con l’alveo attuale (n blu).

Analizzando l'alveo in tre periodi storici (1853, 1954 e 2008) (figure precedenti) è possibile dedurre che le **variazioni morfologiche** subite dal rio siano state:

- **Variazione di larghezza:** in considerazione della completa artificializzazione del tratto (ora arginato pensile) è lecito attendersi una variazione anche significativa della larghezza media ma la consultazione delle carte storiche dell'800 non permette di confermare la suddetta deduzione logica, sia per la scarsa precisione delle stesse sia perché l'artificializzazione potrebbe essere antecedente le carte consultate.
- **Indice di sinuosità:** come sopra.
- **Variazione della quota media del fondo:** la quota del fondo appare essere molto diversa da quella che avrebbe il rio in condizioni naturali, essendo l'alveo pensile.

Pur in mancanza di un confronto tra ortofoto attuali e ortofoto di 10-15 anni fa, è possibile ipotizzare sulla base delle evidenze raccolte in campo, che le **tendenze evolutive attuali** potrebbero essere così descritte:

- **Variazione di larghezza:** la larghezza del tratto appare essere sostanzialmente stabile rispetto al recente passato e non si riscontrano evidenze di una modifica in corso o prevedibile nel futuro.
- **Indice di sinuosità:** non si riscontrano né si prevedono per il futuro ulteriori modifiche all'indice di sinuosità, in assenza di nuove forzanti rispetto a quelle ora presenti.
- **Variazione della quota media del fondo:** la quota del fondo appare essere sostanzialmente stabile.

Per quanto riguarda le tendenze evolutive attuali certamente l'estrema artificializzazione dell'alveo non consente lo sviluppo di alcuna dinamica morfologica, che potrebbe manifestarsi solo in caso di profonda modifica all'assetto strutturale del rio, con il ritorno ad un alveo non più arginato né pensile oppure, in misura minore, ancora arginato ma molto più ampio dell'attuale e comunque privo di pensilità.



3.1.4 Indicazioni per la progettazione e la manutenzione degli interventi sul Rio Enzola

Le analisi descritte nei capitoli precedenti hanno permesso di tracciare un quadro complessivo delle caratteristiche geomorfologiche del rio in studio; sulla base di tale disamina è quindi possibile fornire alcune indicazioni generali per la progettazione e la manutenzione di interventi di riqualificazione integrata del rio, riportate nei paragrafi seguenti in relazione ai singoli tratti fluviali omogenei.

3.1.4.1 Tratto 1 del Rio Enzola

Il tratto si trova in condizioni morfologiche moderate e non ha subito particolari variazioni rispetto al passato, sia in termini di forme che di processi. La principale alterazione che si registra è da ricondursi al restringimento subito dall'alveo a causa della presenza di una strada sterrata.

La rimozione della strada non appare però essere al momento fattibile, essendo necessaria per il collegamento tra la pianura ed alcune case sparse.

Gli interventi di riqualificazione morfologica devono quindi assumere come vincolo quello della strada e porsi l'obiettivo di migliorare la funzionalità morfologica dell'alveo attuale; in tal senso ogni azione che punti a diversificare la sezione e l'alveo è ritenuta idonea e destinata a potersi evolvere naturalmente in relazione alla pendenza e alla potenza specifica elevate che caratterizzano il rio.

La seconda alterazione di rilievo del tratto riguarda la presenza di un salto di fondo che segue un tombinamento di circa 15m.

Anche in questo caso la rimozione del tombinamento, che permette l'attraversamento del rio da parte della strada, non appare al momento fattibile, così come anche la rimozione del salto di fondo, funzionale a mantenere in quota la strada. È eventualmente possibile ipotizzare una mitigazione degli impatti del salto di fondo per la fauna ittica, realizzando il salto su una lunghezza maggiore del rio (ad esempio mediante la costruzione di una rampa in massi sul fronte di valle della briglia che genera il salto).

3.1.4.2 Tratto 2 del Rio Enzola

Il tratto 2 si trova in condizioni morfologiche moderate e non ha subito significative variazioni rispetto al passato, se non un possibile abbassamento della quota di fondo nel tratto terminale e l'occupazione di parte dell'alveo con una strada sterrata sempre nella parte terminale del tratto, a cui si unisce la presenza molto prossima all'alveo di alcune abitazioni.

La prima metà del tratto, fino al ponte di via Enzola, sembra essere quella maggiormente vocata alla realizzazione di interventi di riqualificazione morfologica, essendo la meno vincolata in termini di infrastrutture antropiche presenti lungo il corso d'acqua.

In questa prima parte del tratto non è presente una piana inondabile morfologicamente riconoscibile, anche in virtù dell'assetto naturalmente inciso del rio; nel caso si renda necessario recuperare volumi di invaso per le acque di piena, il tratto sembra però possedere le caratteristiche idonee per creare ex-novo una piana inondabile sui campi agricoli ad uso estensivo che contornano il rio, sebbene le pendenze ancora elevate del rio non permettano di ottenere elevati effetti di laminazione da parte delle nuove golene allagabili. Interventi di questo tipo potrebbero portare il rio a discostarsi parzialmente dallo stato di riferimento del tratto, non molto dissimile all'assetto attuale; possono però essere giustificati in virtù del nuovo e più elevato grado di antropizzazione del bacino, in particolare a valle nel centro abitato di Quattro Castella, che richiede di individuare un nuovo stato di riferimento morfologico più funzionale dal punto di vista idraulico ma comunque non peggiore dal punto di vista della qualità ecologica e geomorfologica. In questa ottica, la porzione di tratto in studio si presta anche a realizzare interventi di diversificazione della sezione e dell'alveo, al fine di ulteriormente migliorare la qualità morfologica del rio per andare verso il nuovo stato di riferimento.

La seconda porzione del tratto, a valle del ponte di via Enzola, è maggiormente limitata per la realizzazione di interventi di riqualificazione morfologica. Una strada sterrata affianca in sinistra il rio e occupa quello che era il vecchio alveo: la restituzione al rio del terreno occupato dalla strada mediante arretramento della stessa è un'azione auspicabile. Scendendo più a valle la presenza di abitazioni in destra e sinistra limita invece le possibilità di recupero morfologico. Una briglia che genera un salto di fondo, come per il tratto 1 non pare essere eliminabile con facilità in virtù del sostegno dato alla strada, ma una valutazione di maggior dettaglio potrebbe essere auspicabile. Nella porzione terminale del tratto si segnala la presenza di lembi di demanio sede in passato dell'alveo, potenzialmente da riconnettere al corso attuale del rio.

3.1.4.3 Tratto 3 del Rio Enzola

Il terzo tratto, completamente artificiale in quanto arginato pensile, non possiede al momento le potenzialità per una spontanea riqualificazione morfologica e i vincoli imposti dall'assetto non permettono a loro volta il manifestarsi libero delle dinamiche evolutive.

La presenza di sedimenti grossolani sul fondo e le portate elevate, in relazione alla dimensione del rio, fanno però supporre la potenzialità per una possibile ripresa delle dinamiche morfologiche qualora mutasse radicalmente l'assetto del rio.

Nel caso di rimozione delle arginature e della pensilità o, in alternativa e con potenzialità morfologiche minori, di arretramento delle arginature con o senza rimozione della pensilità, si può quindi ragionevolmente supporre la possibilità di un nuovo avvio dei processi di evoluzione morfologica del rio.

In questo caso lo stato di riferimento a cui tendere non potrà certo essere quello del recente passato, visto che negli anni '50 l'alveo si trovava già nell'assetto attuale, ma nemmeno quello di un passato ancora più remoto ('800), in quanto l'assetto storico era diverso dall'attuale: lo stato di riferimento dovrà quindi essere nuovo e da ideare sulla base dei vincoli ora presenti sul territorio e delle nuove forzanti, in particolare dal punto di vista delle portate e del conseguente rischio idraulico.