

APPENDICE 4
GUIDA ILLUSTRATA ALLE RISPOSTE –
Indice Di Qualità Morfologica (IQM)

APPENDICE n. 4 – al Manuale: Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. (2014):
IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi
d'acqua – ISPRA – Manuali e Linee Guida 113/2014. Roma, giugno 2014.

INDICE

GENERALITÀ E SUDDIVISIONE INIZIALE.....	1
1. Inquadramento e definizione delle unità fisiografiche.....	1
2. Definizione del grado di confinamento.....	2
3. Definizione della morfologia dell'alveo	3
<i>Alvei semiconfinati e non confinati.....</i>	<i>3</i>
<i>Alvei confinati.....</i>	<i>4</i>
Unità morfologiche di alvei alluvionali (a fondo mobile) a canale singolo.....	6
Morfologie a scala di tratto di alvei confinati a canale singolo	8
4. Suddivisione finale in tratti	10
5. Riepilogo suddivisione in tratti	11
FUNZIONALITÀ.....	13
1. Continuità	13
<i>F1: Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso</i>	<i>13</i>
Alvei confinati	13
Alvei semiconfinati e non confinati	14
<i>F2: Presenza di piana inondabile.....</i>	<i>15</i>
Rapporti con altre superfici.....	15
Interazioni con altri indicatori.....	16
<i>F3: Connessione tra versanti e corso d'acqua.....</i>	<i>19</i>
<i>F4: Processi di arretramento delle sponde</i>	<i>20</i>
<i>F5: Presenza di una fascia potenzialmente erodibile.....</i>	<i>21</i>
2. Morfologia.....	22
<i>F6: Morfologia del fondo e pendenza della valle.....</i>	<i>22</i>
<i>F7: Forme e processi tipici della configurazione morfologica.....</i>	<i>23</i>
<i>F8: Presenza di forme tipiche di pianura.....</i>	<i>24</i>
<i>F9: Variabilità della sezione</i>	<i>25</i>
Alvei confinati	25
Alvei semiconfinati e non confinati	26
<i>F10: Struttura del substrato</i>	<i>28</i>
Alvei confinati	28
Alvei semiconfinati e non confinati	29
<i>F11: Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni.....</i>	<i>30</i>
3. Vegetazione nella fascia perifluviale.....	31
<i>F12: Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale</i>	<i>31</i>
Alvei confinati	31
Alvei semiconfinati e non confinati	32
<i>F13: Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde.....</i>	<i>33</i>
ARTIFICIALITÀ.....	34
1. Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte	34
<i>A1: Opere di alterazione delle portate liquide.....</i>	<i>34</i>
<i>A2: Opere di alterazione delle portate solide.....</i>	<i>36</i>
Opere in ambito montano.....	36
Opere in ambito collinare - di pianura	36
2. Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto	39
<i>A3: Opere di alterazione delle portate liquide (diversivi, scolmatori, casse di espansione).....</i>	<i>39</i>
<i>A4: Opere di alterazione delle portate solide (briglie di trattenuta, casse in linea, briglie di consolidamento, traverse, diga a valle).....</i>	<i>40</i>
<i>A5: Opere di attraversamento (ponti, guadi, tombinature).....</i>	<i>42</i>

3. Opere di alterazione della continuità laterale.....	43
<i>A6: Difese di sponda (muri, scogliere, Ingegneria Naturalistica, pennelli)</i>	<i>43</i>
<i>A7: Arginature.....</i>	<i>45</i>
4. Opere di alterazione della morfologia e/o del substrato	47
<i>A8: Variazioni artificiali di tracciato.....</i>	<i>47</i>
<i>A9: Altre opere di consolidamento (soglie, rampe) e/o di alterazione del substrato (rivestimenti del fondo).....</i>	<i>48</i>
5. Interventi di manutenzione e prelievo.....	50
<i>A10: Rimozione di sedimenti.....</i>	<i>50</i>
<i>A11: Rimozione del materiale legnoso.....</i>	<i>51</i>
<i>A12: Taglio della vegetazione in fascia perifluviale</i>	<i>52</i>
VARIAZIONI MORFOLOGICHE.....	53
<i>V1: Variazioni della configurazione morfologica</i>	<i>53</i>
<i>V2: Variazioni di larghezza.....</i>	<i>54</i>
<i>V3: Variazioni altimetriche</i>	<i>55</i>
Evidenze sul terreno.....	55

Indice Figure

Figura A4.1 – Suddivisione in unità fisiografiche del bacino del Fiume Volturno. (1) Unità montuosa; (2) Unità collinare; (3) Unità di pianura intermontana; (4) Unità di pianura bassa.	1
Figura A4.2 – Viste panoramiche delle unità fisiografiche del bacino del Fiume Volturno. (1) Unità montuosa; (2) Unità collinare; (3) Unità di pianura intermontana; (4) Unità di pianura bassa.....	1
Figura A4.3 – Classi di confinamento. In verde: pianura alluvionale; in marrone: versanti (o terrazzi antichi). <i>Gc</i> : grado di confinamento; <i>Ic</i> : indice di confinamento = Lp/La , dove <i>Lp</i> : larghezza della pianura (compreso alveo) e <i>La</i> : larghezza dell'alveo.	2
Figura A4.4 – Esempi di tipi di alvei a diverso grado di confinamento. (1) e (2) Alvei confinati; (3) e (4) alvei semiconfinati; (5) e (6) alvei non confinati.	2
Figura A4.5 – Morfologie di alvei semiconfinati e non confinati. <i>Is</i> : indice di sinuosità; <i>Ii</i> : indice di intrecciamento; <i>Ia</i> : indice di anabranching.	3
Figura A4.6 – Esempi di morfologie di alvei semiconfinati e non confinati. (1) Rettilineo; (2) Sinuoso; (3) Meandriforme; (4) Sinuoso a barre alternate.	3
Figura A4.7 – Morfologie di alvei confinati. (1) confinato a canale singolo; (2) confinato <i>wandering</i> ; (3) confinato a canali intrecciati; (4) confinato <i>anabranching</i>	4
Figura A4.8 – Principali morfologie a scala di unità in alvei alluvionali a pendenza elevata (modificato da HALWAS & CHURCH, 2002). Questa classificazione non prevede i “run”, unità di raccordo tra step e pools con caratteristiche idrodinamiche molto simili a quelle delle glide, ma di dimensioni minori.....	6
Figura A4.9 – Morfologie a scala di unità in alvei a fondo mobile. (1) <i>Cascade</i> (o rapida a gradini); (2) e (3) <i>rapids</i> (o rapida a gradino; alcune sotto-unità definite come <i>transverse ribs</i> sono indicati dalla freccia); (4) <i>riffle</i> ; (5) serie di <i>steps</i> alternati con <i>pools</i> , con assenza di unità <i>run</i> ; (6) <i>log step</i> ; (7) <i>glide</i> (indicato dalla freccia, in primo piano un <i>riffle</i>); (8) <i>glide</i> ; (9) <i>pool</i> a valle di rapida in roccia (<i>bedrock cascade</i>).	7
Figura A4.10 – Prima classificazione morfologica dei torrenti a scala di tratto. (1) Alveo in roccia; (2) alveo colluviale; (3) alveo alluvionale (a fondo mobile).	8
Figura A4.11– Morfologie di alvei alluvionali a scala di tratto (modificato da MONTGOMERY & BUFFINGTON, 1997).	8
Figura A4.12 – Morfologie a scala di tratto di alvei a fondo mobile. (1) A gradinata (dominato da unità <i>cascade</i> o rapide a gradino); (2) a gradinata (dominato da unità <i>step</i> e <i>pool</i>); (3) letto piano; (4) <i>riffle-pool</i> ; (5) a <i>dune</i>	9
Figura A4.13 – Esempi di discontinuità impiegate per la suddivisione finale in tratti. (1) Discontinuità idrologica dovuta ad un affluente significativo (tratti 1 e 2); diga (D) (tratti 2 e 3: si noti che l'invaso non viene considerato come corso d'acqua). Il passaggio da tratto 3 a 4 è invece determinato da una variazione di morfologia (da sinuoso a meandriforme: si veda step precedente); (2) discontinuità di pendenza del fondo (criterio applicato soprattutto agli alvei confinati); (3) altre discontinuità che possono essere usate come criterio di suddivisione: il passaggio da 3 ai successivi non è motivato da un cambio di morfologia (il corso d'acqua rimane sinuoso a canale singolo), ma da una variazione di larghezza della pianura ed indice di confinamento (tra 3 e 4) e da una variazione significativa di larghezza dell'alveo (tra 4 e 5).....	10
Figura A4.14 – Riepilogo della suddivisione in tratti. STEP 1: ad ogni unità fisiografica corrisponde almeno un segmento.	11
Figura A4.15 – Riepilogo della suddivisione in tratti. STEP 2: si effettua una prima suddivisione dei segmenti sulla base delle classi di confinamento (<i>C</i> : confinato, <i>SC</i> : semiconfinato, <i>NC</i> : non confinato).....	11
Figura A4.16 – Riepilogo della suddivisione in tratti. STEP 3: si classifica la morfologia dell'alveo.	11
Figura A4.17 – Riepilogo della suddivisione in tratti. STEP 4: viene ultimata la suddivisione iniziale sulla base di altri elementi di discontinuità (nell'esempio: pendenza del fondo per i tratti confinati, diga ed affluente principale).	12
Figura A4.18 – Nei casi in cui un'applicazione rigida dei criteri di suddivisione porterebbe ad un'eccessiva frammentazione dei tratti, si applica un criterio di predominanza. (1) Esiste una discontinuità idrologica e, 200 m a valle, l'alveo varia la morfologia (da sinuoso a meandriforme), pertanto l'applicazione rigida dei criteri precedenti porterebbe a delimitare un tratto con lunghezza di 200 m; (2) si assume la discontinuità idrologica (affluente) come il criterio predominante, pertanto i 200 m a valle della confluenza vengono inglobati nel tratto a valle con morfologia meandriforme.	12

Figura A4.19 – Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e legno. Regola di attribuzione di un'opera trasversale coincidente con il limite tra due tratti e dei suoi effetti sulla continuità longitudinale.....	13
Figura A4.20 – Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e legno. <i>Classe A</i> : tratto privo di discontinuità. <i>Classe B</i> : in alto a destra, briglie di consolidamento colmate; in basso a sinistra, briglia aperta. <i>Classe C</i> : una briglia di trattenuta (freccia) con intercettazione totale rappresenta una completa alterazione della continuità longitudinale a valle della briglia.....	13
Figura A4.21 – Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e legno. <i>Classe A</i> : tratto privo di discontinuità. <i>Classe B</i> : presenza di una briglia colmata (freccia) che altera il normale flusso di sedimenti ma non lo intercetta completamente e non determina discontinuità di forme (le barre sono presenti in egual misura sia a monte che a valle). <i>Classe C</i> : la presenza di una briglia con intercettazione totale del trasporto solido (freccia nella foto a destra) è una condizione di forte alterazione (<i>Classe C</i>) per il tratto immediatamente a valle (il fiume scorre da destra verso sinistra).....	14
Figura A4.22 – Distinzione tra pianura alluvionale e piana inondabile. (1) Terminologia solitamente adoperata nelle Carte Geologiche; (2) terminologia adoperata (la pianura alluvionale può comprendere la piana inondabile attuale ed i terrazzi “recenti”, ovvero precedenti porzioni di piana inondabile abbandonate per incisione durante gli ultimi 100÷150 anni).....	15
Figura A4.23 – Differenze tra piana inondabile e terrazzo “recente”. (1) e (2) Esempi di piana inondabile (si notino i dislivelli molto ridotti rispetto alle barre); (3) terrazzo “recente” generato da un'incisione di circa 2÷3 m; (4) terrazzo “recente” generato da un'incisione intensa (> 3 m).....	15
Figura A4.24 – Diagramma schematico delle interazioni tra indicatori a supporto della classificazione di <i>F2</i>	16
Figura A4.25 – CASO 1: l'alveo non è inciso (<i>V3</i> in <i>Classe A</i>), pertanto la pianura adiacente coincide con la piana inondabile (<i>Classe A</i>).....	16
Figura A4.26 – CASO 2: l'alveo è lievemente inciso ed è ristretto rispetto al 1954. La fascia di vegetazione perifluviale è piuttosto ampia (<i>F12</i> in <i>Classe B</i>) e coincide in gran parte con l'alveo del 1954. La verifica sul terreno consente di stabilire che la fascia di vegetazione perifluviale coincide con la piana inondabile, pertanto risulta anch'essa in <i>Classe B</i>	17
Figura A4.27 – CASO 3: l'alveo è moderatamente inciso ed è leggermente ristretto rispetto al 1954. La fascia di vegetazione perifluviale è continua ed ampia (<i>F12</i> ed <i>F13</i> in <i>Classe A</i>). La verifica sul terreno consente di stabilire che la fascia di vegetazione perifluviale comprende anche varie porzioni di terrazzi “recenti”, pertanto la piana inondabile non è sufficientemente ampia all'interno del tratto (<i>Classe B</i>).....	17
Figura A4.28 – CASO 4: l'alveo è inciso e la fascia di vegetazione perifluviale ha un'ampiezza media (<i>F12</i> in <i>Classe B</i>). La verifica sul terreno permette di accertare che buona parte di tale fascia coincide con una piana inondabile post-incisione, costruita in conseguenza della sua mobilità laterale (<i>Classe B</i>).....	17
Figura A4.29 – CASO 5: l'alveo è inciso e ristretto, ed è presente una fascia di vegetazione perifluviale con ampiezza media (<i>F12</i> in <i>Classe B</i>). La verifica sul terreno permette di accertare che la fascia di vegetazione in questo caso occupa porzioni di alveo del 1954 altimetricamente disconnesse dall'alveo attuale (terrazzi “recenti”) (<i>Classe C</i>).....	18
Figura A4.30 – CASO 6: l'alveo è inciso e non esiste una fascia di vegetazione perifluviale (<i>F12</i> in <i>Classe C</i>) che possa essere eventualmente attribuibile a nuova piana inondabile post-incisione, pertanto il tratto è necessariamente in <i>Classe C</i>	18
Figura A4.31 – Connessione tra versanti e corridoio fluviale. <i>Classi</i> in funzione del collegamento tra corso d'acqua e versanti adiacenti per una fascia di 50 m per ognuno dei due lati.....	19
Figura A4.32 – Processi di arretramento delle sponde. <i>Classe A</i> : frequenti sponde in arretramento, soprattutto sul lato esterno delle curve (freccie rosse nella foto a sinistra). <i>Classe B</i> : rientrano in questa classe i tratti con erosioni osservate solo localmente. <i>Classe C</i> : assenza di sponde in erosione per presenza di interventi di protezione e/o dinamica dell'alveo assente.....	20
Figura A4.33 – Fascia potenzialmente erodibile. <i>Classe A</i> : nonostante il centro abitato e la strada, è presente una fascia potenzialmente erodibile continua e sufficientemente ampia. <i>Classe B</i> : la fascia erodibile è ampia (media del tratto > <i>nLa</i>) ma con media continuità (33÷66%) (seconda figura da sinistra), oppure è continua (> 66%) ma non sufficientemente ampia (larghezza media < <i>nLa</i>) (terza figura da sinistra). <i>Classe C</i> : è presente una fascia potenzialmente erodibile (di qualunque ampiezza) per < 33% del tratto.	21
Figura A4.34 – Morfologia del fondo e pendenza della valle. Regola per la misura della pendenza media della valle nel tratto e per l'individuazione della morfologia del fondo.	22

Figura A4.35 – Morfologia del fondo e pendenza della valle. <i>Classe A</i> : la presenza di briglie di consolidamento non altera la tipologia morfologica di fondo attesa in base alla pendenza del tratto (a gradinata in entrambi i casi). <i>Classe B</i> : le briglie di consolidamento determinano una configurazione del fondo diversa (a letto piano) da quella attesa (a gradinata) per 33-66% del tratto. <i>Classe C</i> : forte alterazione (>66% del tratto) delle forme di fondo, a causa di un'interdistanza tra le briglie talmente ravvicinata da non permettere l'instaurarsi di forme di fondo (ad eccezione della buca di scavo a valle delle opere).....	22
Figura A4.36 – Forme e processi tipici della configurazione morfologica: esempi relativi ad alvei a canali multipli, transizionali ed a canale singolo. <i>Classe A</i> : assenza di alterazioni. <i>Classe B</i> : la presenza di un ponte altera la configurazione morfologica (< 33% del tratto) attraverso la formazione di isole. <i>Classe C</i> : nel caso di alveo a canali intrecciati e transizionale, la presenza di un ponte e di una briglia producono alterazioni significative nel tratto (> 33%). Nonostante tali alterazioni, il tratto mantiene una prevalenza di forme tali da poterlo classificare nel suo insieme come a canali intrecciati e sinuoso a barre alternate rispettivamente. Nel caso di alveo a canale singolo, la fissazione delle sponde provoca la perdita delle forme e dei processi tipici di tale tipologia (barre, erosioni di sponda, ecc.), nonostante il mantenimento della configurazione planimetrica meandriforme.....	23
Figura A4.37 – Presenza di forme tipiche di pianura. <i>Classe A</i> : presenza di forme fluviali attuali nella pianura. <i>Classe B</i> : presenza di tracce di forme fluviali non attuali (a causa di incisione del fondo) ma riattivabili. <i>Classe C</i> : completa assenza di forme fluviali nella pianura.	24
Figura A4.38 – Forme tipiche di pianura. <i>Classe A</i> : fiume meandriforme con un taglio di meandro da poco verificatosi. <i>Classe C</i> : fiume meandriforme con completa assenza di forme nella pianura. <i>Classe B</i> : sono presenti tracce di meandri abbandonati (foto a sinistra), disconnesse dall'alveo a causa di incisione del fondo. L'osservazione delle foto aeree degli anni '50 (foto a destra) permette di accertare che tali forme sono state abbandonate negli ultimi decenni.....	24
Figura A4.39 – Variabilità della sezione in alvei confinati. <i>Classe A</i> : assenza di alterazioni della naturale eterogeneità della sezione. <i>Classe B</i> (in alto a destra): alterazioni per una porzione limitata del tratto. <i>Classe B</i> (foto in basso a sinistra): alterazioni per una parte predominante del tratto (> 66%) ma solo da un lato (muro di sponda) dell'alveo. <i>Classe C</i> : completa alterazione della naturale eterogeneità della sezione per difese longitudinali (muri di sponda) su entrambi i lati.....	25
Figura A4.40 – Alterazioni della variabilità della sezione in alvei semi- non confinati. (1) Casi di parziale omogeneizzazione della sezione per interventi di riprofilatura; (2) omogeneità della sezione per tratti estesi a causa di eccessiva artificializzazione.	26
Figura A4.41 – Variabilità della sezione in alvei semi- e non confinati: esempi relativi ad alvei a canali multipli, transizionali ed a canale singolo. <i>Classe A</i> : assenza di alterazioni. <i>Classe B</i> : alterazioni per una porzione < 33% di lunghezza del tratto. <i>Classe C</i> : alterazioni per una porzione > 33% della lunghezza del tratto.....	27
Figura A4.42 – Alterazioni del substrato. (1) Corazzamento (a: Strato superficiale; b: sottostrato). (2) <i>Clogging</i>	28
Figura A4.43 – Alterazioni del substrato in alvei confinati. <i>Classe A</i> : naturale eterogeneità del substrato in un alveo confinato. <i>Classe B o C1</i> : presenza di <i>clogging</i> (l'attribuzione alla <i>Classe B o C1</i> dipende dalla sua estensione). <i>Classe C2</i> : alterazione completa del fondo a causa della presenza di estesi rivestimenti.	28
Figura A4.44 – Alterazioni del substrato in alvei semi- e non confinati. <i>Classe A</i> : naturale eterogeneità dei sedimenti in un alveo non confinato. <i>Classe B o C1</i> : presenza di corazzamento (foto a sinistra) o <i>clogging</i> (foto a destra) (l'attribuzione alla <i>Classe B o C1</i> dipende dall'estensione del fenomeno nel sito di indagine). <i>Classe C2</i> : alveo con substrato affiorante a causa di incisione del fondo (foto a sinistra) o alveo con fondo completamente rivestito (foto a destra).	29
Figura A4.45 – Presenza di materiale legnoso. <i>Classe A</i> : naturale presenza di legname in un alveo confinato di larghezza limitata e ad elevata pendenza (a gradinata, foto in alto a sinistra) e in un alveo confinato di larghezza maggiore e a minore pendenza (morfologia a letto piano, foto in alto al centro); naturale assenza di legname in quanto il tratto si trova al di sopra del limite del bosco (foto in alto a destra); naturale presenza di legname in alvei non confinati (foto al centro). <i>Classe C</i> : esempi di alvei con assenza di legname a causa di recenti interventi di rimozione (foto in basso).	30
Figura A4.46 – Vegetazione nella fascia perfluviale. (1) presenza di fascia di vegetazione perfluviale connessa all'alveo in un tratto semiconfinato; (2) assenza di vegetazione funzionale (a destra) oppure presenza di vegetazione ma disconnessa dall'alveo a causa di muri arginali.....	31
Figura A4.47 – Ampiezza delle formazioni funzionali in alvei confinati. <i>Classe A</i> : la fascia di formazioni funzionali occupa più del 90% della piana e dei versanti adiacenti (per una fascia di 50 m di distanza da ogni	

sponda, rappresentata dalla linea nera tratteggiata). <i>Classe B</i> : la fascia di formazioni funzionali è compresa tra il 33 ed il 90%. <i>Classe C</i> : la fascia di formazioni funzionali è molto ridotta (< 33%).....	31
Figura A4.48 – Ampiezza delle formazioni funzionali in alvei semi- e non confinati. <i>Classe A</i> : la fascia delle formazioni funzionali è sufficientemente ampia, avendo una larghezza > nLa (La : larghezza media dell'alveo). <i>Classe B</i> : la fascia ha una media ampiezza, essendo compresa tra $0.5La$ ed nLa . <i>Classe C</i> : la fascia è molto ridotta, avendo un'ampiezza inferiore a $0.5La$	32
Figura A4.49 – Ampiezza delle formazioni funzionali in alvei semi- e non confinati. <i>Classe A</i> : la fascia di formazione funzionale è molto ampia rispetto alla larghezza dell'alveo. <i>Classe B</i> : la fascia ha una media ampiezza. <i>Classe C</i> : la fascia è pressoché assente.	32
Figura A4.50– Estensione lineare della fascia di formazioni funzionali. <i>Classe A</i> : l'estensione lineare è molto elevata (> 90% della lunghezza totale delle sponde). <i>Classe B</i> : l'estensione lineare è inferiore al 90% ma superiore al 33%. <i>Classe C</i> : nonostante la fascia di vegetazione è presente per circa metà del tratto, gran parte di essa è disconnessa dall'alveo a causa della presenza di argini e/o difese di sponda.	33
Figura A4.51 – Regola di attribuzione di un'opera trasversale coincidente con il limite tra due tratti e dei suoi effetti sull'alterazione delle portate liquide e solide.....	34
Figura A4.52 – Alterazione delle portate liquide. Tipiche opere di alterazione. (1) Diga; (2) scolmatore.	34
Figura A4.53 – Campo delle portate formative, comprendente le portate con tempi di ritorno fino a 10 anni. Il valore assunto come più rappresentativo delle portate formative è la $Q_{1,5}$ (portata con tempo di ritorno di 1.5 anni).	35
Figura A4.54 – Alterazioni delle portate liquide a monte. <i>Classe A</i> : alterazioni trascurabili. <i>Classe B</i> : alterazioni delle portate di piena (con $TR > 10$ anni) ma non delle portate formative. <i>Classe C</i> : alterazioni delle portate formative.	35
Figura A4.55 – Opere trasversali di alterazione delle portate solide in ambito montano. (1) Diga; (2) briglia di trattenuta; (3) briglia aperta; (4) sequenza di briglie di consolidamento a gradinata.	36
Figura A4.56 – Opere trasversali di alterazione delle portate solide in ambito collinare - di pianura. (1) Briglia; (2) traversa; (3) traversa di derivazione non colmata; (4) traversa di derivazione colmata.	36
Figura A4.57 – Alterazione delle portate solide a monte. <i>Classe A</i> : è presente solo una diga che occupa una porzione trascurabile (< 5%) dell'area sottesa dal tratto in esame (At) (a sinistra); l'area totale delle porzioni del bacino con briglie è < 33% dell'area sottesa dal tratto (a destra). <i>Classe BI</i> : è presente una diga che sottende un'area compresa tra il 5% ed il 33% dell'area sottesa dal tratto (a sinistra); l'area totale delle porzioni del bacino con briglie è compresa tra il 33% ed il 66% dell'area sottesa dal tratto (vale nel caso in cui il tratto in esame è in ambito collinare - di pianura) (a destra).	37
Figura A4.58 – Altre opere che possono determinare un'alterazione delle portate liquide all'interno di un tratto (oltre quelle definite per AI). (1) Casse di espansione; (2) derivazione.....	39
Figura A4.59 – Alterazioni delle portate liquide nel tratto. <i>Classe A</i> : assenza di opere di alterazione. <i>Classe B</i> : alterazioni significative delle portate con $TR > 10$ anni. <i>Classe C</i> : alterazioni significative delle portate formative.	39
Figura A4.60 – Regola di valutazione degli effetti di una diga e di un vaso a valle del tratto.....	40
Figura A4.61 – Alterazione delle portate solide. <i>Classe A</i> : assenza di opere. <i>Classe B</i> in alvei a pendenza relativamente elevata (>1%): presenza di briglie di consolidamento in numero ridotto (≤ 1 ogni 200 m); oppure presenza di briglie di trattenuta aperte. <i>Classe B</i> in alvei a pendenza medio – bassa ($\leq 1\%$): presenza di briglie o traverse in numero ridotto (≤ 1 ogni 1000 m). <i>Classe C</i> in alvei a pendenza relativamente elevata (>1%): presenza di numerose briglie di consolidamento (> 1 ogni 200 m) oppure di una o più briglie di trattenuta a corpo pieno. <i>Classe C</i> in alvei a pendenza medio – bassa ($\leq 1\%$): presenza di briglie o traverse in numero elevato (> 1 ogni 1000 m).	40
Figura A4.62 – Casi di densità elevata di opere trasversali (> 1 ogni 100 m per alvei in alvei a pendenza >1%) per i quali si applica una penalità aggiuntiva di 12.	41
Figura A4.63 – Opere di attraversamento. (1) Ponte con interferenze sulla dinamica fluviale; (2) opera di attraversamento estranea al corridoio fluviale; (3) guado con tombature; (4) tombatura.	42
Figura A4.64 – Opere di attraversamento. <i>Classe A</i> : assenza di opere. <i>Classe B</i> : presenza di opere di attraversamento in numero ridotto (≤ 1 ogni 1000 m). <i>Classe C</i> : presenza di opere di attraversamento in numero elevato (> 1 ogni 1000 m). A destra: interferenza di ponti con il corridoio fluviale. (1) Ponte completamente estraneo (viadotto che attraversa la valle ad altezza rilevante); (2) ponte senza pile ma che può interferire con le	

portate di piena; (3) ponte molto elevato ma con pile in alveo che interferiscono con i processi di dinamica fluviale.	42
Figura A4.65 – Difese di sponda. (1) Muri di sponda; (2) pennello; (3) massi; (4) gabbionata; (5) Ingegneria Naturalistica (palificata).	43
Figura A4.66 – Difese di sponda. <i>Classe A</i> : presenza localizzata di difese (linee rosse); nell'esempio le difese interessano il 4% della lunghezza totale delle due sponde. <i>Classe B</i> : presenza significativa di difese di sponda ($\leq 33\%$); nell'esempio le difese interessano circa il 30% della lunghezza totale delle due sponde. <i>Classe C</i> : presenza molto rilevante di difese di sponda ($> 33\%$); nell'esempio le difese occupano circa il 50% della lunghezza totale delle due sponde.	43
Figura A4.67 – Caso di pennelli. (1) Nel caso di pennelli esterni all'alveo, essi non vengono considerati (sono invece tenuti in conto nell'indicatore <i>F5</i>); nel caso di pennelli a contatto, la larghezza della testa è in genere trascurabile. (2) Nel caso di pennelli sporgenti, si considera la dimensione maggiore tra lunghezza e larghezza (quest'ultima è in genere prevalente nei pennelli del tipo "a martello"). Si noti che i pennelli "a martello" a contatto (a differenza degli altri pennelli a contatto) vengono considerati in quanto la larghezza della testa non è trascurabile.	44
Figura A4.68 – Arginature. (1) Argini in terra; (2) argine a diretto contatto con l'alveo; (3) muri di sponda con funzione di argine.	45
Figura A4.69 – Arginature. <i>Classe A</i> : presenza localizzata ($< 10\%$) di argini vicini o a contatto. <i>Classe B</i> : la somma totale di argini vicini ed a contatto è $< 90\%$ ma gli argini a contatto sono compresi tra il 33% ed il 50% (a sinistra) oppure la somma totale di argini vicini e a contatto è $> 90\%$ ma gli argini a contatto sono $< 33\%$ (a destra). <i>Classe C</i> : gli argini a contatto sono $> 50\%$ del tratto (a sinistra), oppure gli argini a contatto sono compresi tra il 33% ed il 50% ma la somma totale di argini vicini e a contatto è $> 90\%$ (a destra). In basso a destra: definizione di argini distanti, vicini e a contatto.	45
Figura A4.70 – Casi di difese di sponda – argini a contatto che interessano il tratto quasi per la sua interezza ($> 80\%$), per i quali si applica quindi una penalità aggiuntiva di 12.	46
Figura A4.71 – Variazioni artificiali di tracciato. Esempio di variazioni planimetriche artificiali (tagli di meandri e spostamento della foce) ben note avvenute in epoche storiche.	47
Figura A4.72 – Variazioni artificiali di tracciato. <i>Classe A</i> : assenza di variazioni artificiali. <i>Classe B</i> : presenza di variazioni artificiali per una lunghezza $< 10\%$ del tratto. <i>Classe C</i> : presenza di variazioni artificiali per una lunghezza $> 10\%$ del tratto.	47
Figura A4.73 – Altre opere di consolidamento e rivestimenti. <i>Classe A</i> : alveo con totale assenza di opere di consolidamento o rivestimento del fondo. <i>Classe B</i> : presenza di soglie (prima riga a destra) o di rampe in massi (seconda riga a sinistra) con bassa densità. <i>Classe C1</i> : presenza di numerose soglie e parziale rivestimento del fondo. <i>Classe C2</i> : totale rivestimento del fondo con tipologia impermeabile. Nel caso tale rivestimento interessa gran parte del tratto ($> 80\%$), si assegna una penalità aggiuntiva di 12.	48
Figura A4.74 – Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato. <i>Classe A</i> : assenza di opere di consolidamento e rivestimenti localizzati ($< 5\%$). <i>Classe B</i> : presenza di opere di consolidamento (soglie, rampe in massi) ma in numero ≤ 1 ogni <i>d</i> (dove $d = 200$ m per alvei a pendenza relativamente elevata ($> 1\%$); $d = 1000$ m per alvei a pendenza medio – bassa ($\leq 1\%$)), oppure presenza di rivestimenti per lunghezza $\leq 25\%$ del tratto con sistemi permeabili e/o $\leq 15\%$ con sistemi impermeabili. <i>Classe C1</i> : presenza di opere di consolidamento (soglie, rampe in massi) in numero > 1 ogni <i>d</i> , oppure presenza di rivestimenti per lunghezza $\leq 50\%$ del tratto con sistemi permeabili e/o $\leq 33\%$ con sistemi impermeabili. <i>Classe C2</i> : presenza di rivestimenti per lunghezza $> 50\%$ del tratto con sistemi permeabili e/o $> 33\%$ con sistemi impermeabili.	49
Figura A4.75 – Rimozione di sedimenti. (1) e (2) Attività recente o attuale; (3) e (4) indicatori indiretti di intensa attività passata sono la presenza di zone di cava (3) e frantoi (4) e strade camionabili nelle adiacenze del corso d'acqua. L'attribuzione alla <i>Classe B</i> o <i>C</i> dipende dall'estensione degli interventi (localizzati o diffusi), nel caso di alvei confinati, e dall'intensità dell'attività di escavazione sia in tempi recenti che passati nel caso di alvei semi- e non confinati.	50
Figura A4.76 – Rimozione del materiale legnoso. <i>Classe A</i> : assenza di interventi di rimozione del materiale legnoso. <i>Classe B</i> : rimozione parziale, inclusi i prelievi da parte di privati. <i>Classe C</i> : rimozione ad opera di Enti Pubblici.	51
Figura A4.77 – Taglio della vegetazione. <i>Classe A</i> : assenza di interventi di taglio di vegetazione. <i>Classe B</i> : interventi di taglio selettivo. <i>Classe C</i> : interventi di taglio raso.	52

Figura A4.78 – Variazioni di configurazione morfologica (a sinistra la foto del 1954 ed a destra la foto attuale). <i>Classe A</i> : nonostante il restringimento, l'alveo mantiene una morfologia prevalente <i>wandering</i> . <i>Classe B</i> : passaggio da un <i>wandering</i> ad un sinuoso. <i>Classe C</i> : passaggio da un alveo a canali intrecciati ad un sinuoso. ...	53
Figura A4.79 – Variazioni di larghezza dell'alveo (a sinistra la foto del 1954 ed a destra la foto attuale). <i>Classe A</i> : restringimento dell'alveo molto ridotto (< 15%). <i>Classe B</i> : restringimento compreso tra il 15 ed il 35% della larghezza del 1954. <i>Classe C</i> : restringimento molto intenso (> 35%).	54
Figura A4.80 – Variazioni altimetriche (quota del fondo). <i>Classe A</i> : incisione trascurabile (< 0.5 m). <i>Classe B</i> : incisione da limitata a moderata (compresa tra 0.5 e 3 m). <i>Classe C1</i> : incisione intensa (> 3 m). <i>Classe C2</i> : incisione molto intensa (> 6 m) che ha causato l'asportazione dell'intero materasso alluvionale e l'incisione nel substrato.	55
Figura A4.81 – Evidenze sul terreno di incisione. (1) Erosione alle pile dei ponti; (2) dislivelli tra piana inondabile post- incisione e terrazzo recente (corrispondente alla piana inondabile pre-incisione).	55
Figura A4.82 – Stima del grado di incisione in base a dislivelli tra superfici omologhe. (1) Misura del dislivello (ΔZ) tra piana inondabile attuale e terrazzo recente (piana inondabile pre-incisione); (2) misura del dislivello tra sommità delle ghiaie affioranti su una scarpata in erosione (attribuibili alla sommità delle barre pre-incisione) e sommità delle barre attuale.	56

Indice Tabelle

Tabella A4.1 – Morfologie di alvei alluvionali a scala di unità e a scala di tratto.	8
---	---

GENERALITÀ E SUDDIVISIONE INIZIALE

1. INQUADRAMENTO E DEFINIZIONE DELLE UNITÀ FISIOGRAFICHE

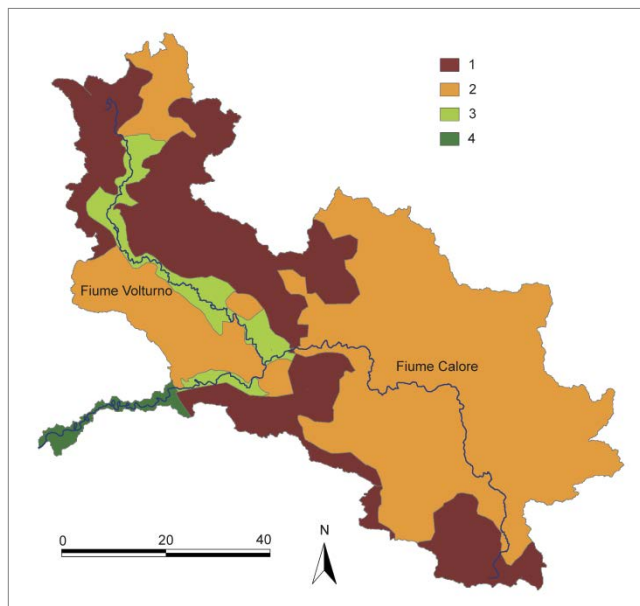


Figura A4.1 – Suddivisione in unità fisiografiche del bacino del Fiume Volturno. (1) Unità montuosa; (2) Unità collinare; (3) Unità di pianura intermontana; (4) Unità di pianura bassa.

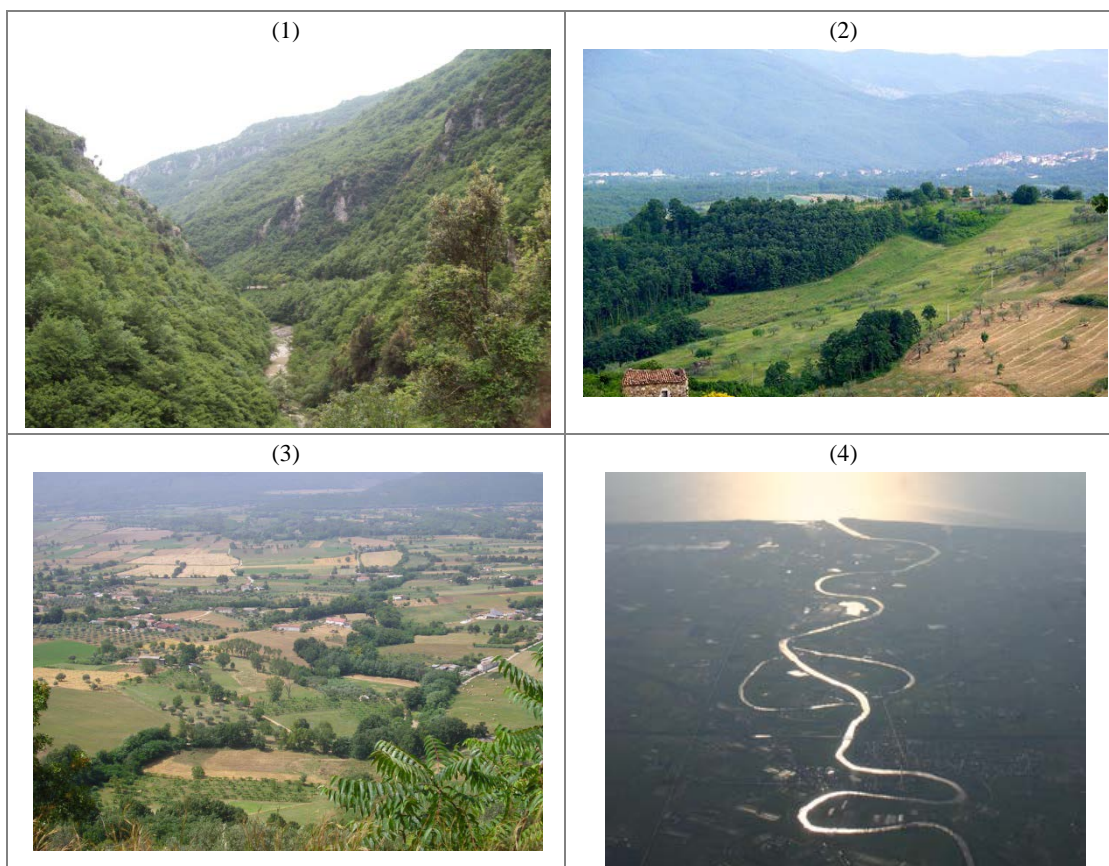


Figura A4.2 – Viste panoramiche delle unità fisiografiche del bacino del Fiume Volturno. (1) Unità montuosa; (2) Unità collinare; (3) Unità di pianura intermontana; (4) Unità di pianura bassa.

2. DEFINIZIONE DEL GRADO DI CONFINAMENTO

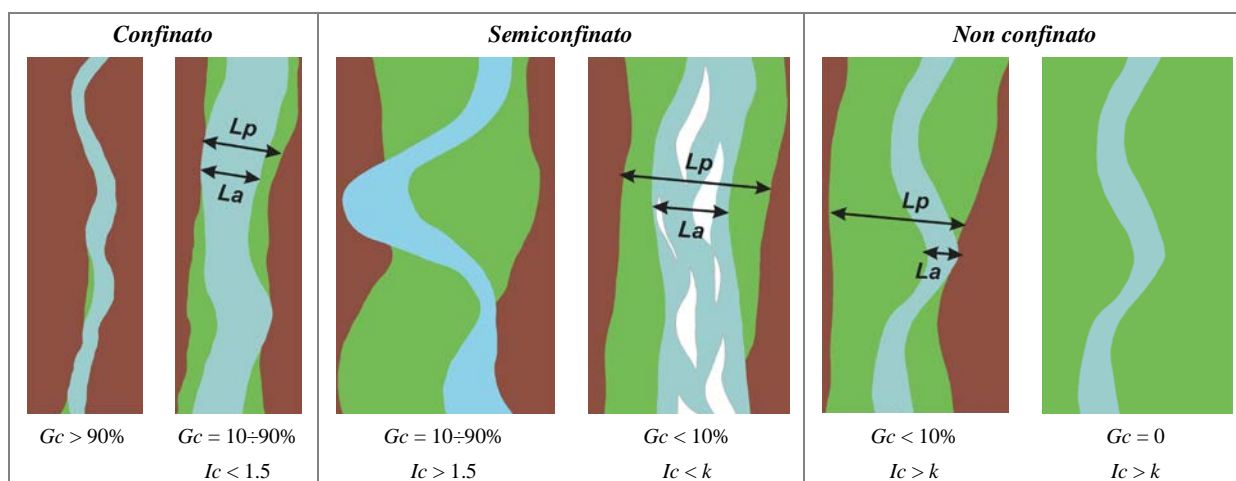


Figura A4.3 – Classi di confinamento. In verde: pianura alluvionale; in marrone: versanti (o terrazzi antichi). Gc : grado di confinamento; Ic : indice di confinamento = Lp/La , dove Lp : larghezza della pianura (compreso alveo) e La : larghezza dell'alveo.

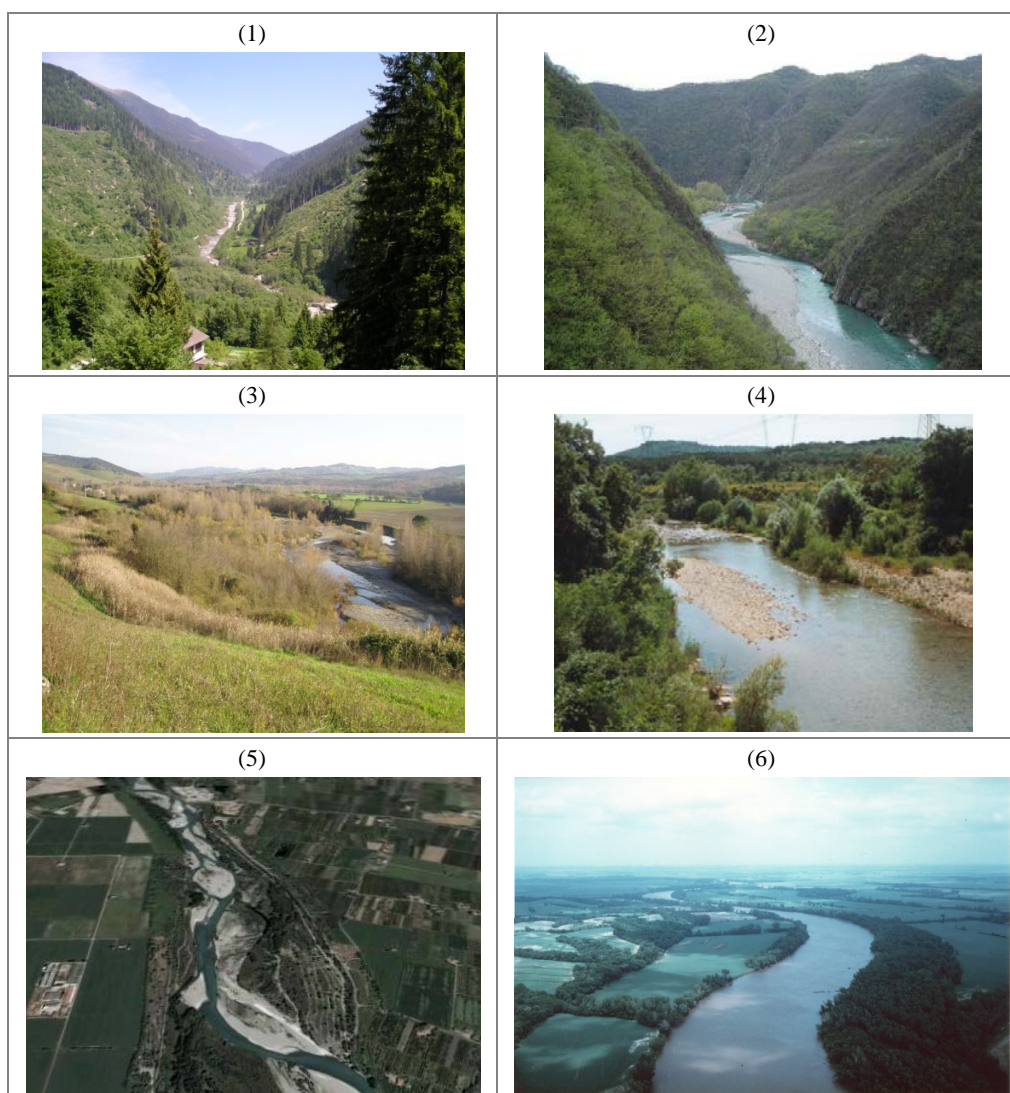


Figura A4.4 – Esempi di tipi di alvei a diverso grado di confinamento. (1) e (2) Alvei confinati; (3) e (4) alvei semiconfinati; (5) e (6) alvei non confinati.

3. DEFINIZIONE DELLA MORFOLOGIA DELL'ALVEO

ALVEI SEMICONFINATI E NON CONFINATI

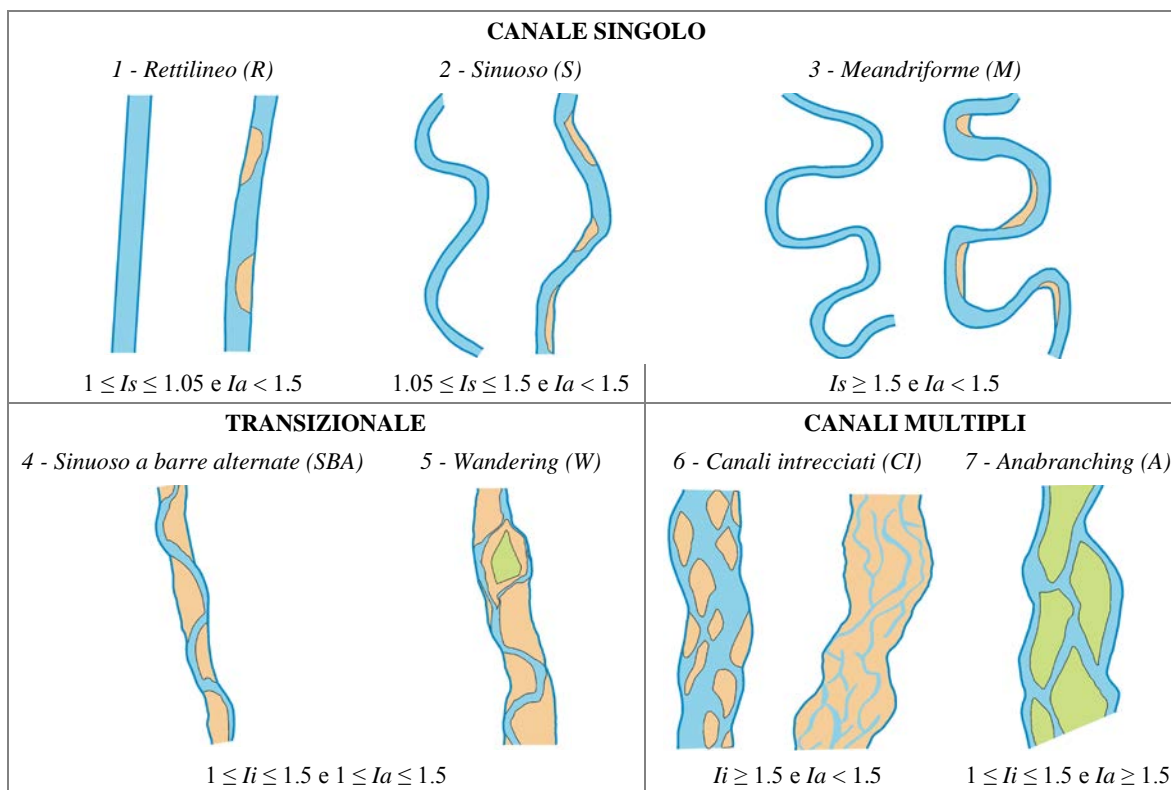


Figura A4.5 – Morfologie di alvei semiconfinati e non confinati. I_s : indice di sinuosità; I_i : indice di intrecciamento; I_a : indice di anabranching.

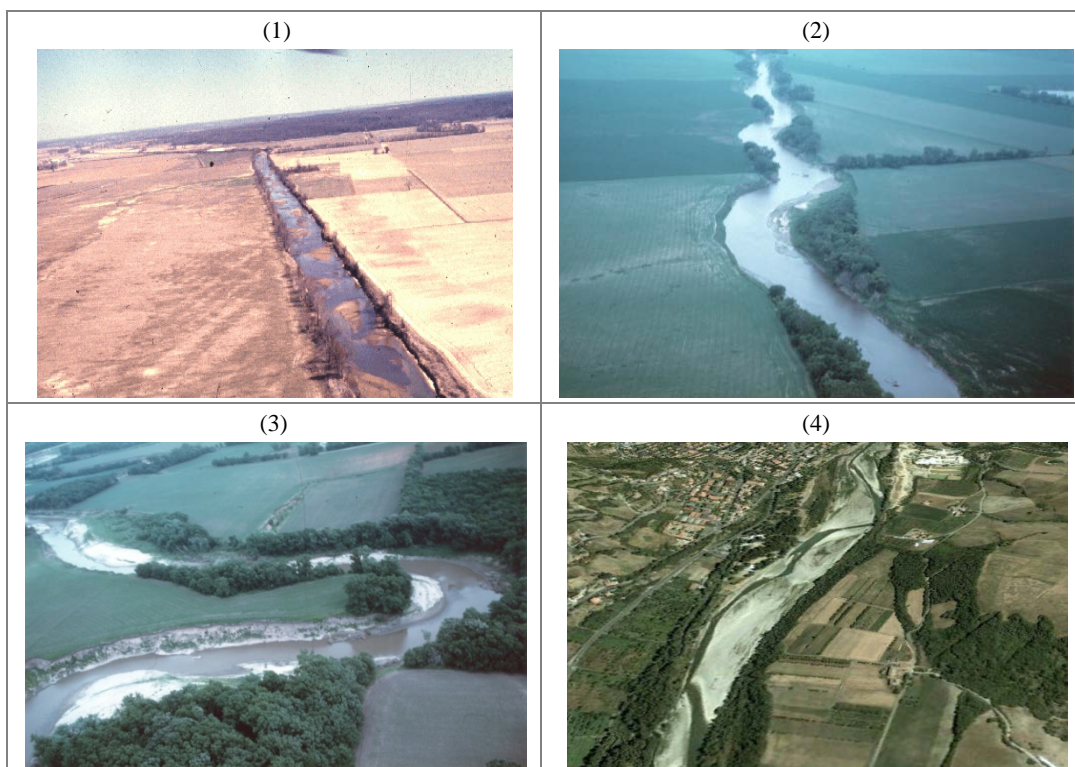


Figura A4.6 – Esempi di morfologie di alvei semiconfinati e non confinati. (1) Rettilineo; (2) Sinuoso; (3) Meandriforme; (4) Sinuoso a barre alternate.

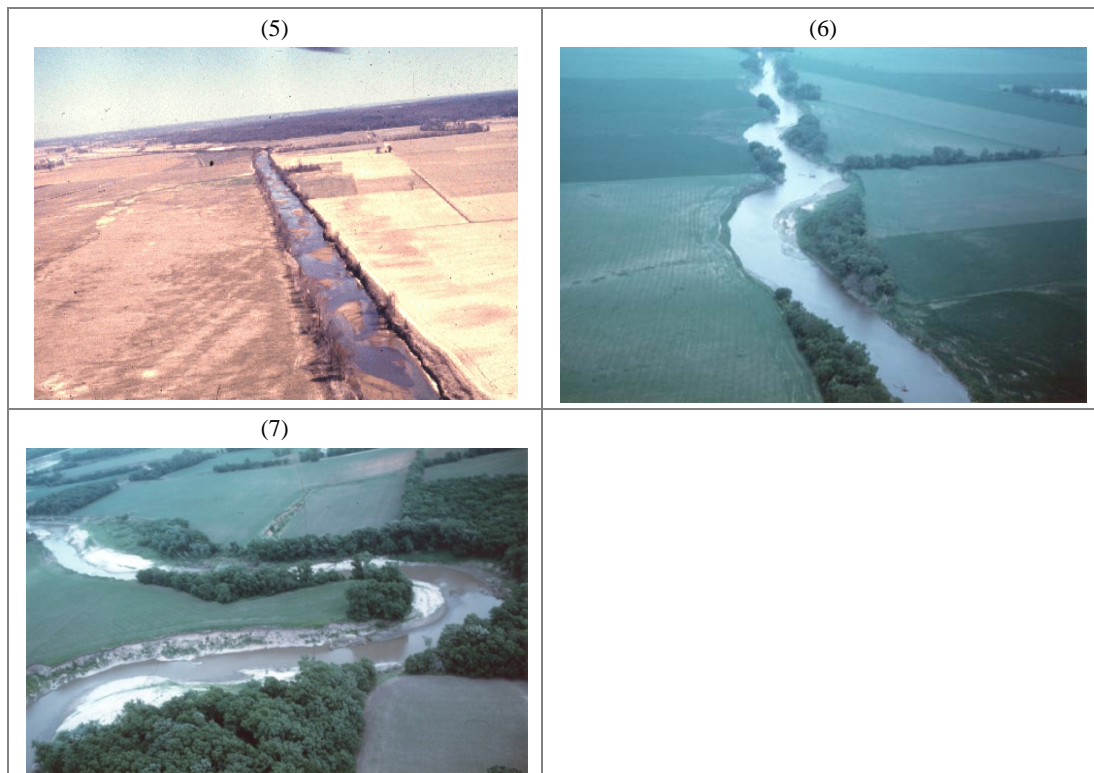


Figura A4.6 (segue) – Esempi di morfologie di alvei semiconfinati e non confinati. (5) Wandering; (6) Canali intrecciati; (7) Anabranching (le isole e la piana inondabile sono inondate).

ALVEI CONFINATI

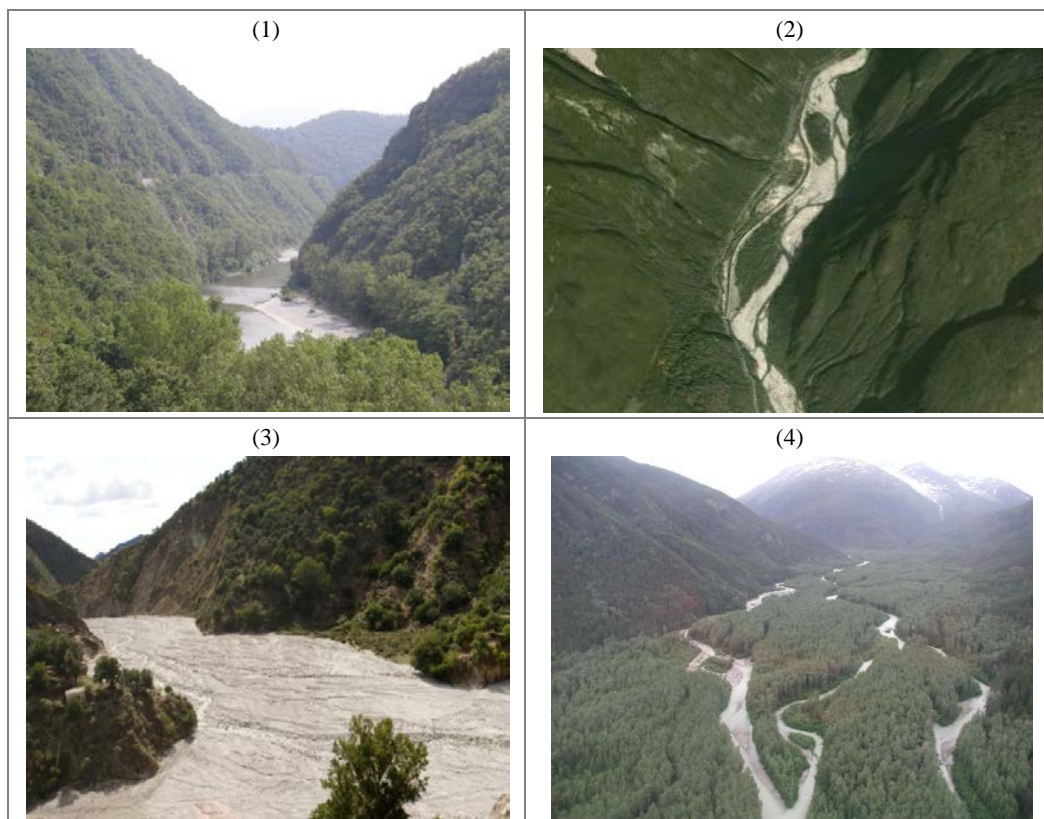


Figura A4.7 – Morfologie di alvei confinati. (1) confinato a canale singolo; (2) confinato *wandering*; (3) confinato a canali intrecciati; (4) confinato *anabranching*.

CLASSIFICAZIONE DI II° LIVELLO BASATA SULLA CONFIGURAZIONE DEL FONDO

Le classificazioni delle morfologie del fondo dei torrenti possono riguardare le due seguenti **scale spaziali**:

- (1) **unità morfologica**: lunghezza dello stesso ordine di grandezza della larghezza dell'alveo;
- (2) **tratto**: lunghezza di almeno $8 \div 10$ volte la larghezza dell'alveo.

Si noti che in questo caso il termine "**tratto**" non è da identificare con quanto indicato nella suddivisione iniziale, ma si identifica piuttosto con la scala del sito, ed è quindi da intendere come una lunghezza minima del tratto di applicazione dell'*IQM*.

Unità morfologiche di alvei alluvionali (a fondo mobile) a canale singolo

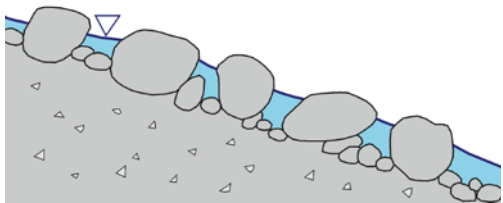
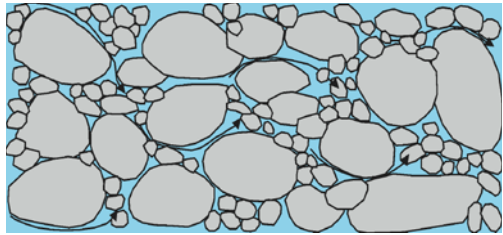

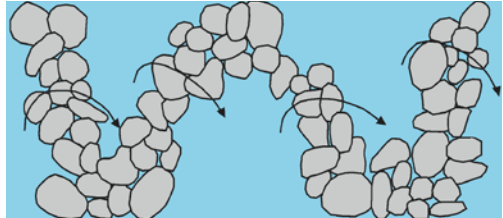
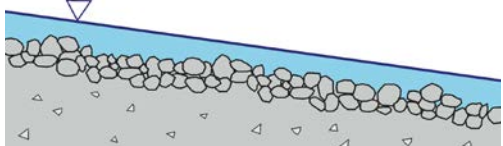
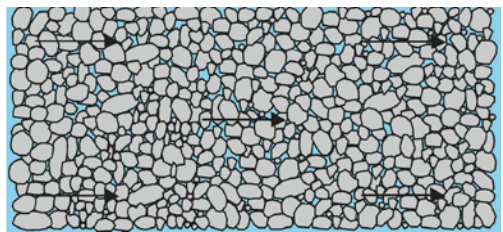
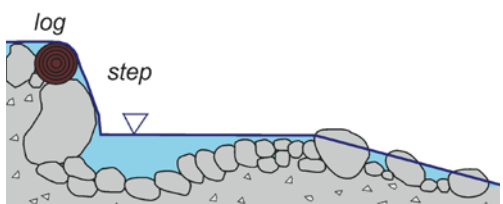
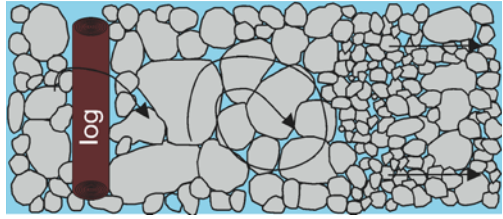
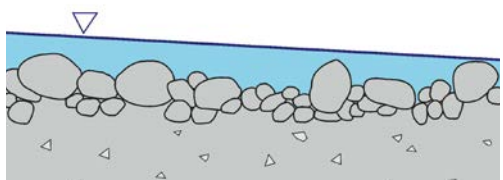
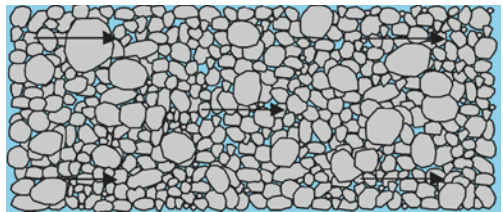
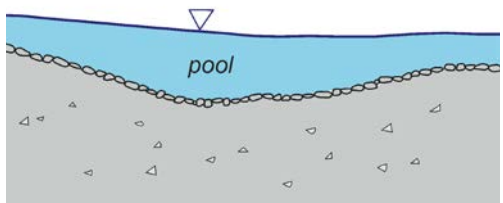
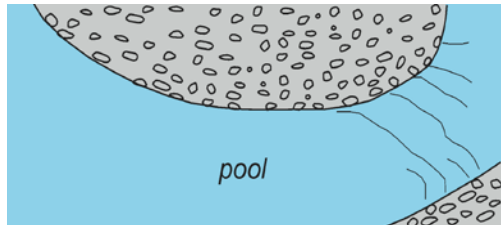
PROFILO LONGITUDINALE	PLANIMETRIA	
		<p><i>Cascade</i></p>
		<p><i>Rapid</i></p>
		<p><i>Riffle</i></p>
		<p><i>Step</i></p>
		<p><i>Glide</i></p>
		<p><i>Pool</i></p>

Figura A4.8 – Principali morfologie a scala di unità in alvei alluvionali a pendenza elevata (modificato da [HALWAS & CHURCH, 2002](#)). Questa classificazione non prevede i “run”, unità di raccordo tra step e pools con caratteristiche idrodinamiche molto simili a quelle delle glide, ma di dimensioni minori.

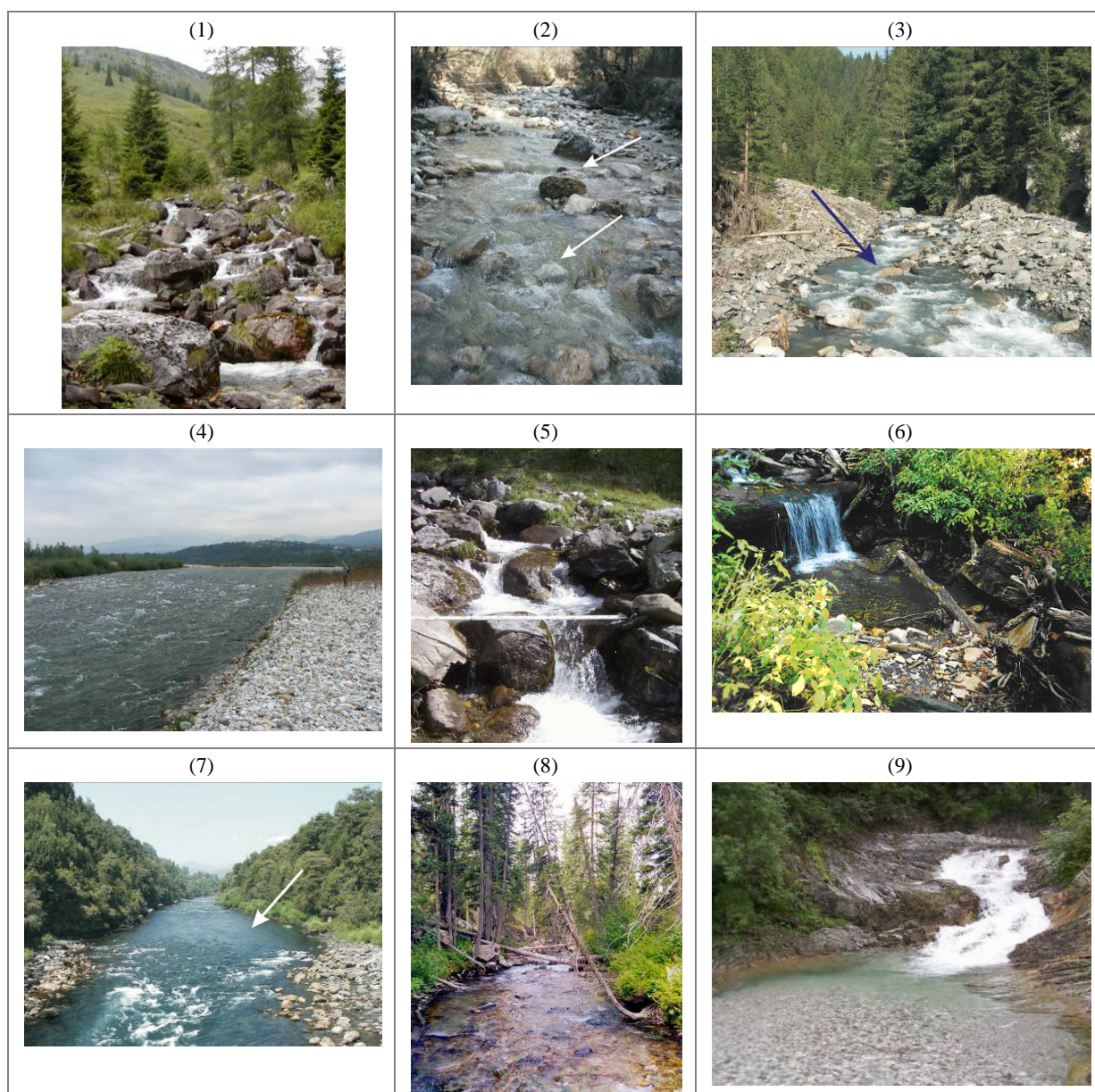


Figura A4.9 – Morfologie a scala di unità in alvei a fondo mobile. (1) *Cascade* (o rapida a gradini); (2) e (3) *rapids* (o rapida a gradino; alcune sotto-unità definite come *transverse ribs* sono indicati dalla freccia); (4) *riffle*; (5) serie di *steps* alternati con *pools*, con assenza di unità *run*; (6) *log step*; (7) *glide* (indicato dalla freccia, in primo piano un *riffle*); (8) *glide*; (9) *pool* a valle di rapida in roccia (*bedrock cascade*).

Morfologie a scala di tratto di alvei confinati a canale singolo

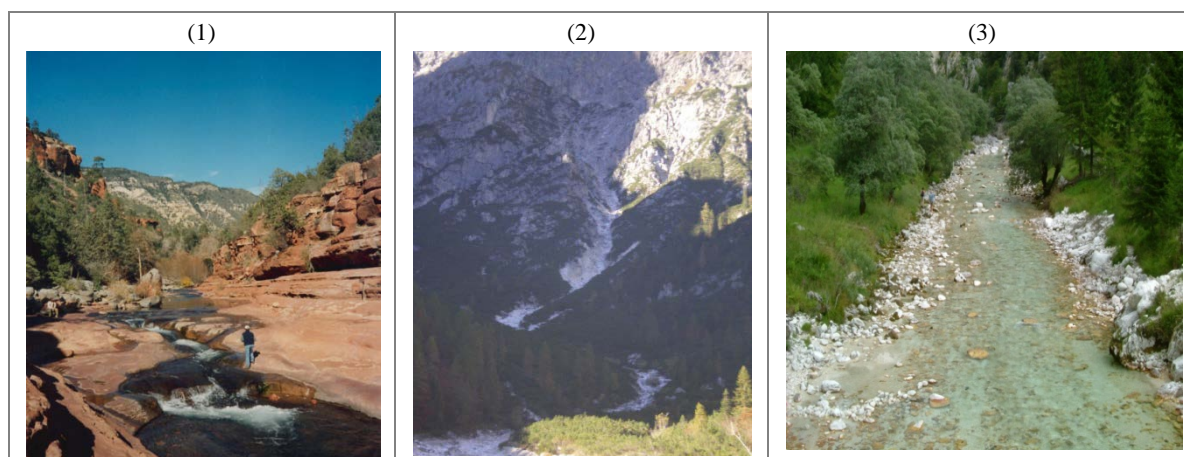


Figura A4.10 – Prima classificazione morfologica dei torrenti a scala di tratto. (1) Alveo in roccia; (2) alveo colluviale; (3) alveo alluvionale (a fondo mobile).

Tabella A4.1 – Morfologie di alvei alluvionali a scala di unità e a scala di tratto.

SCALA DI TRATTO	UNITÀ DOMINANTI	UNITÀ ACCESSORIE (potenzialmente presenti)
1. Gradinata	<i>Cascades, steps, pools</i>	<i>Runs, rapids, riffles</i>
2. Letto piano	<i>Rapids, glides</i>	<i>Riffles, steps, pools</i>
3. <i>Riffle pool</i>	<i>Riffles, pools</i>	<i>Glides, rapids</i>
4. A dune	Dune	<i>Riffles, pools</i>

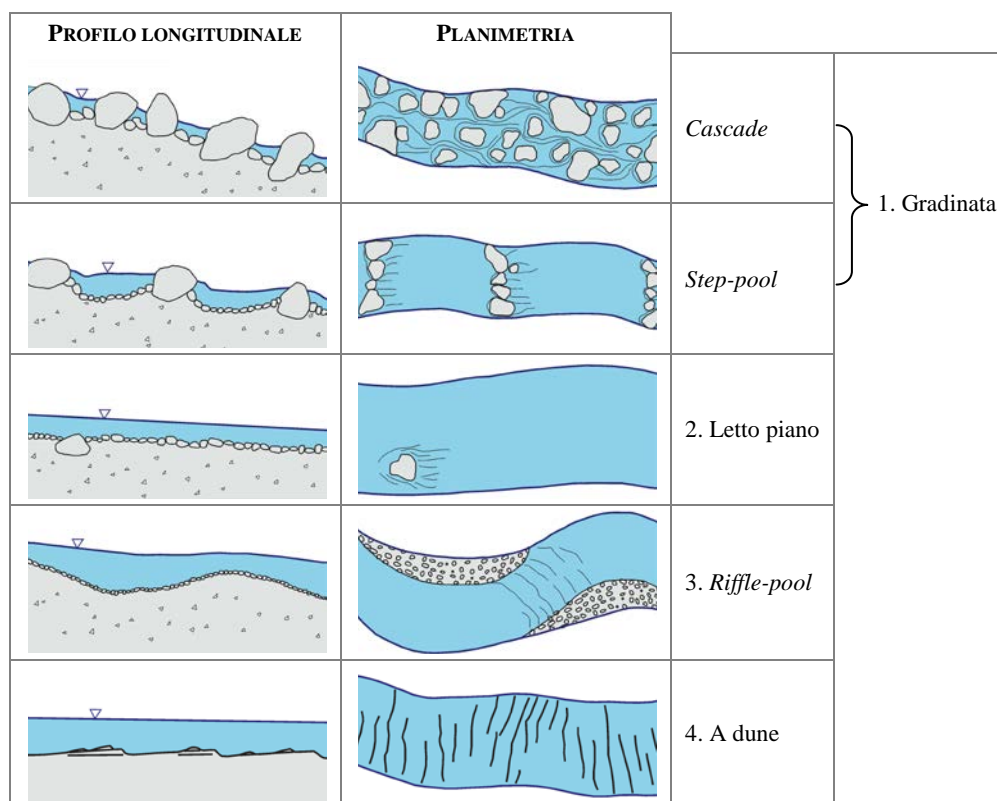


Figura A4.11– Morfologie di alvei alluvionali a scala di tratto (modificato da [MONTGOMERY & BUFFINGTON, 1997](#)).

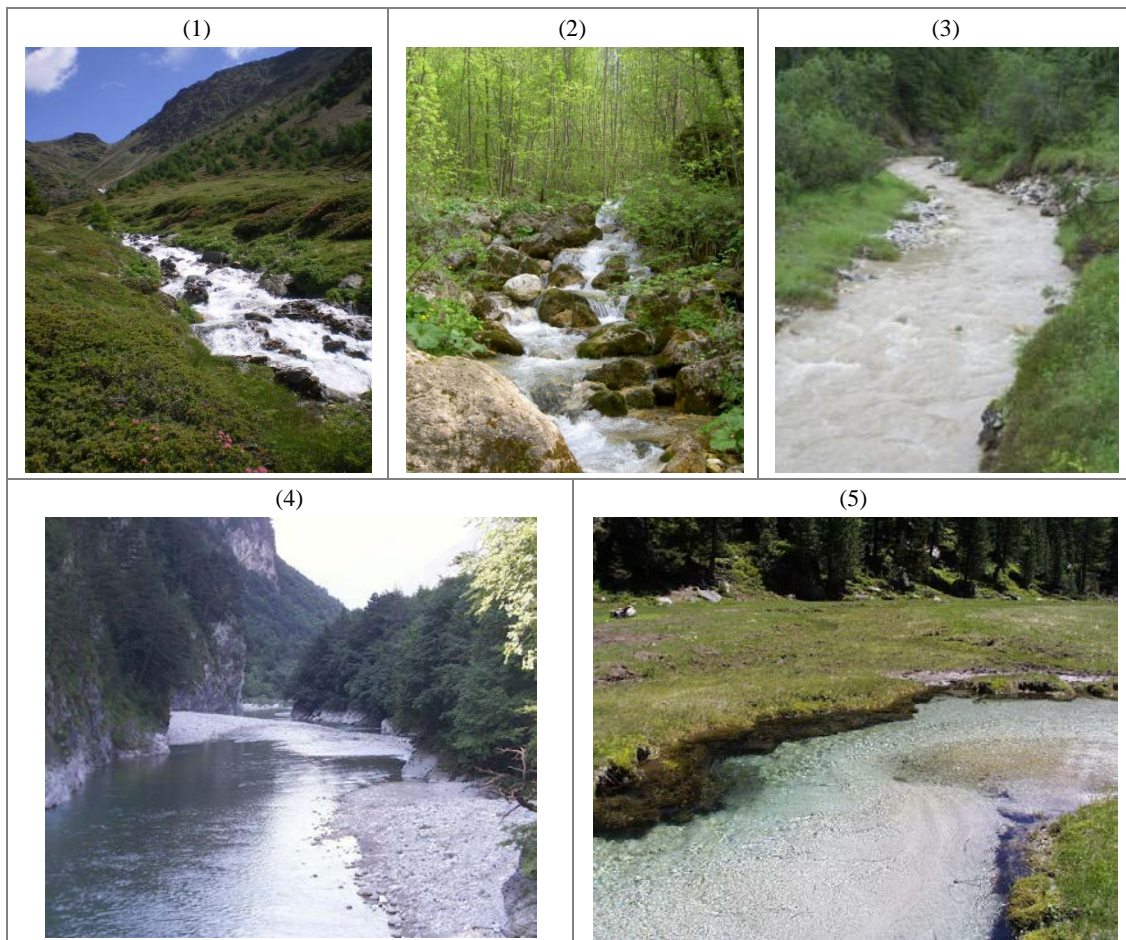


Figura A4.12 – Morfologie a scala di tratto di alvei a fondo mobile. (1) A gradinata (dominato da unità *cascade* o rapide a gradino); (2) a gradinata (dominato da unità *step* e *pool*); (3) letto piano; (4) *riffle-pool*; (5) a *dune*.

4. SUDDIVISIONE FINALE IN TRATTI

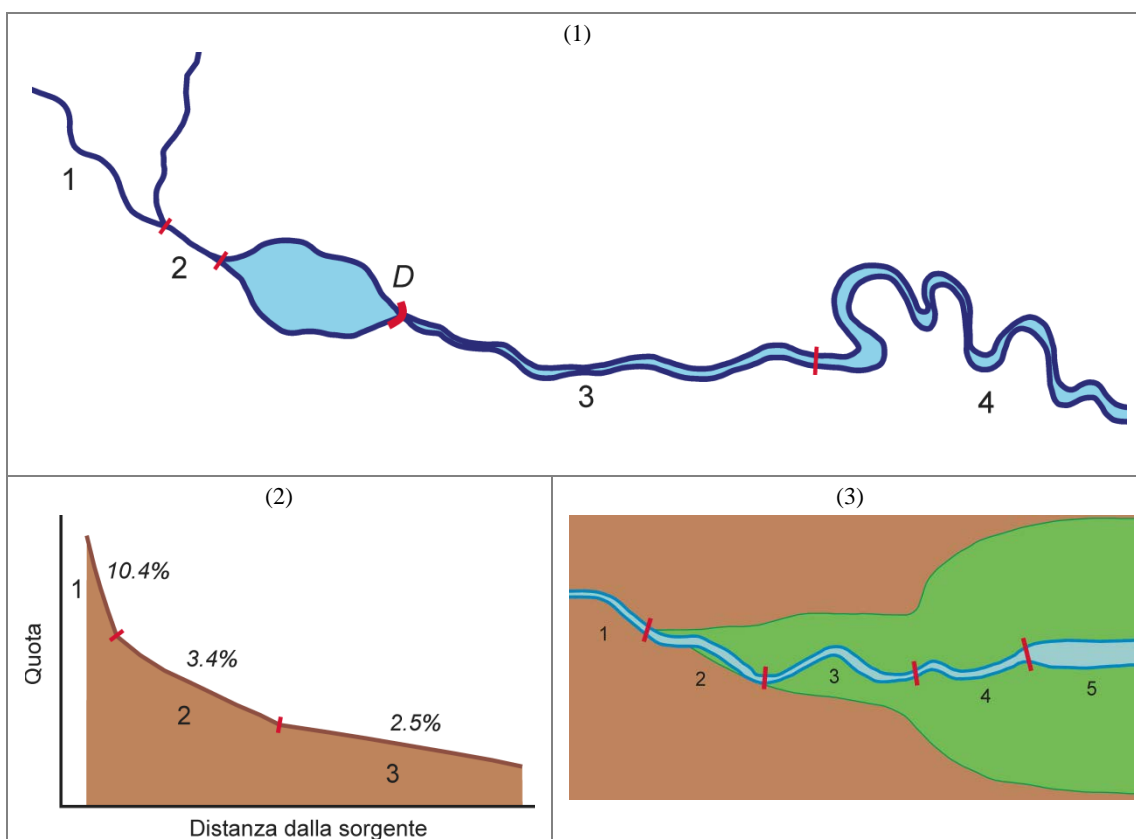


Figura A4.13 – Esempi di discontinuità impiegate per la suddivisione finale in tratti. (1) Discontinuità idrologica dovuta ad un affluente significativo (tratti 1 e 2); diga (D) (tratti 2 e 3: si noti che l’invaso non viene considerato come corso d’acqua). Il passaggio da tratto 3 a 4 è invece determinato da una variazione di morfologia (da sinuoso a meandriforme: si veda step precedente); (2) discontinuità di pendenza del fondo (criterio applicato soprattutto agli alvei confinati); (3) altre discontinuità che possono essere usate come criterio di suddivisione: il passaggio da 3 ai successivi non è motivato da un cambio di morfologia (il corso d’acqua rimane sinuoso a canale singolo), ma da una variazione di larghezza della pianura ed indice di confinamento (tra 3 e 4) e da una variazione significativa di larghezza dell’alveo (tra 4 e 5).

5. RIEPILOGO SUDDIVISIONE IN TRATTI

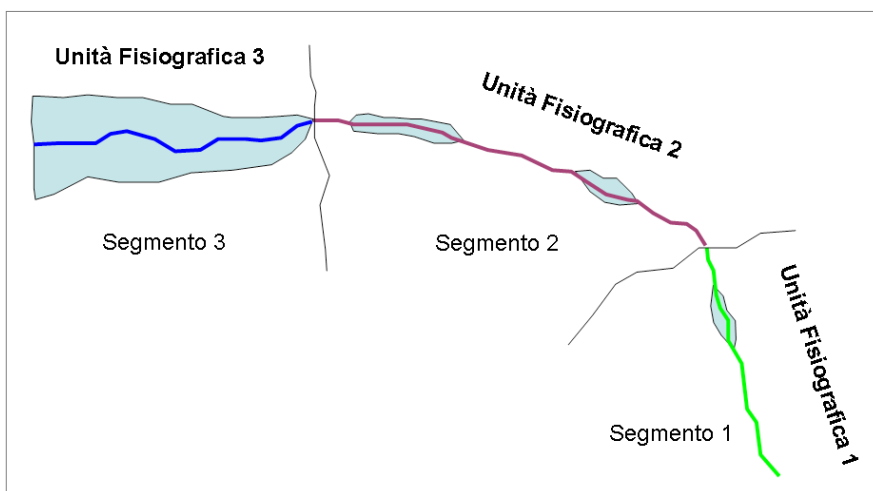


Figura A4.14 – Riepilogo della suddivisione in tratti. **STEP 1:** ad ogni unità fisiografica corrisponde almeno un segmento.

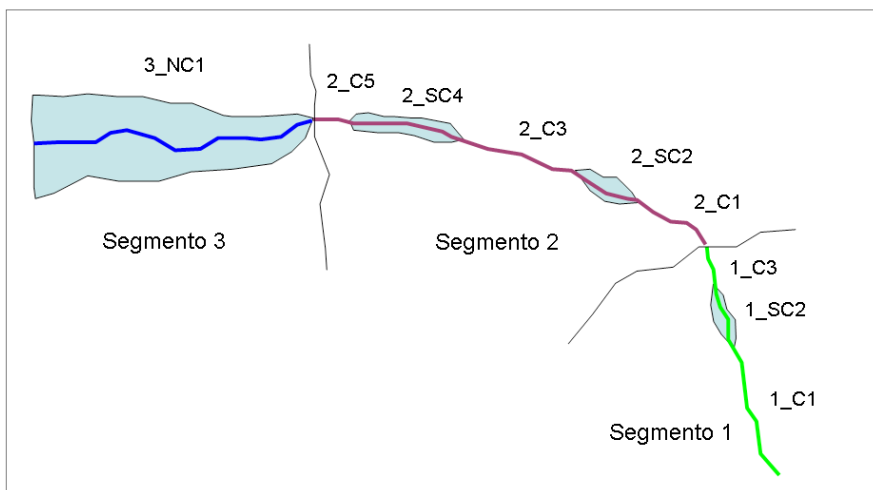


Figura A4.15 – Riepilogo della suddivisione in tratti. **STEP 2:** si effettua una prima suddivisione dei segmenti sulla base delle classi di confinamento (C: confinato, SC: semiconfinato, NC: non confinato).

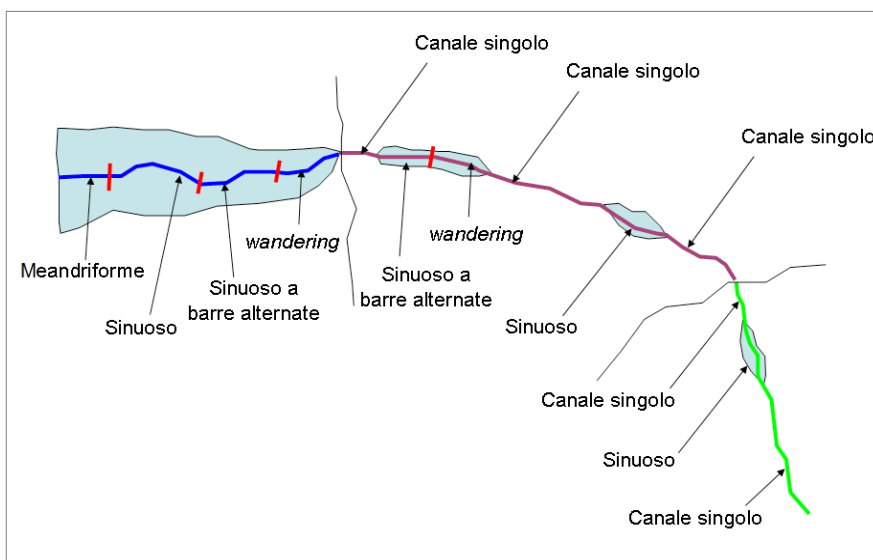


Figura A4.16 – Riepilogo della suddivisione in tratti. **STEP 3:** si classifica la morfologia dell'alveo.

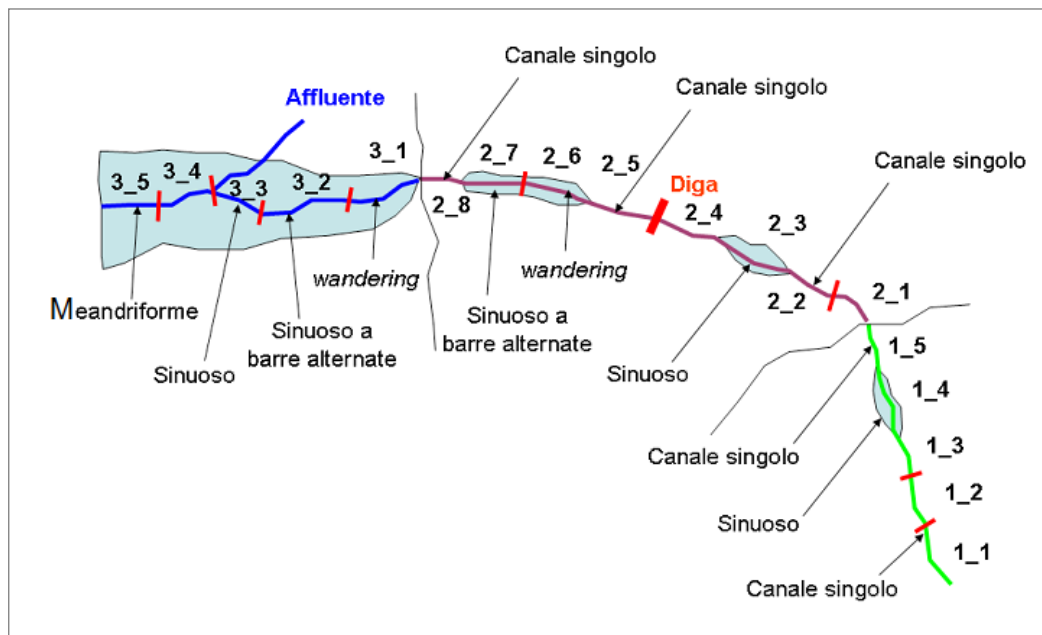


Figura A4.17 – Riepilogo della suddivisione in tratti. **STEP 4:** viene ultimata la suddivisione iniziale sulla base di altri elementi di discontinuità (nell'esempio: pendenza del fondo per i tratti confinati, diga ed affluente principale).



Figura A4.18 – Nei casi in cui un'applicazione rigida dei criteri di suddivisione porterebbe ad un'eccessiva frammentazione dei tratti, si applica un criterio di predominanza. (1) Esiste una discontinuità idrologica e, 200 m a valle, l'alveo varia la morfologia (da sinuoso a meandriforme), pertanto l'applicazione rigida dei criteri precedenti porterebbe a delimitare un tratto con lunghezza di 200 m; (2) si assume la discontinuità idrologica (affluente) come il criterio predominante, pertanto i 200 m a valle della confluenza vengono inglobati nel tratto a valle con morfologia meandriforme.

FUNZIONALITÀ

1. CONTINUITÀ

F1: CONTINUITÀ LONGITUDINALE NEL FLUSSO DI SEDIMENTI E MATERIALE LEGNOSO

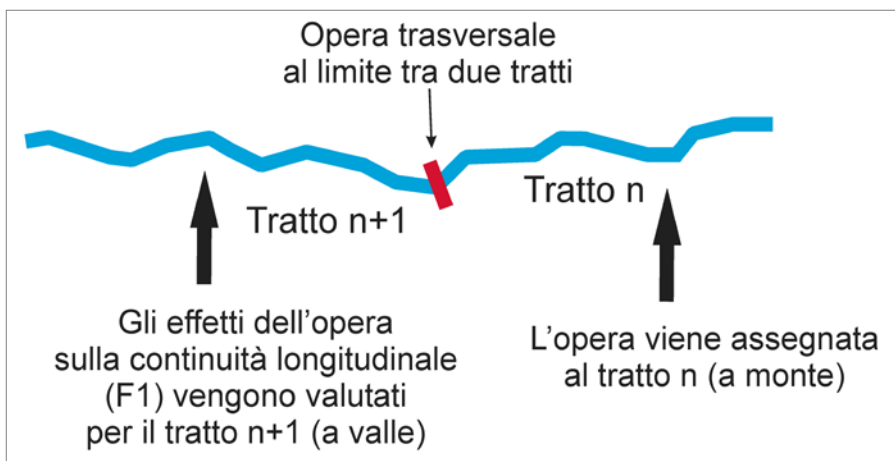


Figura A4.19 – Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e legno. Regola di attribuzione di un'opera trasversale coincidente con il limite tra due tratti e dei suoi effetti sulla continuità longitudinale.

Alvei confinati

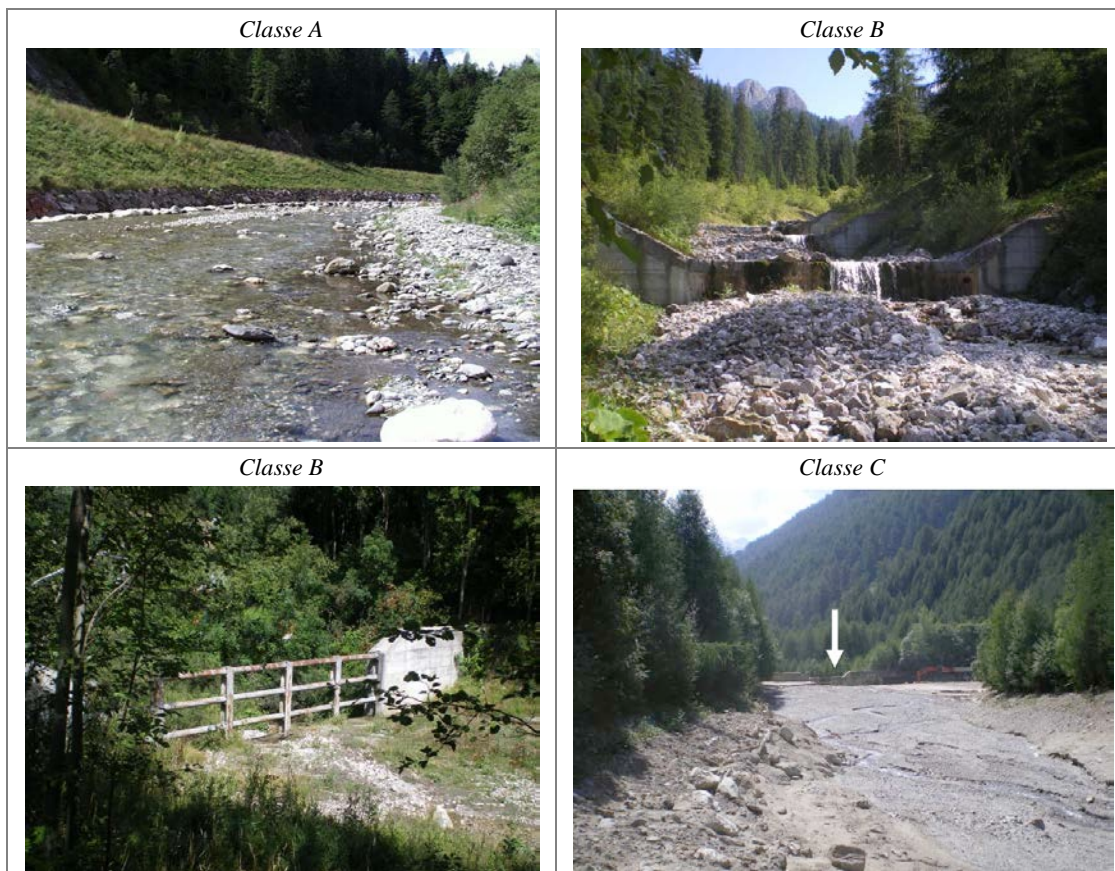


Figura A4.20 – Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e legno. *Classe A*: tratto privo di discontinuità. *Classe B*: in alto a destra, briglie di consolidamento colmate; in basso a sinistra, briglia aperta. *Classe C*: una briglia di trattenuta (freccia) con intercettazione totale rappresenta una completa alterazione della continuità longitudinale a valle della briglia.

Alvei semiconfinati e non confinati

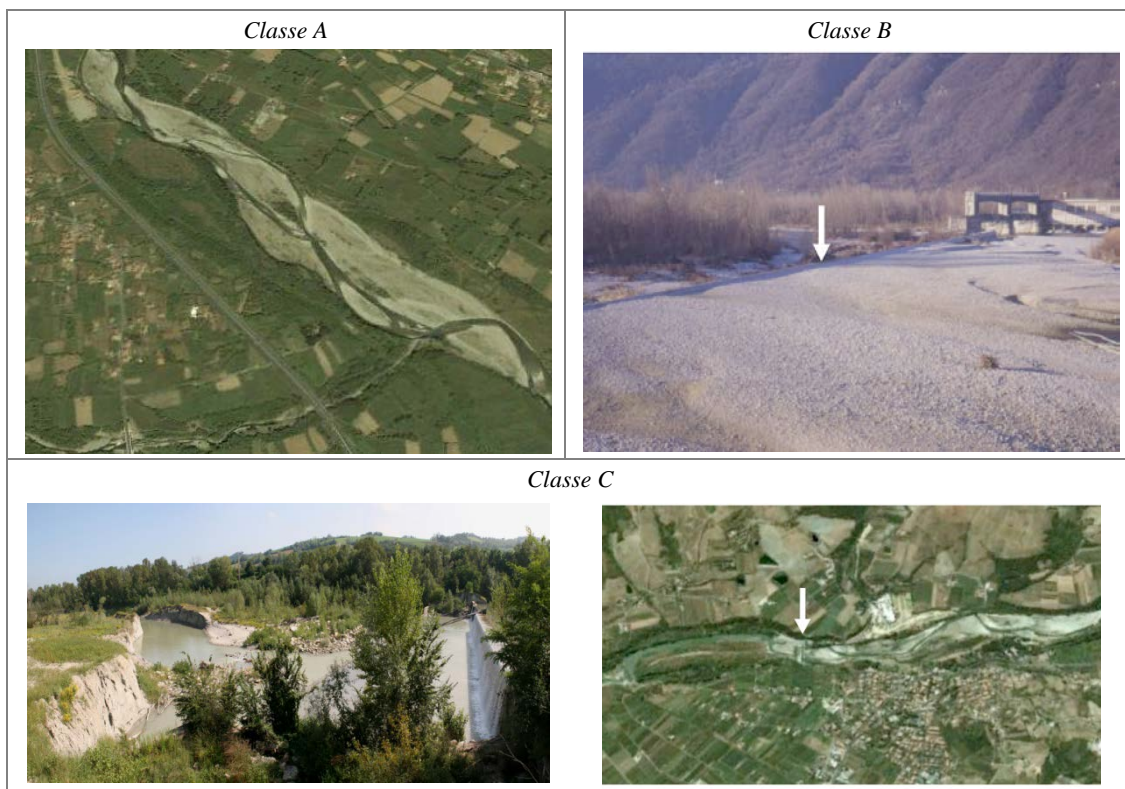


Figura A4.21 – Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e legno. *Classe A*: tratto privo di discontinuità. *Classe B*: presenza di una briglia colmata (freccia) che altera il normale flusso di sedimenti ma non lo intercetta completamente e non determina discontinuità di forme (le barre sono presenti in egual misura sia a monte che a valle). *Classe C*: la presenza di una briglia con intercettazione totale del trasporto solido (freccia nella foto a destra) è una condizione di forte alterazione (*Classe C*) per il tratto immediatamente a valle (il fiume scorre da destra verso sinistra).

F2: PRESENZA DI PIANA INONDABILE

Rapporti con altre superfici

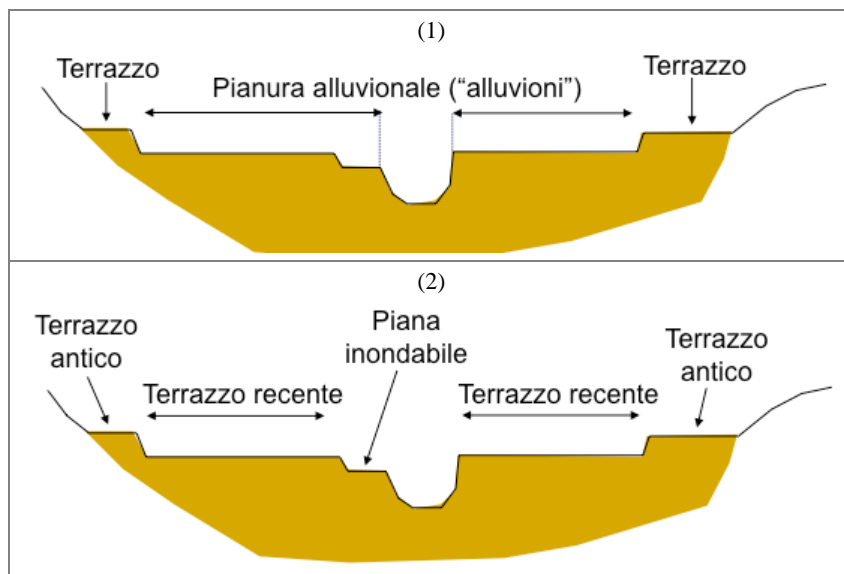


Figura A4.22 – Distinzione tra pianura alluvionale e piana inondabile. (1) Terminologia solitamente adoperata nelle Carte Geologiche; (2) terminologia adoperata (la pianura alluvionale può comprendere la piana inondabile attuale ed i terrazzi "recenti", ovvero precedenti porzioni di piana inondabile abbandonate per incisione durante gli ultimi 100÷150 anni).

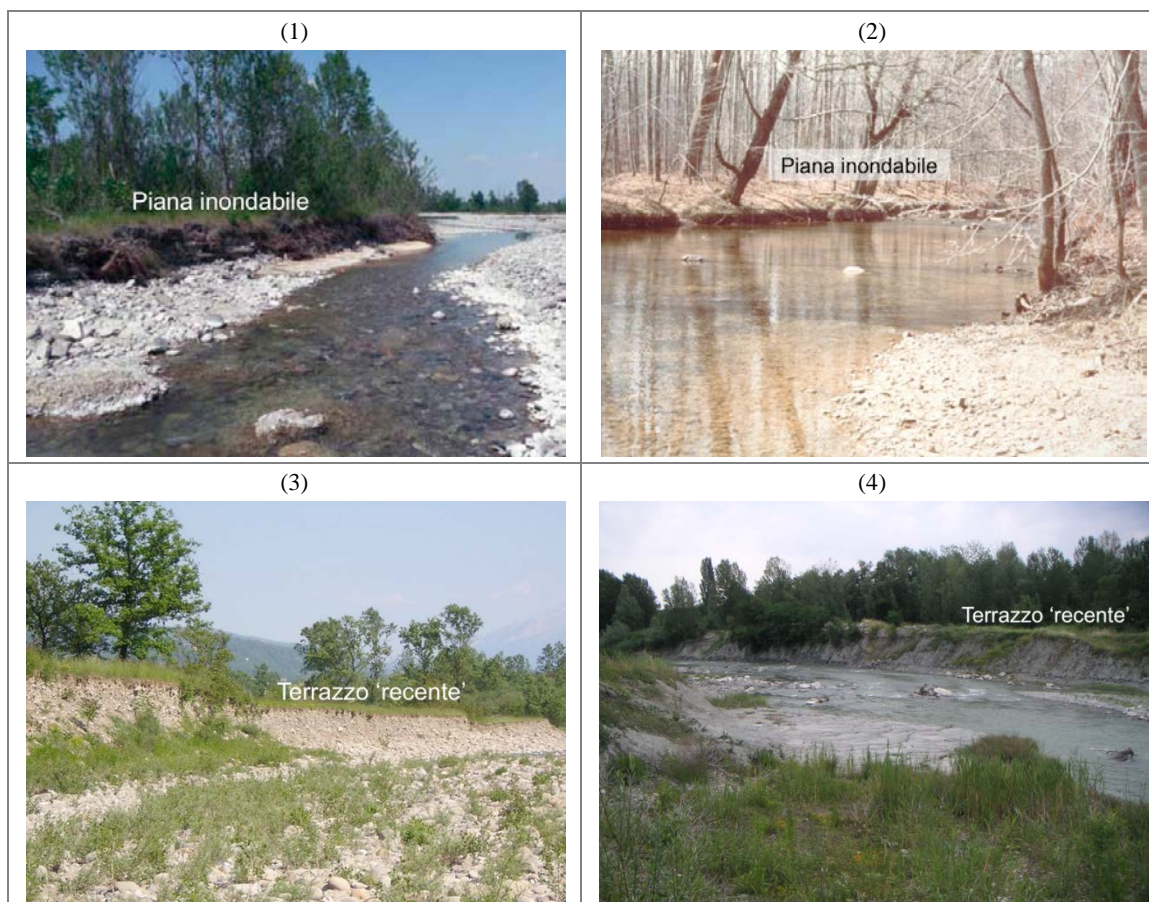


Figura A4.23 – Differenze tra piana inondabile e terrazzo "recente". (1) e (2) Esempi di piana inondabile (si notino i dislivelli molto ridotti rispetto alle barre); (3) terrazzo "recente" generato da un'incisione di circa 2÷3 m; (4) terrazzo "recente" generato da un'incisione intensa (> 3 m).

Interazioni con altri indicatori

Con riferimento al diagramma schematico (Figura A4.24), si riportano di seguito alcuni casi che mettono in evidenza tali interazioni con altri indicatori (incisione, variazioni di larghezza, fascia di vegetazione perifluviale). Si ricorda che, nel caso di presenza di piana inondabile, l'attribuzione ad una delle tre *Classi* (A, B o C) dipende dalla sua ampiezza e continuità.

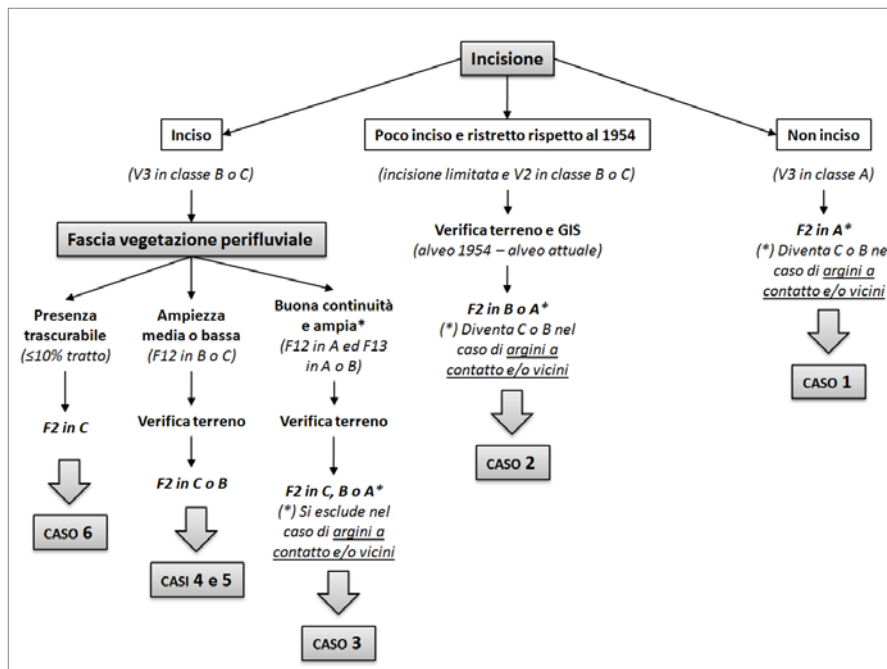


Figura A4.24 – Diagramma schematico delle interazioni tra indicatori a supporto della classificazione di F2.

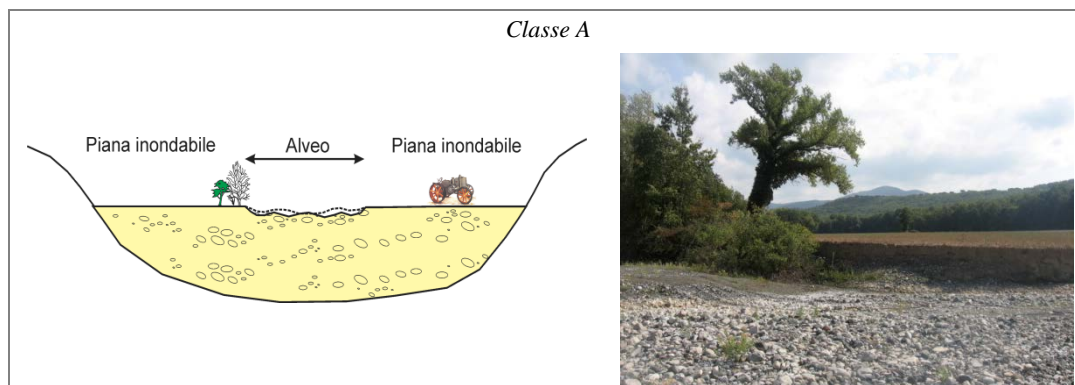


Figura A4.25 – CASO 1: l'alveo non è inciso (V3 in Classe A), pertanto la pianura adiacente coincide con la piana inondabile (Classe A).

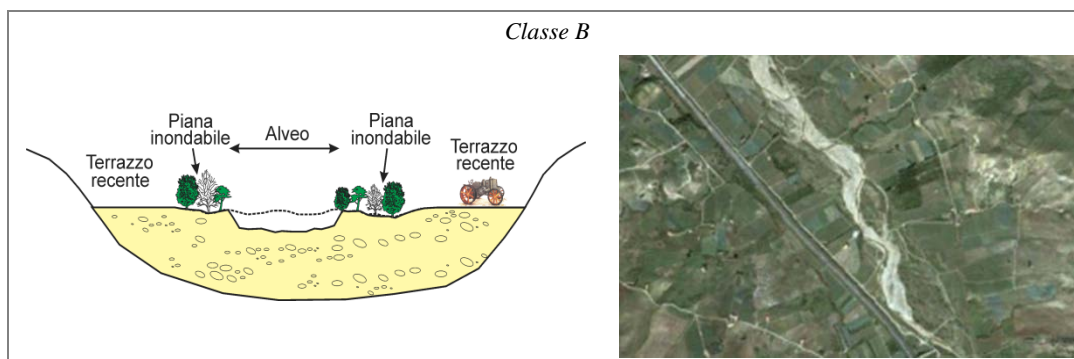


Figura A4.26 – CASO 2: l'alveo è lievemente inciso ed è ristretto rispetto al 1954. La fascia di vegetazione perifluviale è piuttosto ampia (*F12* in *Classe B*) e coincide in gran parte con l'alveo del 1954. La verifica sul terreno consente di stabilire che la fascia di vegetazione perifluviale coincide con la piana inondabile, pertanto risulta anch'essa in *Classe B*.

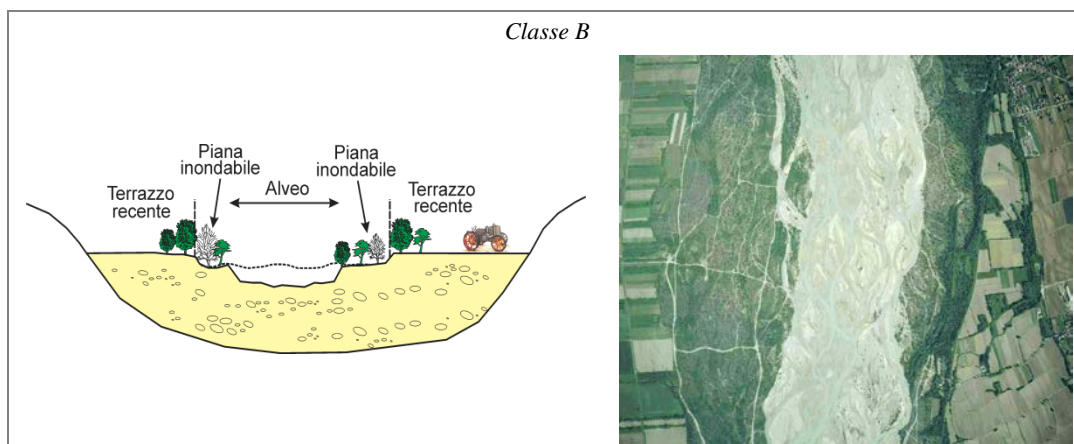


Figura A4.27 – CASO 3: l'alveo è moderatamente inciso ed è leggermente ristretto rispetto al 1954. La fascia di vegetazione perifluviale è continua ed ampia (*F12* ed *F13* in *Classe A*). La verifica sul terreno consente di stabilire che la fascia di vegetazione perifluviale comprende anche varie porzioni di terrazzi “recenti”, pertanto la piana inondabile non è sufficientemente ampia all'interno del tratto (*Classe B*).

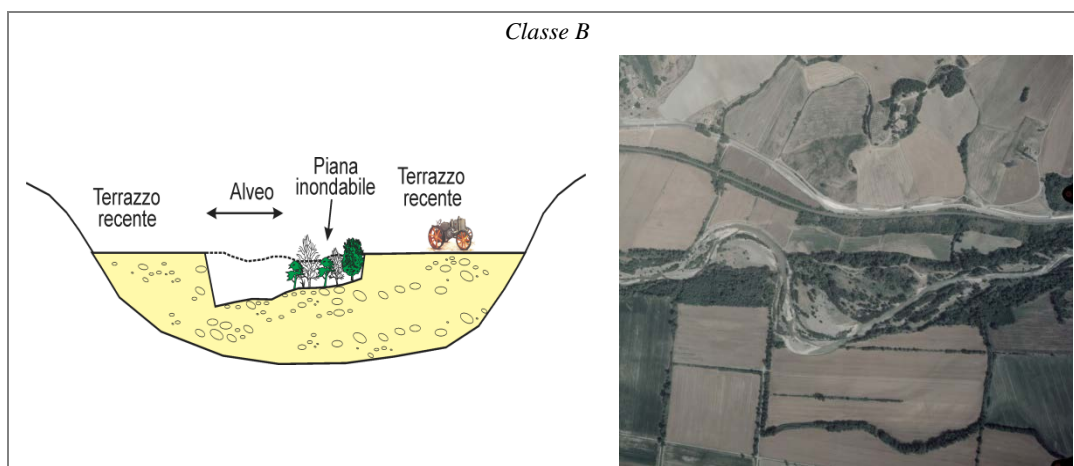


Figura A4.28 – CASO 4: l'alveo è inciso e la fascia di vegetazione perifluviale ha un'ampiezza media (*F12* in *Classe B*). La verifica sul terreno permette di accertare che buona parte di tale fascia coincide con una piana inondabile post-incisione, costruita in conseguenza della sua mobilità laterale (*Classe B*).

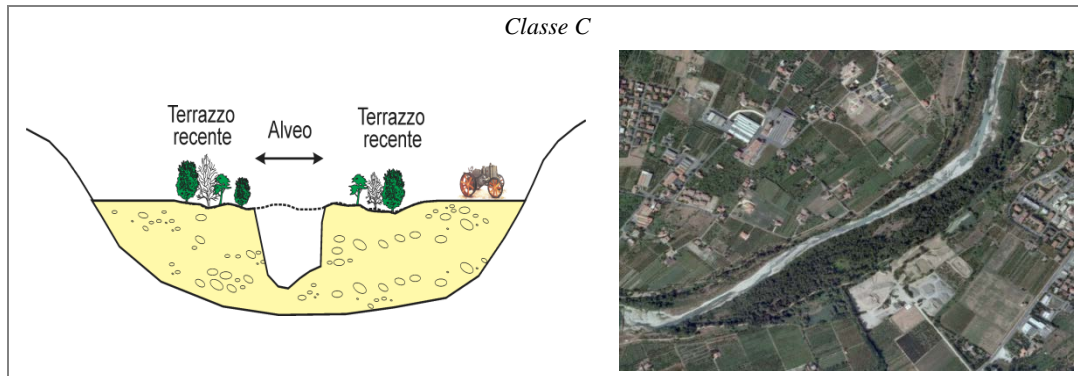


Figura A4.29 – CASO 5: l'alveo è inciso e ristretto, ed è presente una fascia di vegetazione perfluviale con ampiezza media (*F12* in *Classe B*). La verifica sul terreno permette di accertare che la fascia di vegetazione in questo caso occupa porzioni di alveo del 1954 altimetricamente disconnesse dall'alveo attuale (terrazzi "recenti") (*Classe C*).

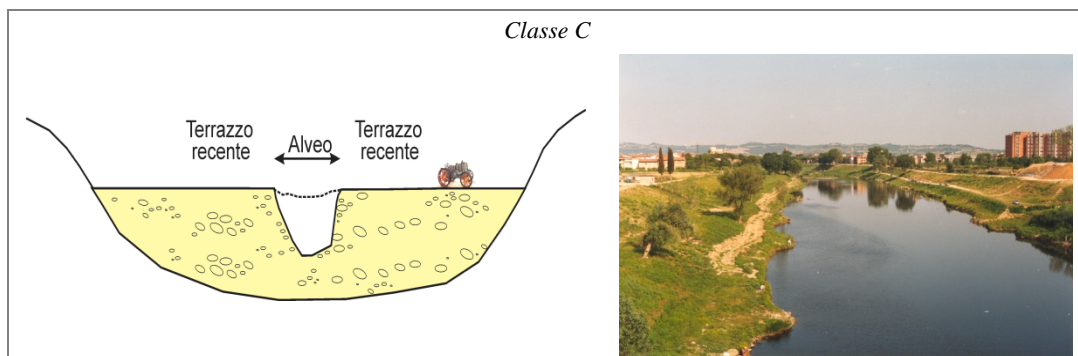


Figura A4.30 – CASO 6: l'alveo è inciso e non esiste una fascia di vegetazione perfluviale (*F12* in *Classe C*) che possa essere eventualmente attribuibile a nuova piana inondabile post-incisione, pertanto il tratto è necessariamente in *Classe C*.

F3: CONNESSIONE TRA VERSANTI E CORSO D'ACQUA

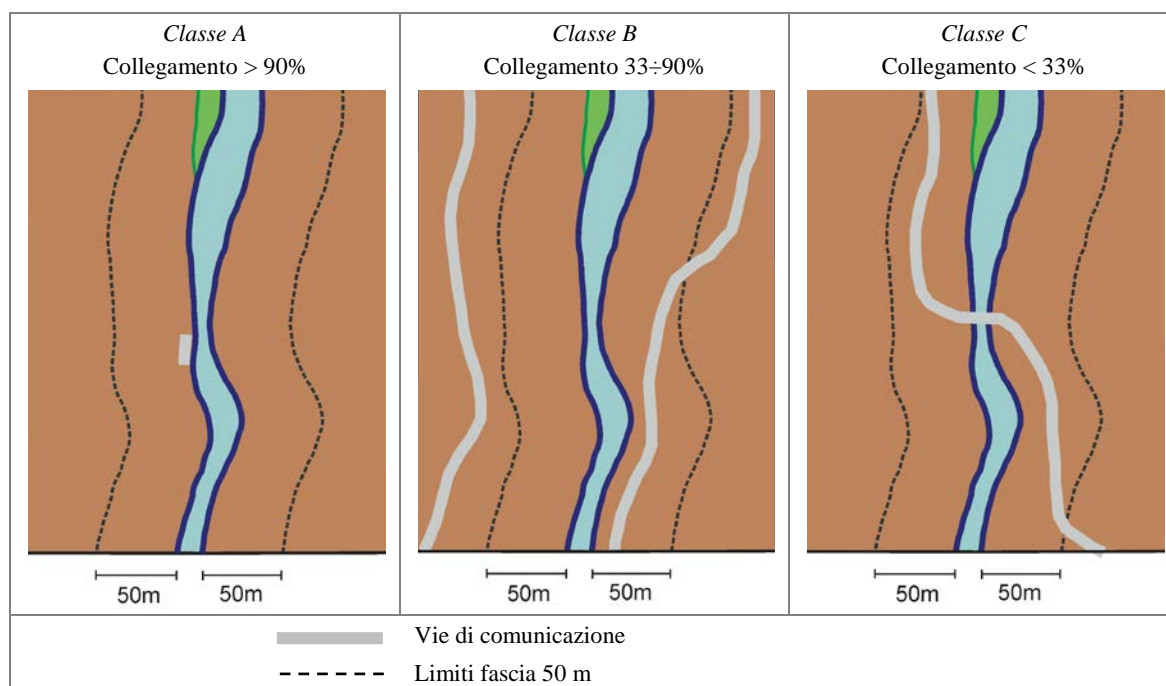


Figura A4.31 – Connessione tra versanti e corridoio fluviale. *Classi* in funzione del collegamento tra corso d'acqua e versanti adiacenti per una fascia di 50 m per ognuno dei due lati.

F4: PROCESSI DI ARRETRAMENTO DELLE SPONDE



Figura A4.32 – Processi di arretramento delle sponde. *Classe A*: frequenti sponde in arretramento, soprattutto sul lato esterno delle curve (freccie rosse nella foto a sinistra). *Classe B*: rientrano in questa classe i tratti con erosioni osservate solo localmente. *Classe C*: assenza di sponde in erosione per presenza di interventi di protezione e/o dinamica dell'alveo assente.

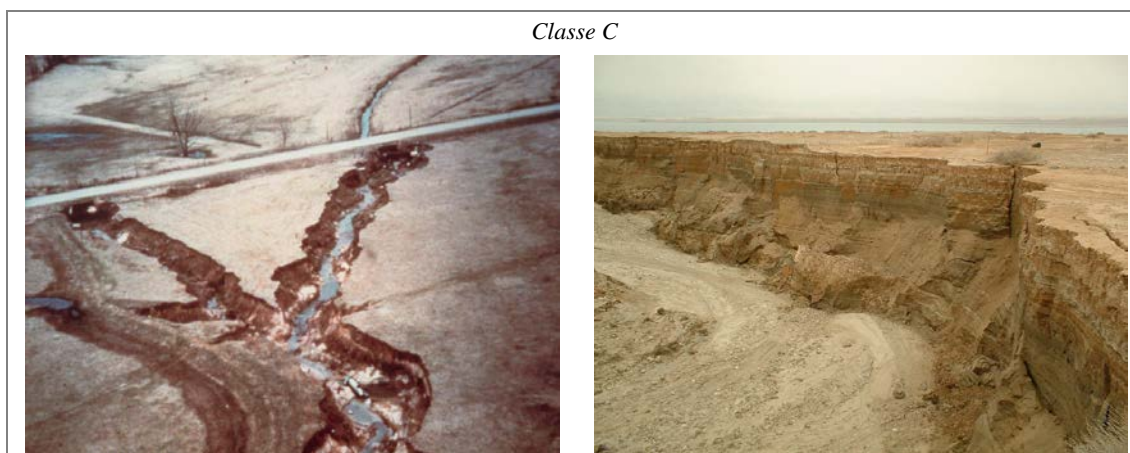


Figura A4.32 (segue) – Processi di arretramento delle sponde. *Classe C* (ultima riga): presenza diffusa di sponde instabili per movimenti di massa a causa di eccessiva altezza dovuta ad incisione del fondo.

F5: PRESENZA DI UNA FASCIA POTENZIALMENTE ERODIBILE

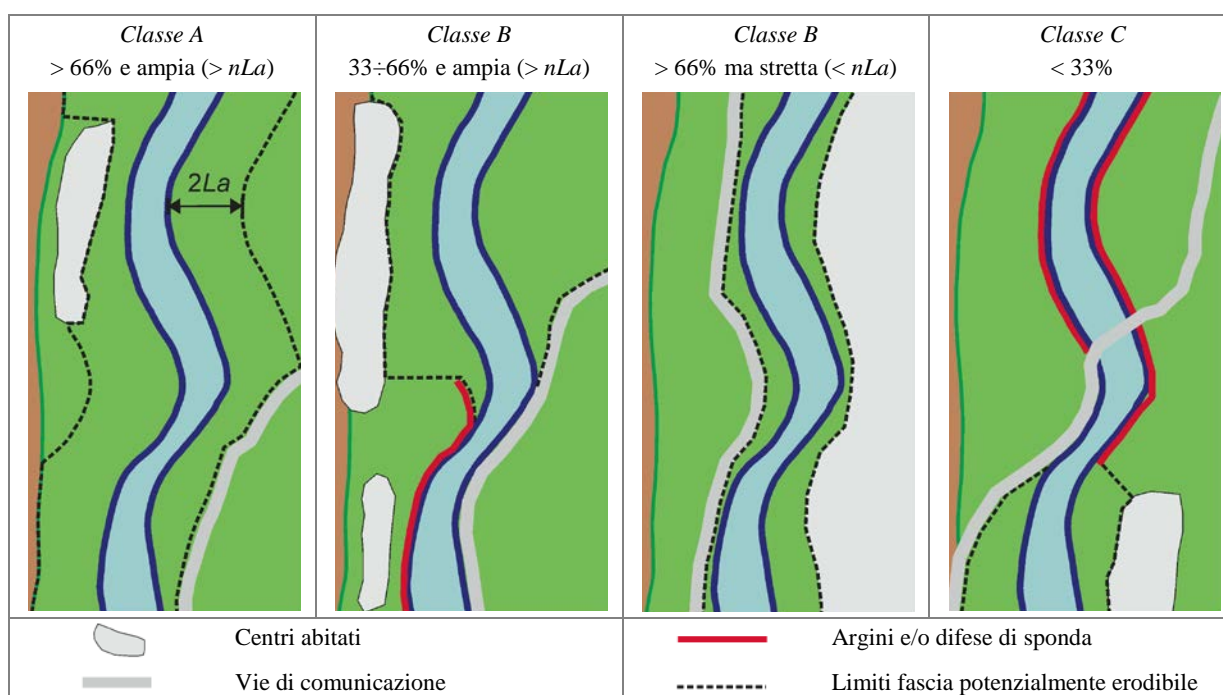


Figura A4.33 – Fascia potenzialmente erodibile. *Classe A*: nonostante il centro abitato e la strada, è presente una fascia potenzialmente erodibile continua e sufficientemente ampia. *Classe B*: la fascia erodibile è ampia (media del tratto > nLa) ma con media continuità (33÷66%) (seconda figura da sinistra), oppure è continua (> 66%) ma non sufficientemente ampia (larghezza media < nLa) (terza figura da sinistra). *Classe C*: è presente una fascia potenzialmente erodibile (di qualunque ampiezza) per < 33% del tratto.

2. MORFOLOGIA

F6: MORFOLOGIA DEL FONDO E PENDENZA DELLA VALLE

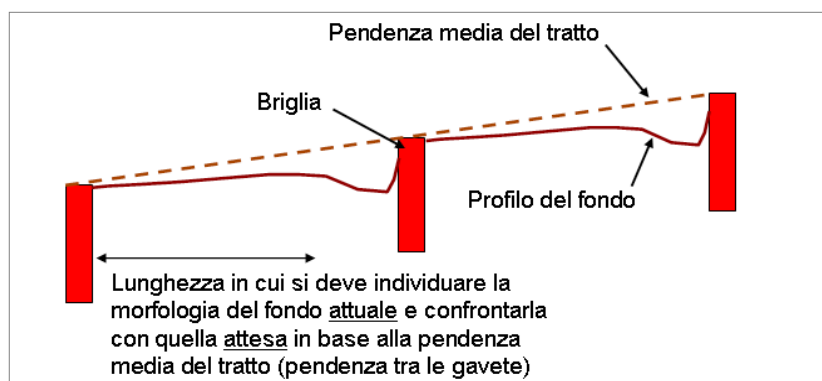


Figura A4.34 – Morfologia del fondo e pendenza della valle. Regola per la misura della pendenza media della valle nel tratto e per l'individuazione della morfologia del fondo.

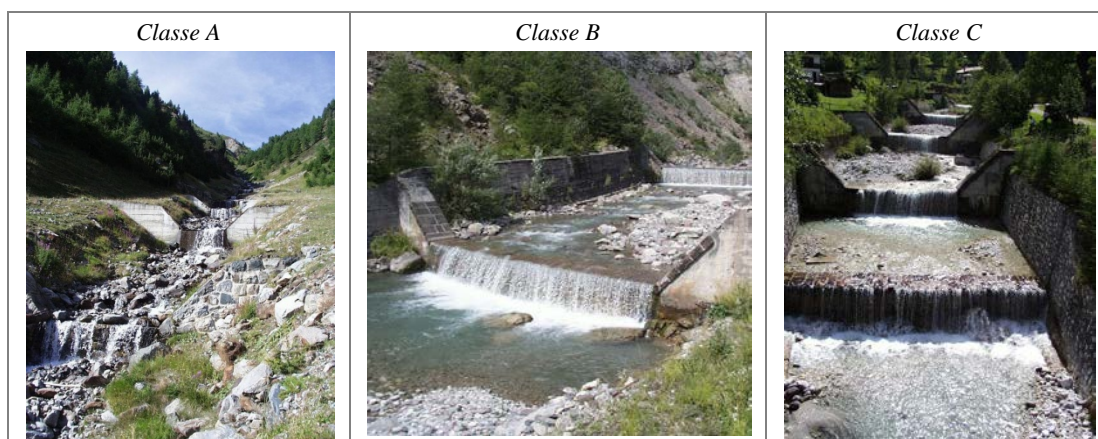


Figura A4.35 – Morfologia del fondo e pendenza della valle. *Classe A*: la presenza di briglie di consolidamento non altera la tipologia morfologica di fondo attesa in base alla pendenza del tratto (a gradinata in entrambi i casi). *Classe B*: le briglie di consolidamento determinano una configurazione del fondo diversa (a letto piano) da quella attesa (a gradinata) per 33-66% del tratto. *Classe C*: forte alterazione (>66% del tratto) delle forme di fondo, a causa di un'interdistanza tra le briglie talmente ravvicinata da non permettere l'instaurarsi di forme di fondo (ad eccezione della buca di scavo a valle delle opere).

F7: FORME E PROCESSI TIPICI DELLA CONFIGURAZIONE MORFOLOGICA

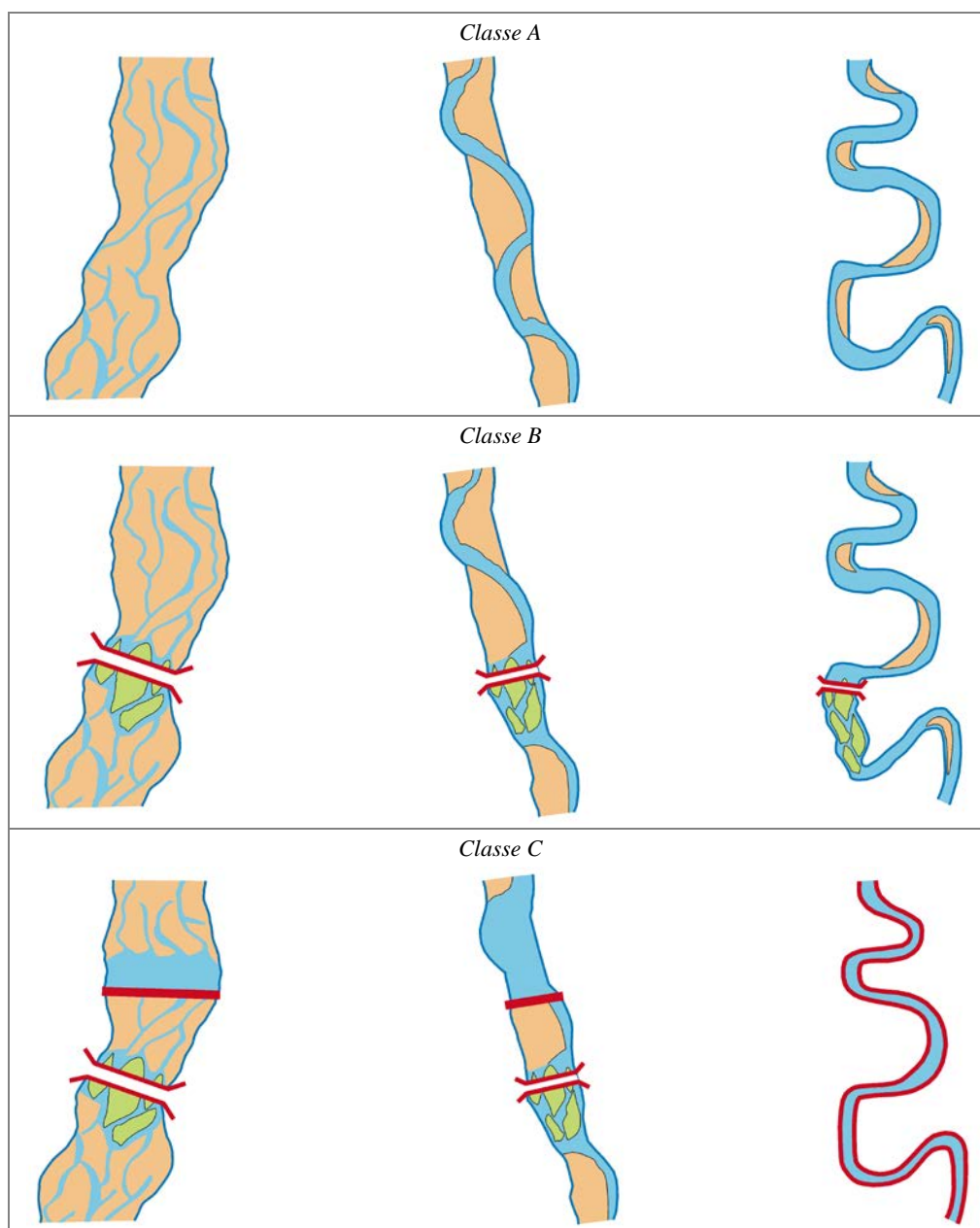


Figura A4.36 – Forme e processi tipici della configurazione morfologica: esempi relativi ad alvei a canali multipli, transizionali ed a canale singolo. *Classe A*: assenza di alterazioni. *Classe B*: la presenza di un ponte altera la configurazione morfologica (< 33% del tratto) attraverso la formazione di isole. *Classe C*: nel caso di alveo a canali intrecciati e transizionale, la presenza di un ponte e di una briglia producono alterazioni significative nel tratto (> 33%). Nonostante tali alterazioni, il tratto mantiene una prevalenza di forme tali da poterlo classificare nel suo insieme come a canali intrecciati e sinuoso a barre alternate rispettivamente. Nel caso di alveo a canale singolo, la fissazione delle sponde provoca la perdita delle forme e dei processi tipici di tale tipologia (barre, erosioni di sponda, ecc.), nonostante il mantenimento della configurazione planimetrica meandriforme.

F8: PRESENZA DI FORME TIPICHE DI PIANURA

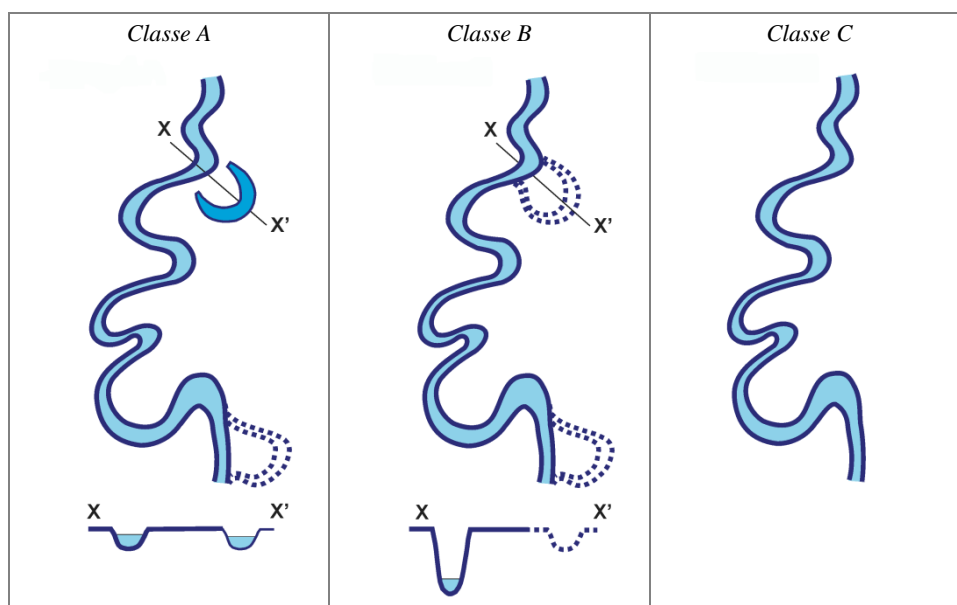


Figura A4.37 – Presenza di forme tipiche di pianura. *Classe A*: presenza di forme fluviali attuali nella pianura. *Classe B*: presenza di tracce di forme fluviali non attuali (a causa di incisione del fondo) ma riattivabili. *Classe C*: completa assenza di forme fluviali nella pianura.

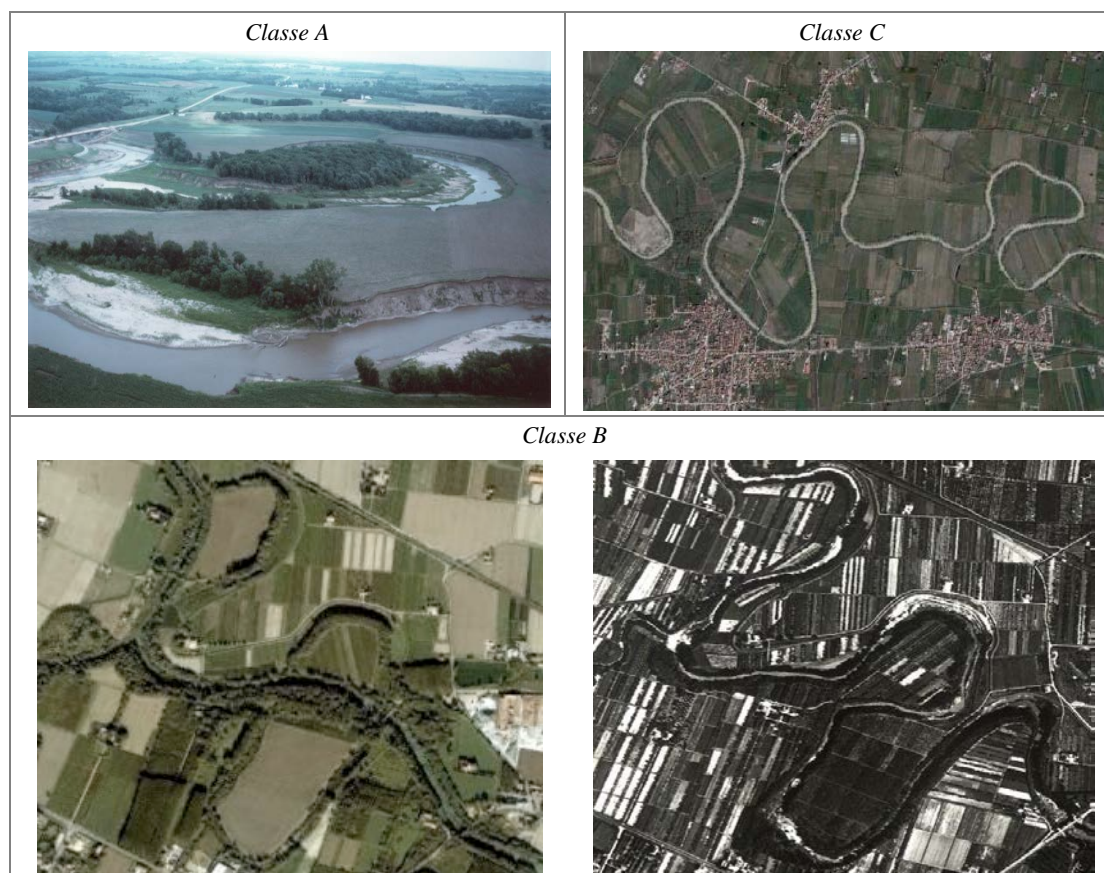


Figura A4.38 – Forme tipiche di pianura. *Classe A*: fiume meandriforme con un taglio di meandro da poco verificatosi. *Classe C*: fiume meandriforme con completa assenza di forme nella pianura. *Classe B*: sono presenti tracce di meandri abbandonati (foto a sinistra), disconnesse dall'alveo a causa di incisione del fondo. L'osservazione delle foto aeree degli anni '50 (foto a destra) permette di accertare che tali forme sono state abbandonate negli ultimi decenni.

F9: VARIABILITÀ DELLA SEZIONE

Alvei confinati



Figura A4.39 – Variabilità della sezione in alvei confinati. *Classe A*: assenza di alterazioni della naturale eterogeneità della sezione. *Classe B* (in alto a destra): alterazioni per una porzione limitata del tratto. *Classe B* (foto in basso a sinistra): alterazioni per una parte predominante del tratto (> 66%) ma solo da un lato (muro di sponda) dell'alveo. *Classe C*: completa alterazione della naturale eterogeneità della sezione per difese longitudinali (muri di sponda) su entrambi i lati.

Alvei semiconfinati e non confinati



Figura A4.40 – Alterazioni della variabilità della sezione in alvei semi- non confinati. (1) Casi di parziale omogeneizzazione della sezione per interventi di riprofilatura; (2) omogeneità della sezione per tratti estesi a causa di eccessiva artificializzazione.

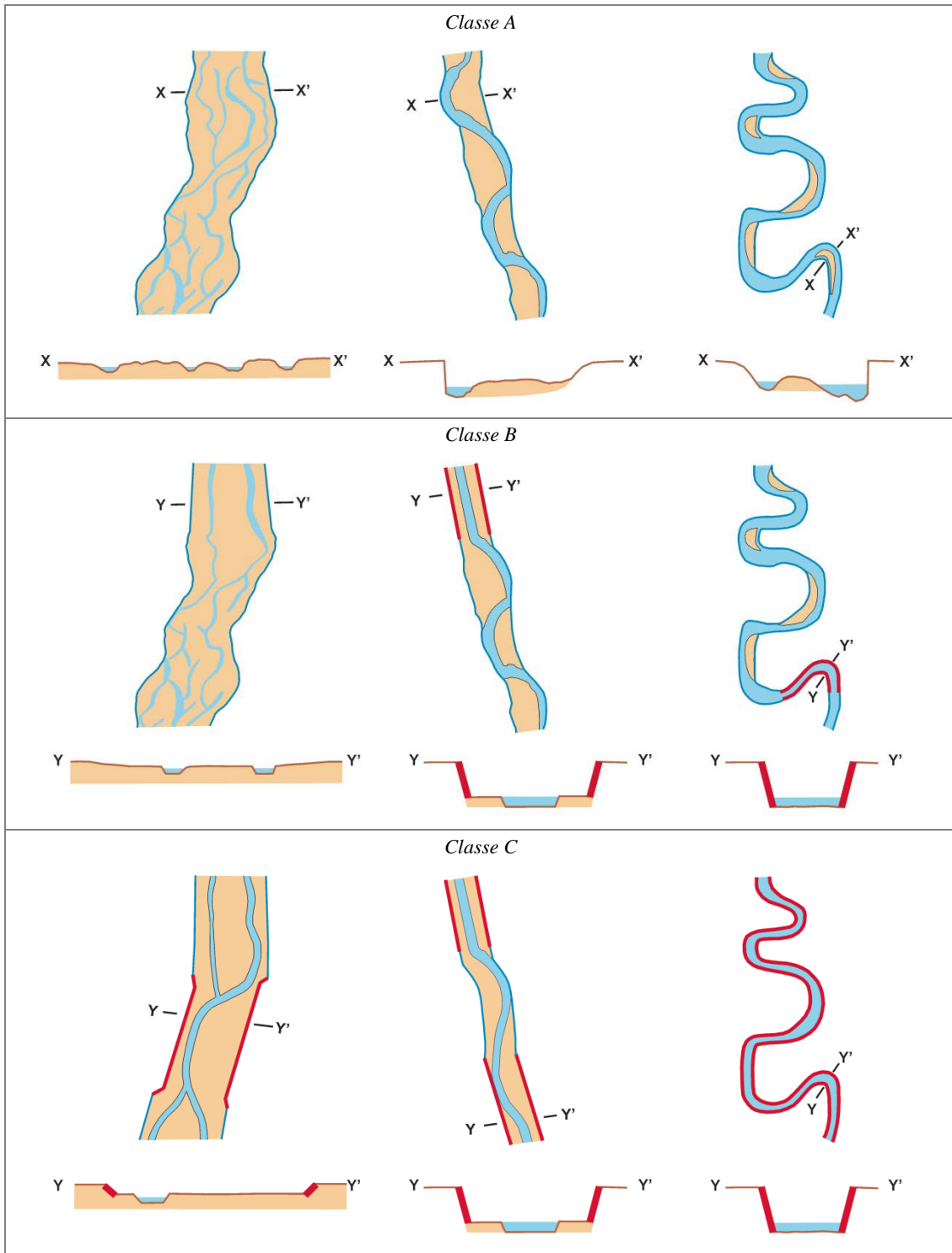


Figura A4.41 – Variabilità della sezione in alvei semi- e non confinati: esempi relativi ad alvei a canali multipli, transizionali ed a canale singolo. *Classe A*: assenza di alterazioni. *Classe B*: alterazioni per una porzione < 33% di lunghezza del tratto. *Classe C*: alterazioni per una porzione > 33% della lunghezza del tratto.

F10: STRUTTURA DEL SUBSTRATO

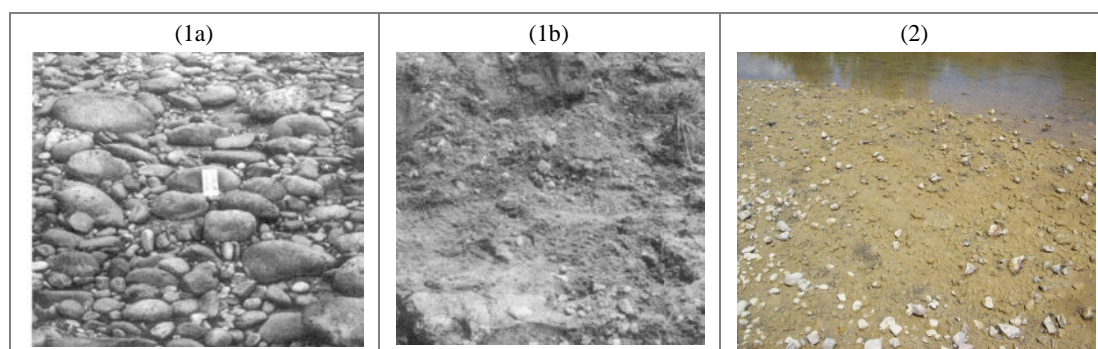


Figura A4.42 – Alterazioni del substrato. (1) Corazzamento (a: Strato superficiale; b: sottostrato). (2) *Clogging*.

Alvei confinati

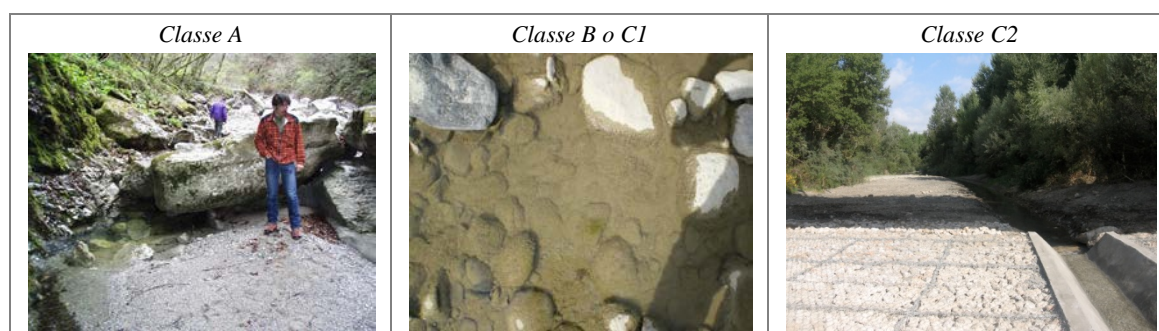


Figura A4.43 – Alterazioni del substrato in alvei confinati. *Classe A*: naturale eterogeneità del substrato in un alveo confinato. *Classe B o C1*: presenza di *clogging* (l'attribuzione alla *Classe B o C1* dipende dalla sua estensione). *Classe C2*: alterazione completa del fondo a causa della presenza di estesi rivestimenti.

Alvei semiconfinati e non confinati



Figura A4.44 – Alterazioni del substrato in alvei semi- e non confinati. *Classe A*: naturale eterogeneità dei sedimenti in un alveo non confinato. *Classe B o C1*: presenza di corazzamento (foto a sinistra) o *clogging* (foto a destra) (l'attribuzione alla *Classe B o C1* dipende dall'estensione del fenomeno nel sito di indagine). *Classe C2*: alveo con substrato affiorante a causa di incisione del fondo (foto a sinistra) o alveo con fondo completamente rivestito (foto a destra).

F11: PRESENZA DI MATERIALE LEGNOSO DI GRANDI DIMENSIONI



Figura A4.45 – Presenza di materiale legnoso. *Classe A*: naturale presenza di legname in un alveo confinato di larghezza limitata e ad elevata pendenza (a gradinata, foto in alto a sinistra) e in un alveo confinato di larghezza maggiore e a minore pendenza (morfologia a letto piano, foto in alto al centro); naturale assenza di legname in quanto il tratto si trova al di sopra del limite del bosco (foto in alto a destra); naturale presenza di legname in alvei non confinati (foto al centro). *Classe C*: esempi di alvei con assenza di legname a causa di recenti interventi di rimozione (foto in basso).

3. VEGETAZIONE NELLA FASCIA PERIFLUVIALE



Figura A4.46 – Vegetazione nella fascia perifluviale. (1) presenza di fascia di vegetazione perifluviale connessa all'alveo in un tratto semiconfinato; (2) assenza di vegetazione funzionale (a destra) oppure presenza di vegetazione ma disconnessa dall'alveo a causa di muri arginali.

F12: AMPIEZZA DELLE FORMAZIONI FUNZIONALI PRESENTI IN FASCIA PERIFLUVIALE

Alvei confinati

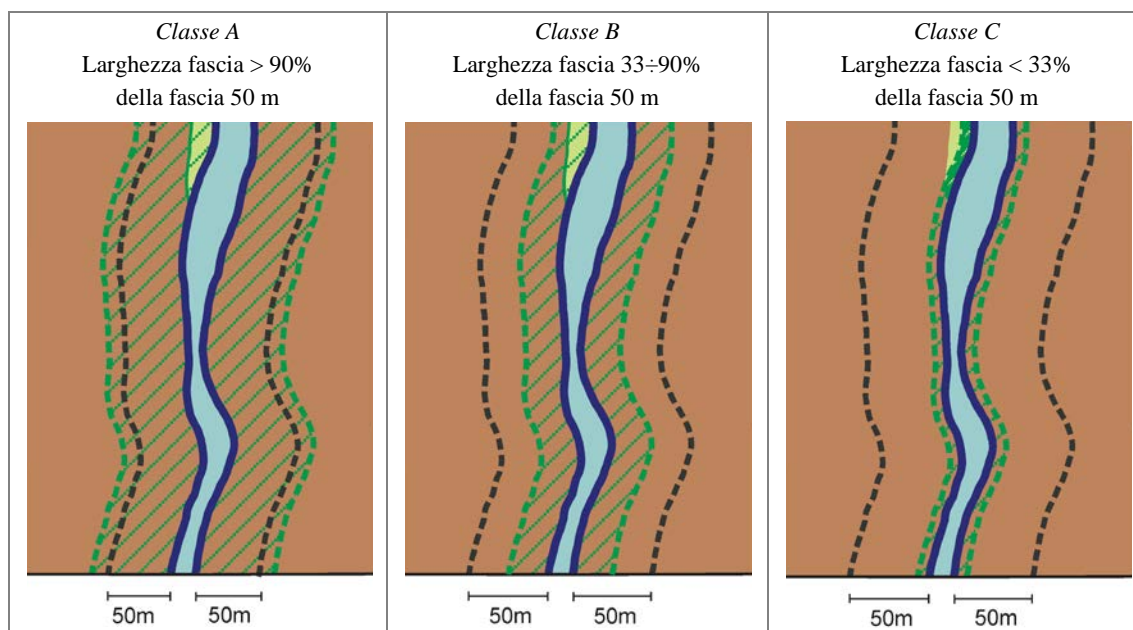


Figura A4.47 – Ampiezza delle formazioni funzionali in alvei confinati. *Classe A*: la fascia di formazioni funzionali occupa più del 90% della piana e dei versanti adiacenti (per una fascia di 50 m di distanza da ogni sponda, rappresentata dalla linea nera tratteggiata). *Classe B*: la fascia di formazioni funzionali è compresa tra il 33 ed il 90%. *Classe C*: la fascia di formazioni funzionali è molto ridotta (< 33%).

Alvei semiconfinati e non confinati

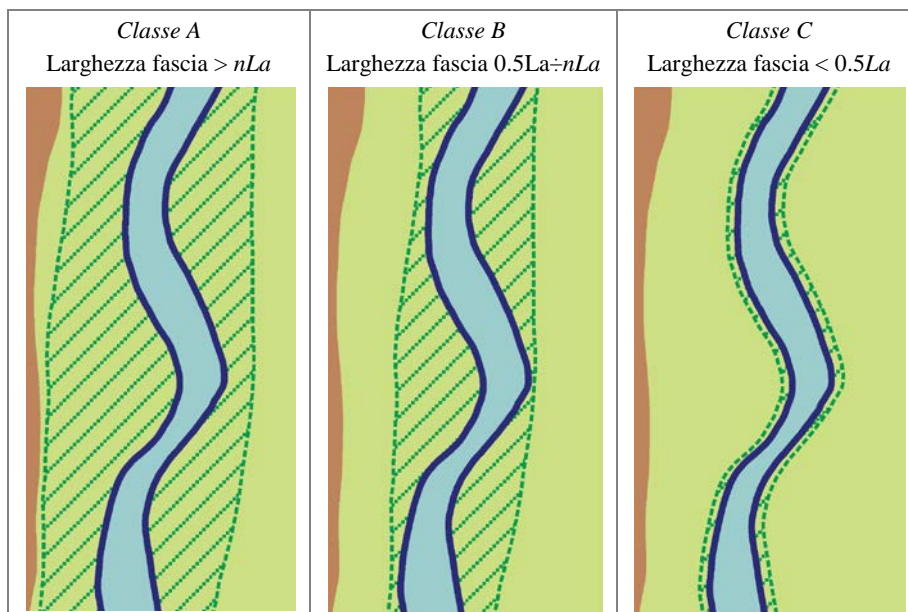


Figura A4.48 – Ampiezza delle formazioni funzionali in alvei semi- e non confinati. *Classe A*: la fascia delle formazioni funzionali è sufficientemente ampia, avendo una larghezza $> nLa$ (La : larghezza media dell'alveo). *Classe B*: la fascia ha una media ampiezza, essendo compresa tra $0.5La$ ed nLa . *Classe C*: la fascia è molto ridotta, avendo un'ampiezza inferiore a $0.5La$.

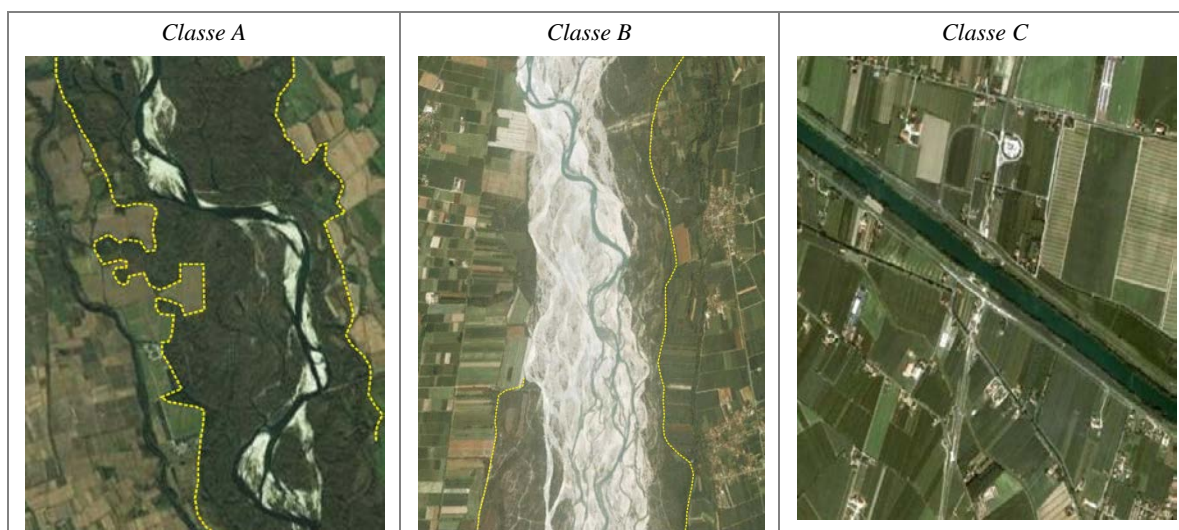


Figura A4.49 – Ampiezza delle formazioni funzionali in alvei semi- e non confinati. *Classe A*: la fascia di formazione funzionale è molto ampia rispetto alla larghezza dell'alveo. *Classe B*: la fascia ha una media ampiezza. *Classe C*: la fascia è pressoché assente.

F13: ESTENSIONE LINEARE DELLE FORMAZIONI FUNZIONALI LUNGO LE SPONDE

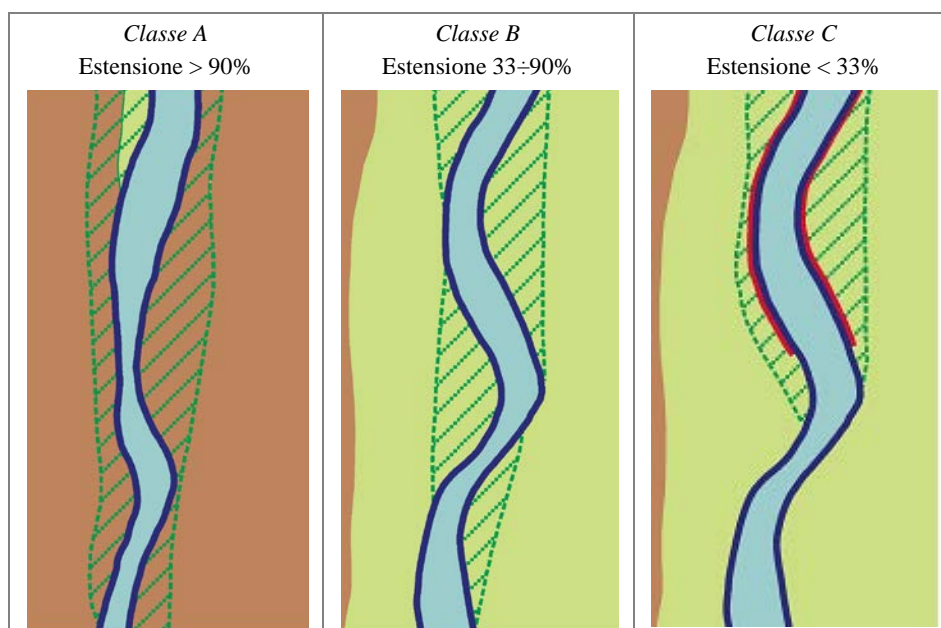


Figura A4.50– Estensione lineare della fascia di formazioni funzionali. *Classe A*: l'estensione lineare è molto elevata (> 90% della lunghezza totale delle sponde). *Classe B*: l'estensione lineare è inferiore al 90% ma superiore al 33%. *Classe C*: nonostante la fascia di vegetazione è presente per circa metà del tratto, gran parte di essa è disconnessa dall'alveo a causa della presenza di argini e/o difese di sponda.

ARTIFICIALITÀ

1. OPERE DI ALTERAZIONE DELLA CONTINUITÀ LONGITUDINALE A MONTE

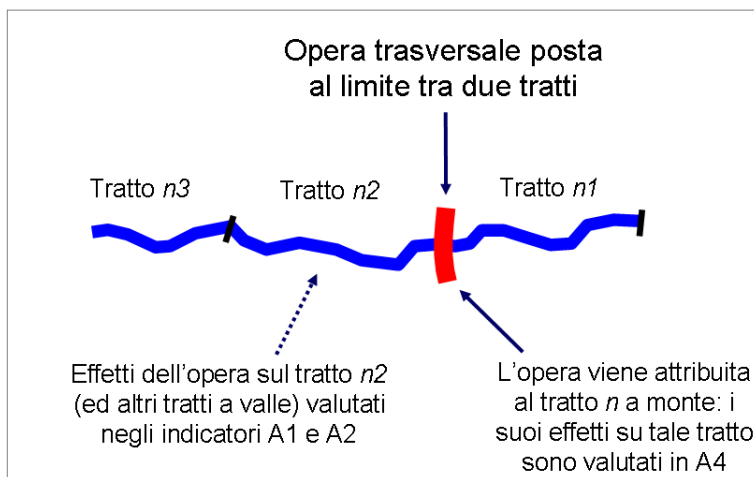


Figura A4.51 – Regola di attribuzione di un'opera trasversale coincidente con il limite tra due tratti e dei suoi effetti sull'alterazione delle portate liquide e solide.

A1: OPERE DI ALTERAZIONE DELLE PORTATE LIQUIDE



Figura A4.52 – Alterazione delle portate liquide. Tipiche opere di alterazione. (1) Diga; (2) scolmatore.

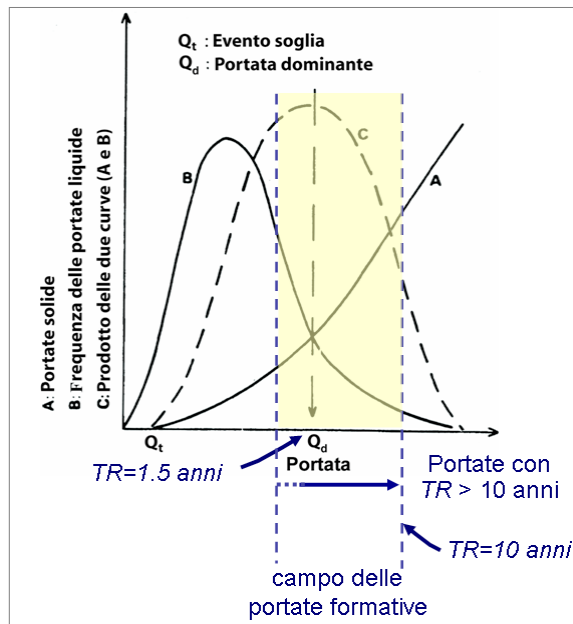


Figura A4.53 – Campo delle portate formative, comprendente le portate con tempi di ritorno fino a 10 anni. Il valore assunto come più rappresentativo delle portate formative è la $Q_{1.5}$ (portata con tempo di ritorno di 1.5 anni).

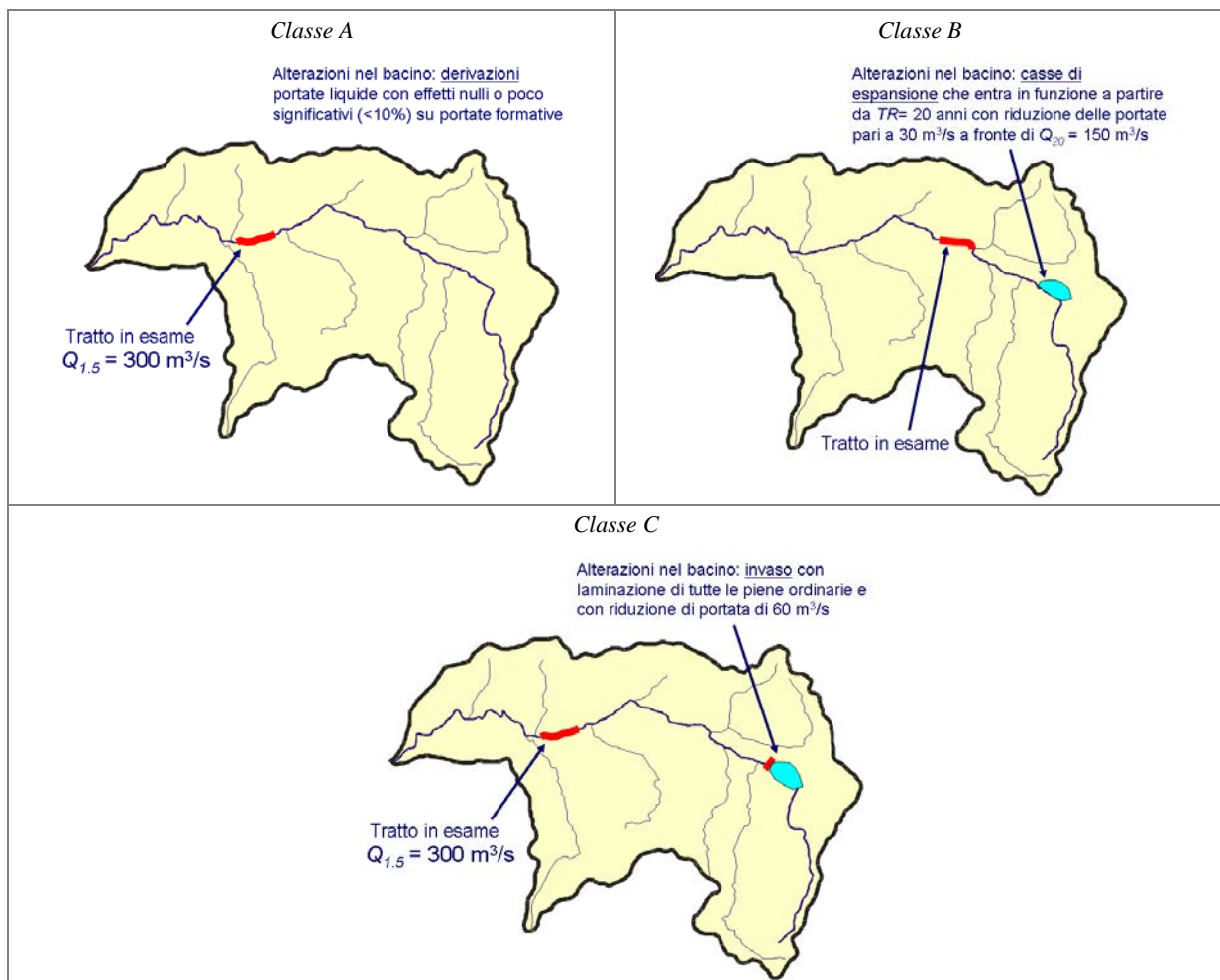


Figura A4.54 – Alterazioni delle portate liquide a monte. *Classe A*: alterazioni trascurabili. *Classe B*: alterazioni delle portate di piena (con $TR > 10$ anni) ma non delle portate formative. *Classe C*: alterazioni delle portate formative.

A2: OPERE DI ALTERAZIONE DELLE PORTATE SOLIDE

Opere in ambito montano

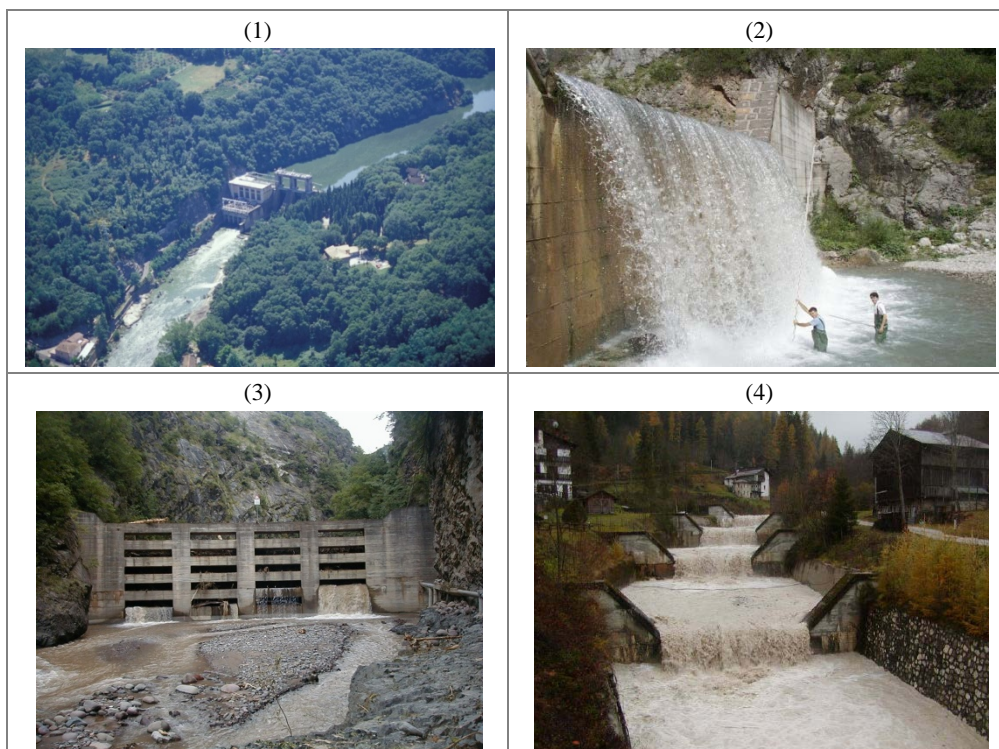


Figura A4.55 – Opere trasversali di alterazione delle portate solide in ambito montano. (1) Diga; (2) briglia di trattenuta; (3) briglia aperta; (4) sequenza di briglie di consolidamento a gradinata.

Opere in ambito collinare - di pianura

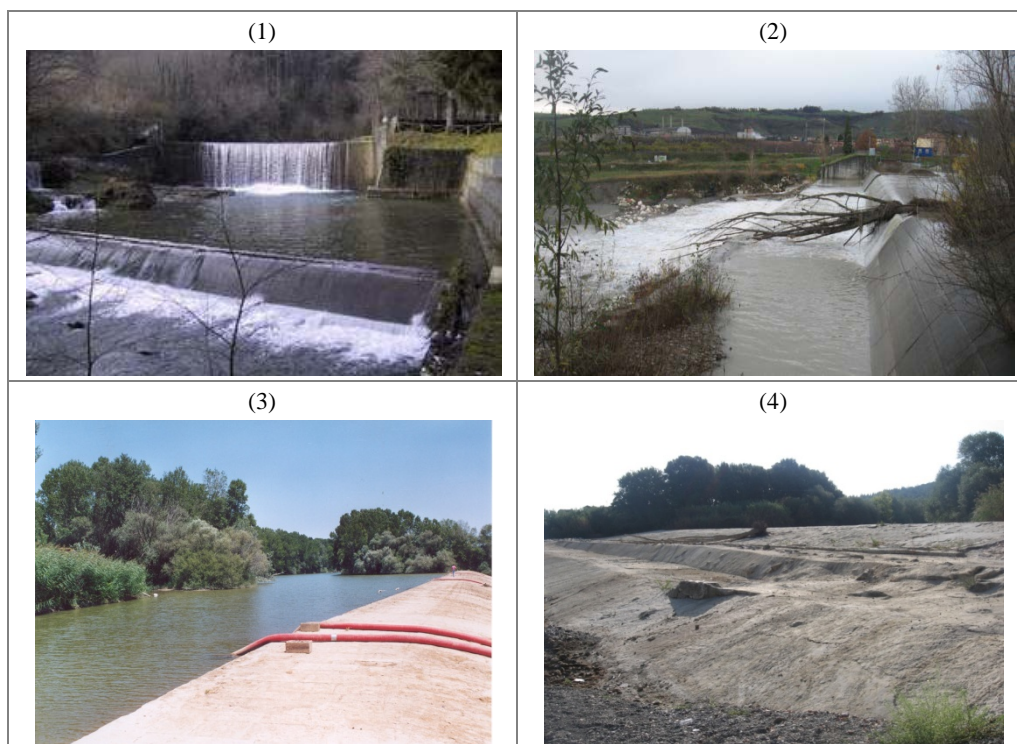


Figura A4.56 – Opere trasversali di alterazione delle portate solide in ambito collinare - di pianura. (1) Briglia; (2) traversa; (3) traversa di derivazione non colmata; (4) traversa di derivazione colmata.

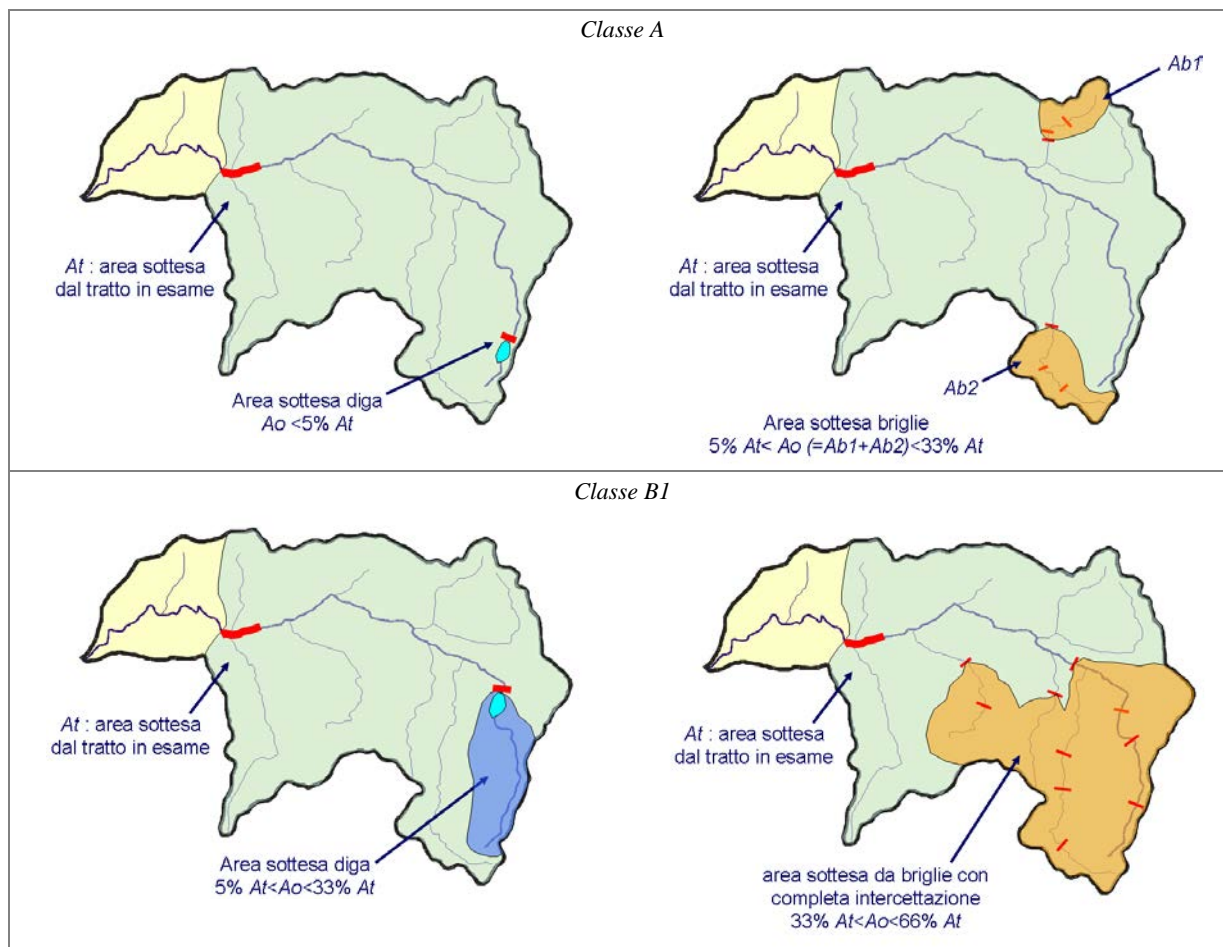


Figura A4.57 – Alterazione delle portate solide a monte. *Classe A*: è presente solo una diga che occupa una porzione trascurabile (< 5%) dell'area sottesa dal tratto in esame (A_t) (a sinistra); l'area totale delle porzioni del bacino con briglie è < 33% dell'area sottesa dal tratto (a destra). *Classe B1*: è presente una diga che sottende un'area compresa tra il 5% ed il 33% dell'area sottesa dal tratto (a sinistra); l'area totale delle porzioni del bacino con briglie è compresa tra il 33% ed il 66% dell'area sottesa dal tratto (vale nel caso in cui il tratto in esame è in ambito collinare - di pianura) (a destra).

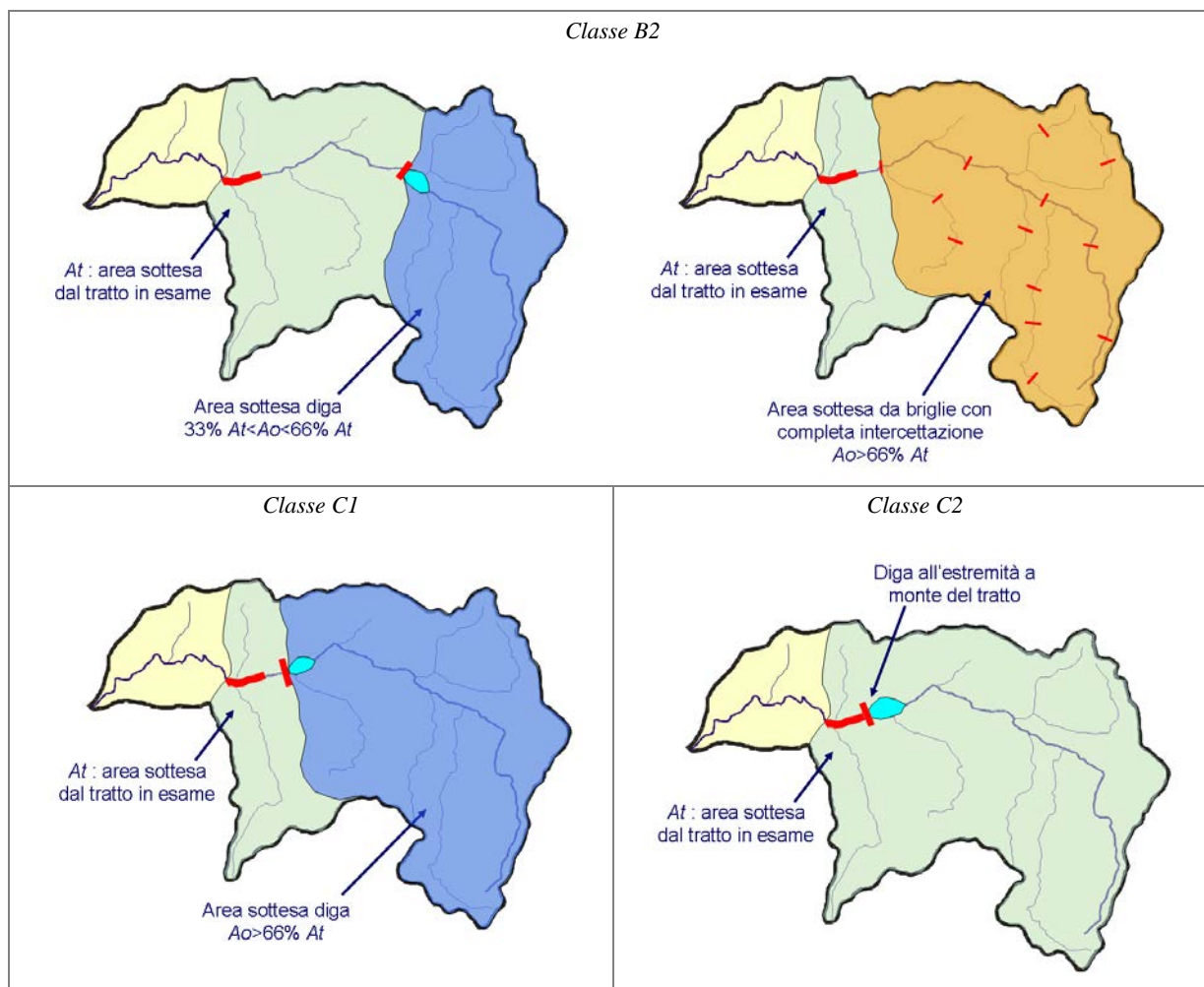


Figura A4.57 (segue) – Alterazione delle portate solide a monte. *Classe B2*: è presente una diga che sottende un'area compresa tra il 33% ed il 66% dell'area sottesa dal tratto (a sinistra); l'area totale delle porzioni del bacino con briglie con completa intercettazione è $> 66\%$ dell'area sottesa dal tratto (vale nel caso in cui il tratto in esame è in ambito collinare - di pianura) (a destra). *Classe C1*: è presente una diga che sottende un'area $> 66\%$ dell'area sottesa dal tratto. *Classe C2*: è presente una diga all'estremità a monte del tratto.

2. OPERE DI ALTERAZIONE DELLA CONTINUITÀ LONGITUDINALE NEL TRATTO

A3: OPERE DI ALTERAZIONE DELLE PORTATE LIQUIDE (DIVERSIVI, SCOLMATORI, CASSE DI ESPANSIONE)

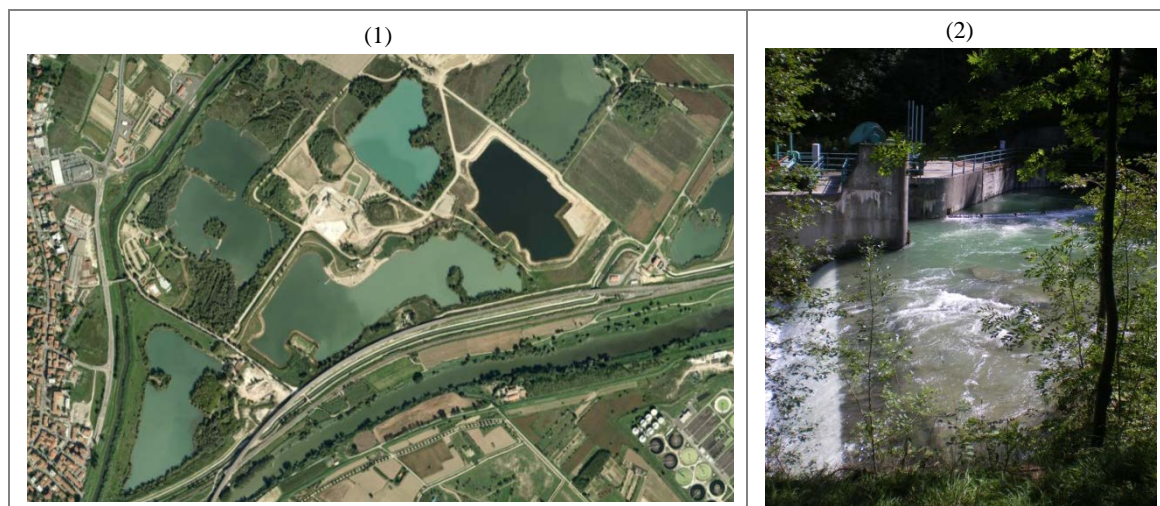


Figura A4.58 – Altre opere che possono determinare un'alterazione delle portate liquide all'interno di un tratto (oltre quelle definite per A1). (1) Casse di espansione; (2) derivazione.

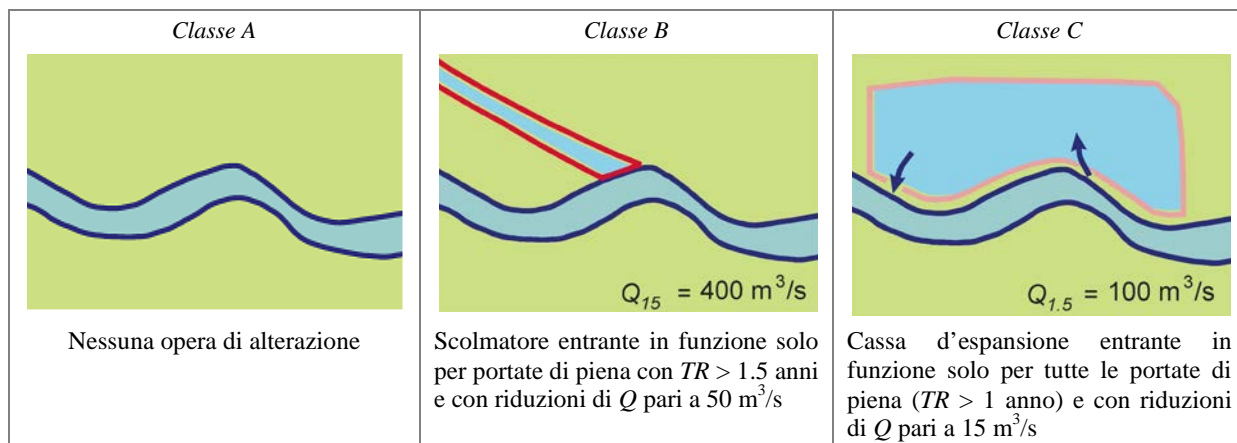


Figura A4.59 – Alterazioni delle portate liquide nel tratto. *Classe A*: assenza di opere di alterazione. *Classe B*: alterazioni significative delle portate con $TR > 10$ anni. *Classe C*: alterazioni significative delle portate formative.

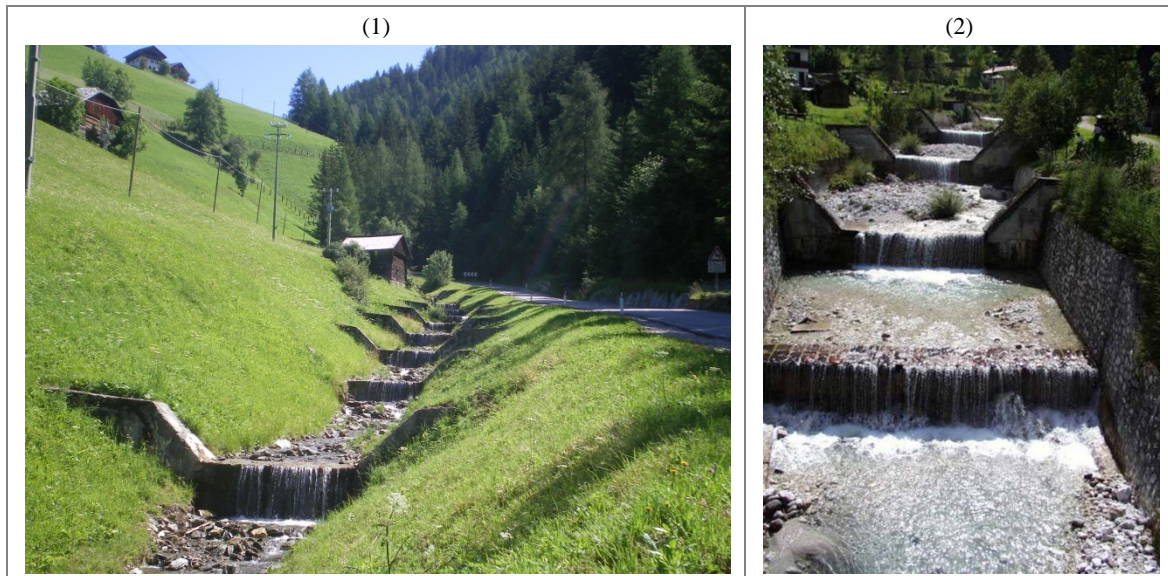


Figura A4.62 – Casi di densità elevata di opere trasversali (> 1 ogni 100 m per alvei in alvei a pendenza $>1\%$) per i quali si applica una penalità aggiuntiva di 12.

A5: OPERE DI ATTRAVERSAMENTO (PONTI, GUADI, TOMBINATURE)

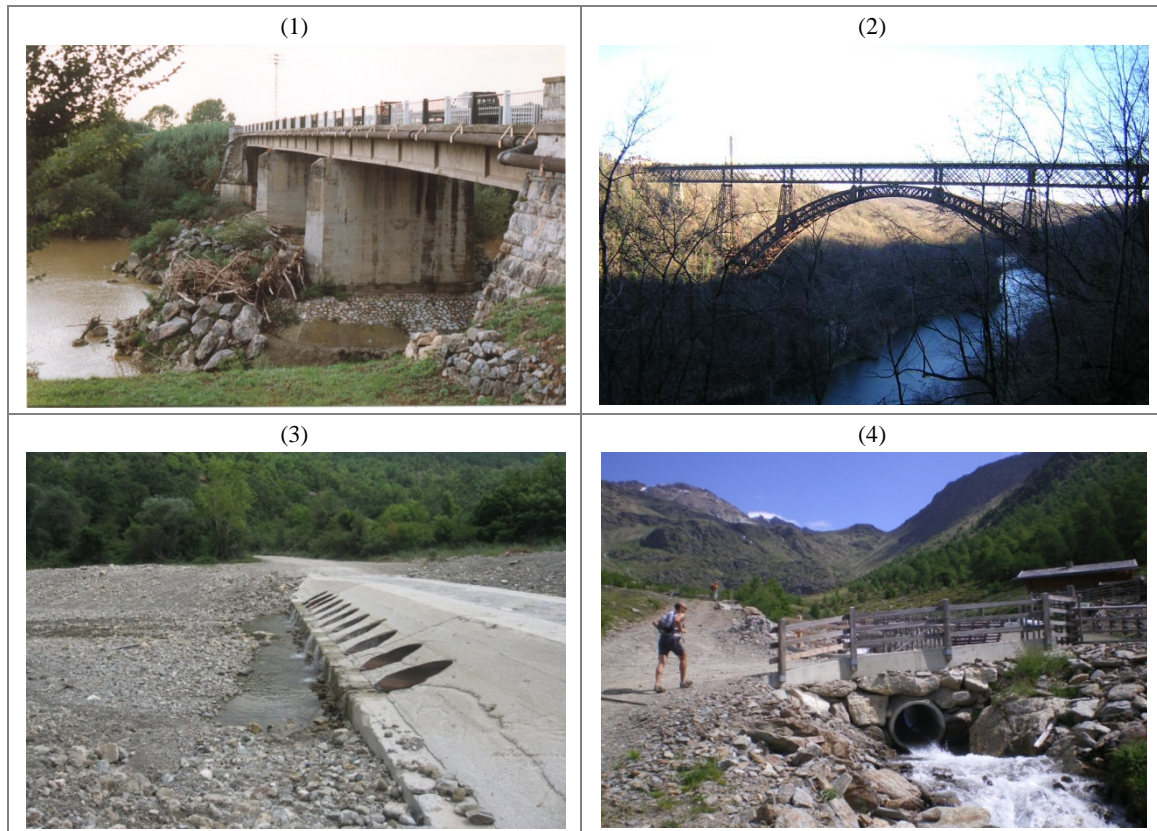


Figura A4.63 – Opere di attraversamento. (1) Ponte con interferenze sulla dinamica fluviale; (2) opera di attraversamento estranea al corridoio fluviale; (3) guado con tombinature; (4) tombinatura.

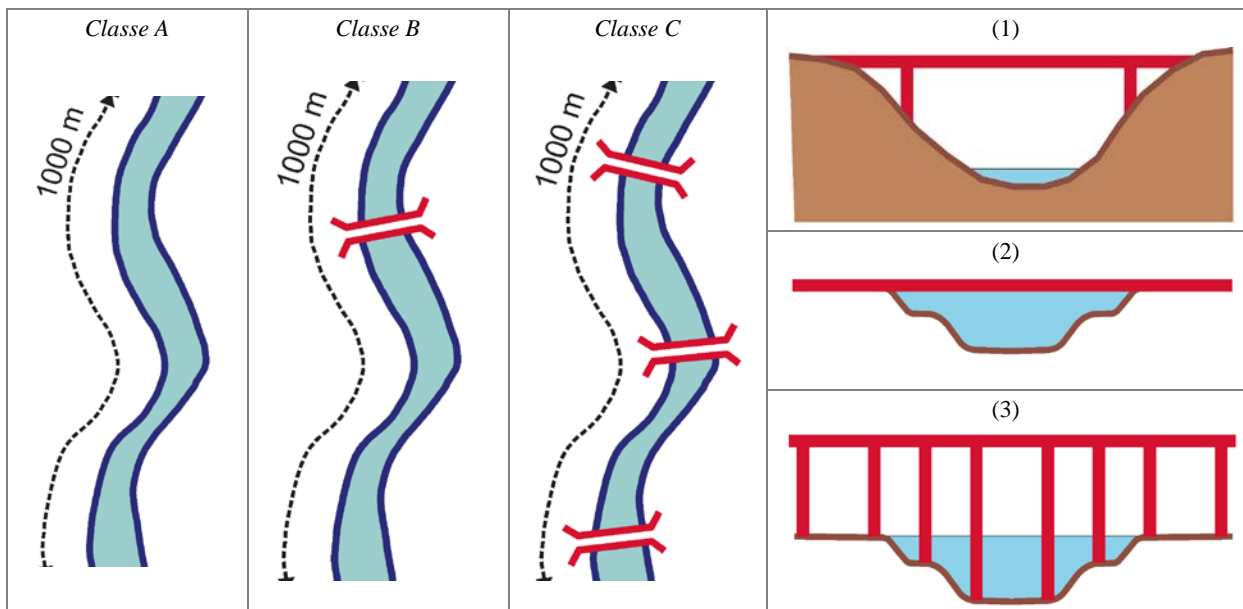


Figura A4.64 – Opere di attraversamento. *Classe A*: assenza di opere. *Classe B*: presenza di opere di attraversamento in numero ridotto (≤ 1 ogni 1000 m). *Classe C*: presenza di opere di attraversamento in numero elevato (> 1 ogni 1000 m). A destra: interferenza di ponti con il corridoio fluviale. (1) Ponte completamente estraneo (viadotto che attraversa la valle ad altezza rilevante); (2) ponte senza pile ma che può interferire con le portate di piena; (3) ponte molto elevato ma con pile in alveo che interferiscono con i processi di dinamica fluviale.

3. OPERE DI ALTERAZIONE DELLA CONTINUITÀ LATERALE

A6: DIFESE DI SPONDA (MURI, SCOGLIERE, INGEGNERIA NATURALISTICA, PENNELLI)

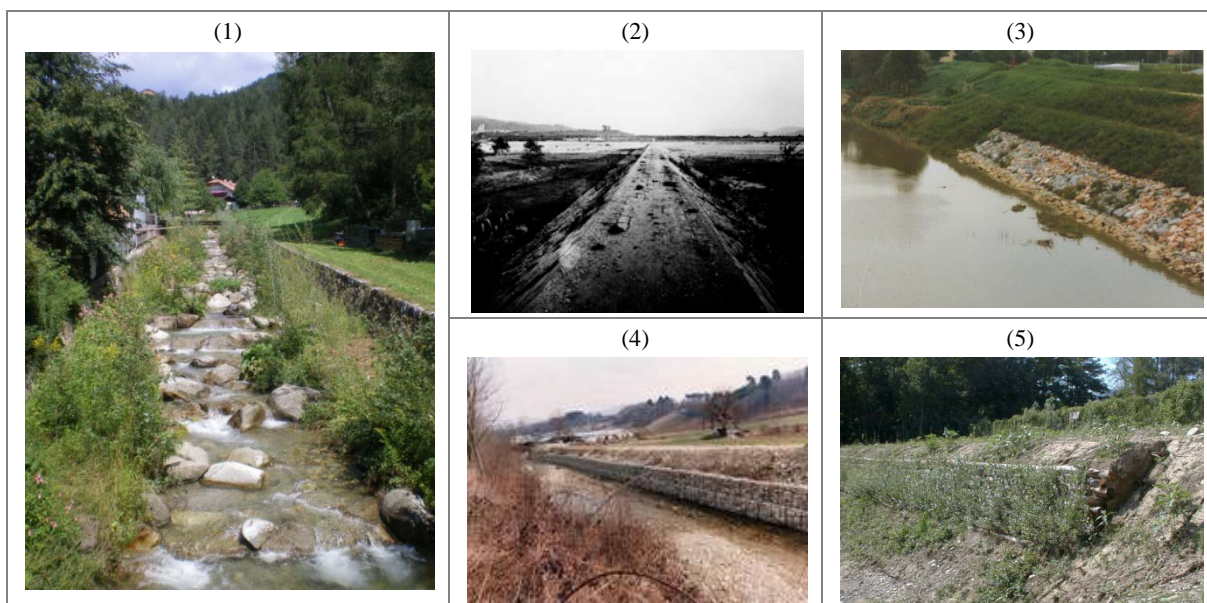


Figura A4.65 – Difese di sponda. (1) Muri di sponda; (2) pennello; (3) massi; (4) gabbionata; (5) Ingegneria Naturalistica (palificata).

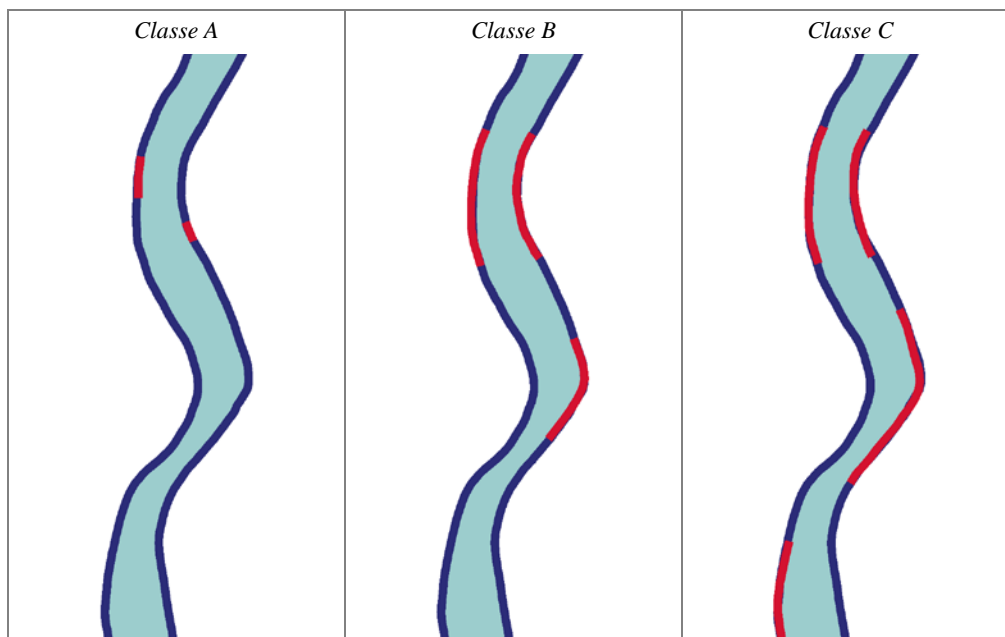


Figura A4.66 – Difese di sponda. *Classe A*: presenza localizzata di difese (linee rosse); nell'esempio le difese interessano il 4% della lunghezza totale delle due sponde. *Classe B*: presenza significativa di difese di sponda ($\leq 33\%$); nell'esempio le difese interessano circa il 30% della lunghezza totale delle due sponde. *Classe C*: presenza molto rilevante di difese di sponda ($> 33\%$); nell'esempio le difese occupano circa il 50% della lunghezza totale delle due sponde.

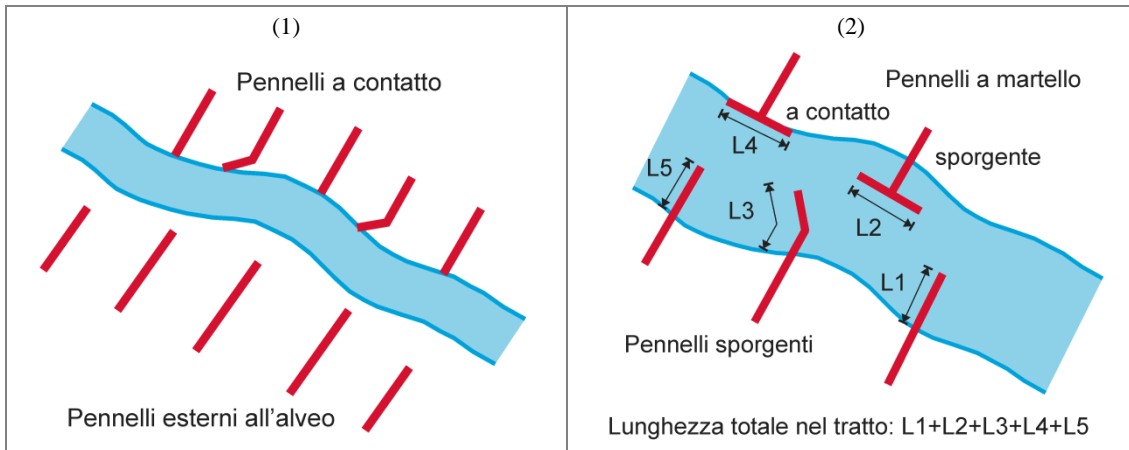


Figura A4.67 – Caso di pennelli. (1) Nel caso di pennelli esterni all'alveo, essi non vengono considerati (sono invece tenuti in conto nell'indicatore $F5$); nel caso di pennelli a contatto, la larghezza della testa è in genere trascurabile. (2) Nel caso di pennelli sporgenti, si considera la dimensione maggiore tra lunghezza e larghezza (quest'ultima è in genere prevalente nei pennelli del tipo "a martello"). Si noti che i pennelli "a martello" a contatto (a differenza degli altri pennelli a contatto) vengono considerati in quanto la larghezza della testa non è trascurabile.

A7: ARGINATURE

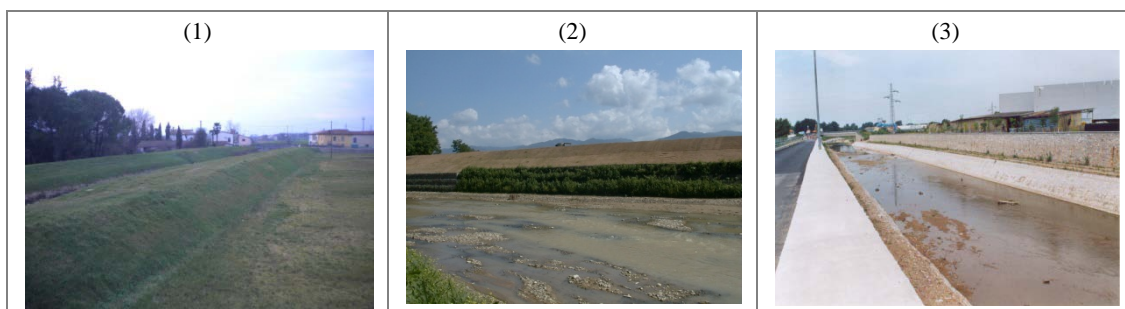


Figura A4.68 – Arginature. (1) Argini in terra; (2) argine a diretto contatto con l'alveo; (3) muri di sponda con funzione di argine.

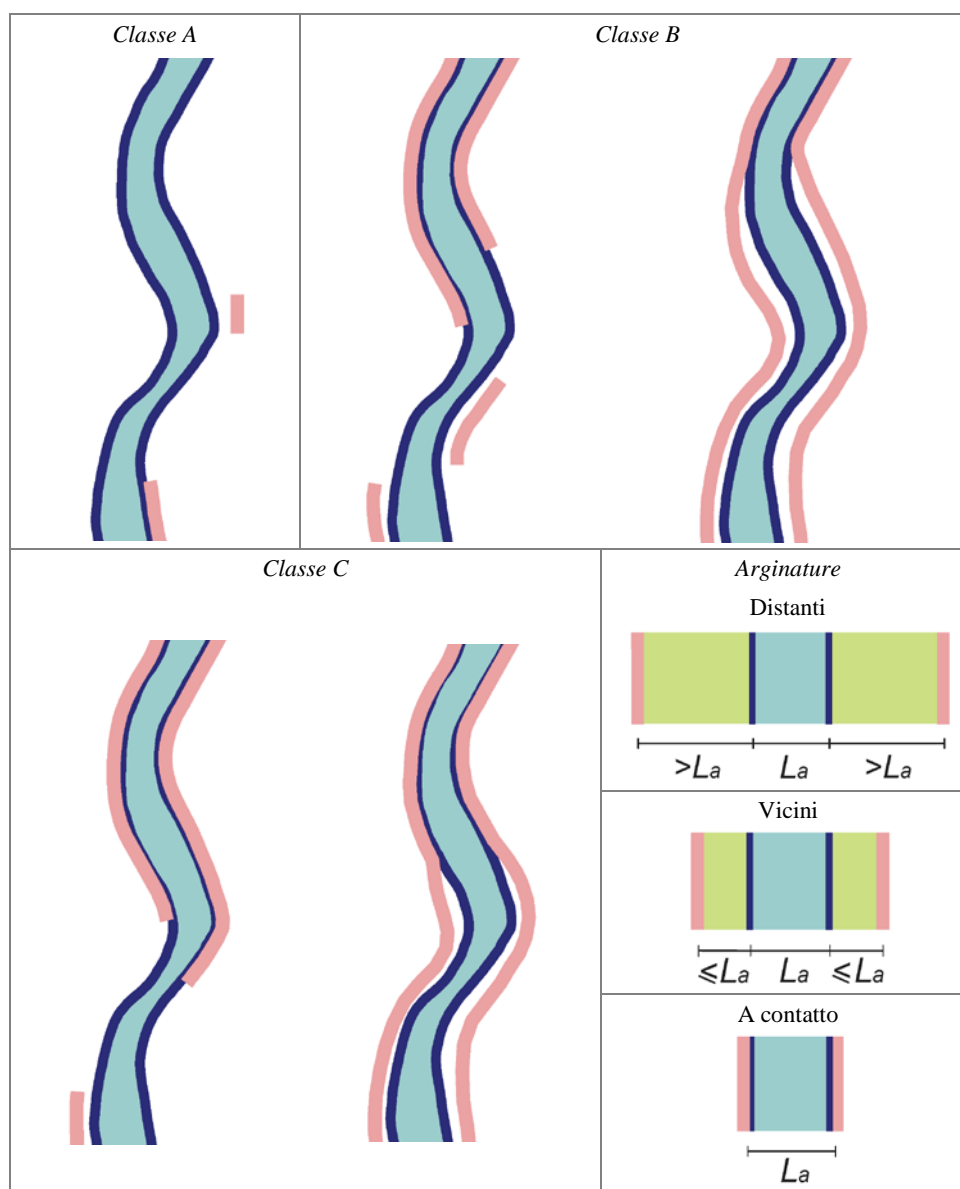


Figura A4.69 – Arginature. *Classe A*: presenza localizzata (< 10%) di argini vicini o a contatto. *Classe B*: la somma totale di argini vicini ed a contatto è < 90% ma gli argini a contatto sono compresi tra il 33% ed il 50% (a sinistra) oppure la somma totale di argini vicini e a contatto è > 90% ma gli argini a contatto sono < 33% (a destra). *Classe C*: gli argini a contatto sono > 50% del tratto (a sinistra), oppure gli argini a contatto sono compresi tra il 33% ed il 50% ma la somma totale di argini vicini e a contatto è > 90% (a destra). In basso a destra: definizione di argini distanti, vicini e a contatto.



Figura A4.70 – Casi di difese di sponda – argini a contatto che interessano il tratto quasi per la sua interezza (> 80%), per i quali si applica quindi una penalità aggiuntiva di 12.

4. OPERE DI ALTERAZIONE DELLA MORFOLOGIA E/O DEL SUBSTRATO

A8: VARIAZIONI ARTIFICIALI DI TRACCIATO

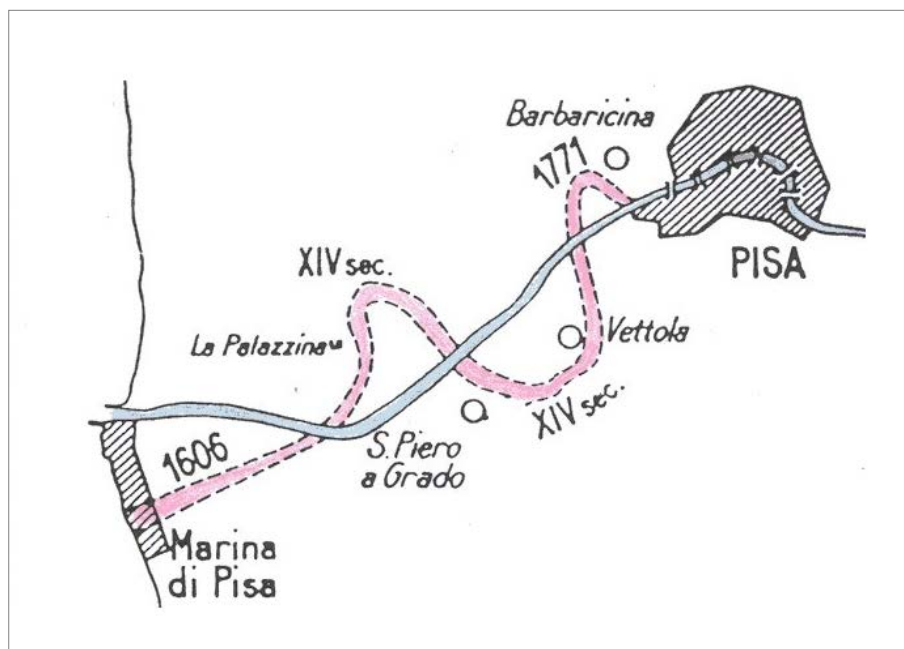


Figura A4.71 – Variazioni artificiali di tracciato. Esempio di variazioni planimetriche artificiali (tagli di meandri e spostamento della foce) ben note avvenute in epoche storiche.

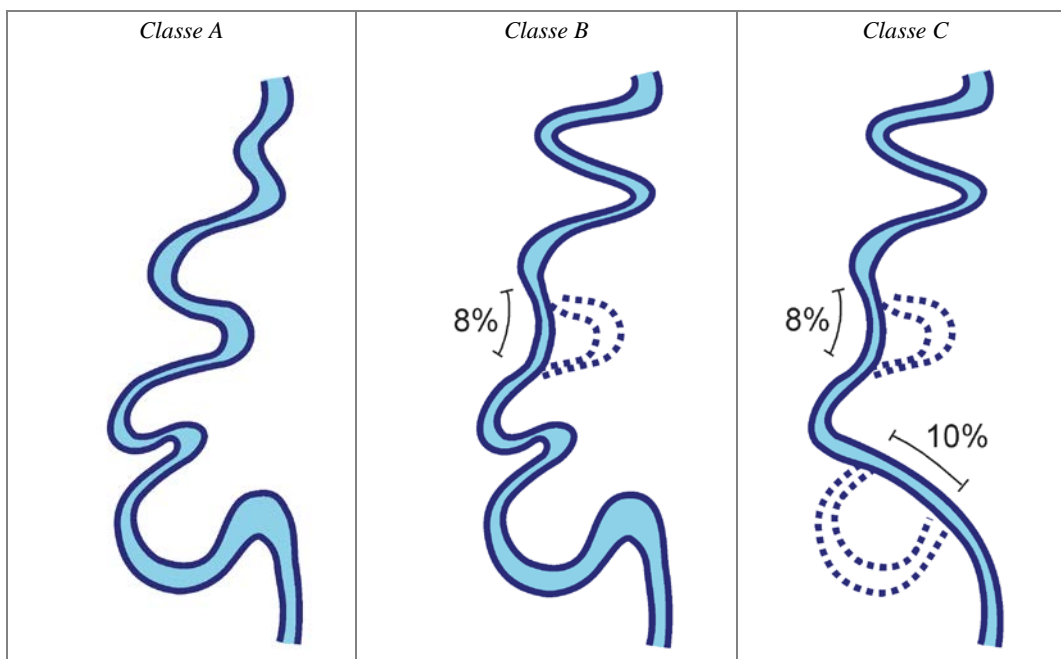


Figura A4.72 – Variazioni artificiali di tracciato. *Classe A*: assenza di variazioni artificiali. *Classe B*: presenza di variazioni artificiali per una lunghezza < 10% del tratto. *Classe C*: presenza di variazioni artificiali per una lunghezza > 10% del tratto.

A9: ALTRE OPERE DI CONSOLIDAMENTO (SOGLIE, RAMPE) E/O DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO (RIVESTIMENTI DEL FONDO)



Figura A4.73 – Altre opere di consolidamento e rivestimenti. *Classe A*: alveo con totale assenza di opere di consolidamento o rivestimento del fondo. *Classe B*: presenza di soglie (prima riga a destra) o di rampe in massi (seconda riga a sinistra) con bassa densità. *Classe C1*: presenza di numerose soglie e parziale rivestimento del fondo. *Classe C2*: totale rivestimento del fondo con tipologia impermeabile. Nel caso tale rivestimento interessa gran parte del tratto (> 80%), si assegna una penalità aggiuntiva di 12.

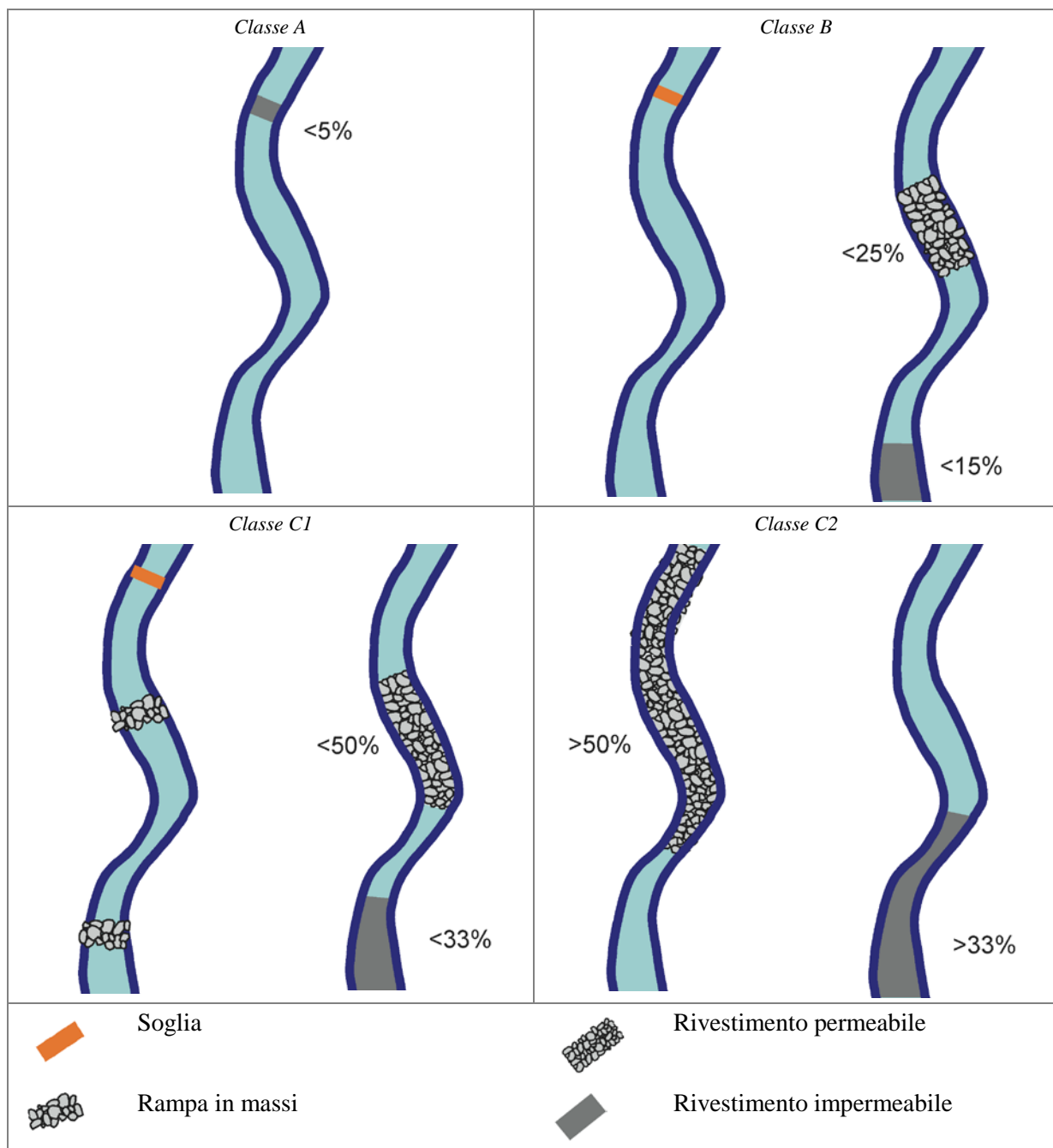


Figura A4.74 – Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato. *Classe A*: assenza di opere di consolidamento e rivestimenti localizzati ($< 5\%$). *Classe B*: presenza di opere di consolidamento (soglie, rampe in massi) ma in numero ≤ 1 ogni d (dove $d = 200$ m per alvei a pendenza relativamente elevata ($>1\%$); $d = 1000$ m per alvei a pendenza medio – bassa ($\leq 1\%$)), oppure presenza di rivestimenti per lunghezza $\leq 25\%$ del tratto con sistemi permeabili e/o $\leq 15\%$ con sistemi impermeabili. *Classe C1*: presenza di opere di consolidamento (soglie, rampe in massi) in numero > 1 ogni d , oppure presenza di rivestimenti per lunghezza $\leq 50\%$ del tratto con sistemi permeabili e/o $\leq 33\%$ con sistemi impermeabili. *Classe C2*: presenza di rivestimenti per lunghezza $> 50\%$ del tratto con sistemi permeabili e/o $> 33\%$ con sistemi impermeabili.

5. INTERVENTI DI MANUTENZIONE E PRELIEVO

A10: RIMOZIONE DI SEDIMENTI

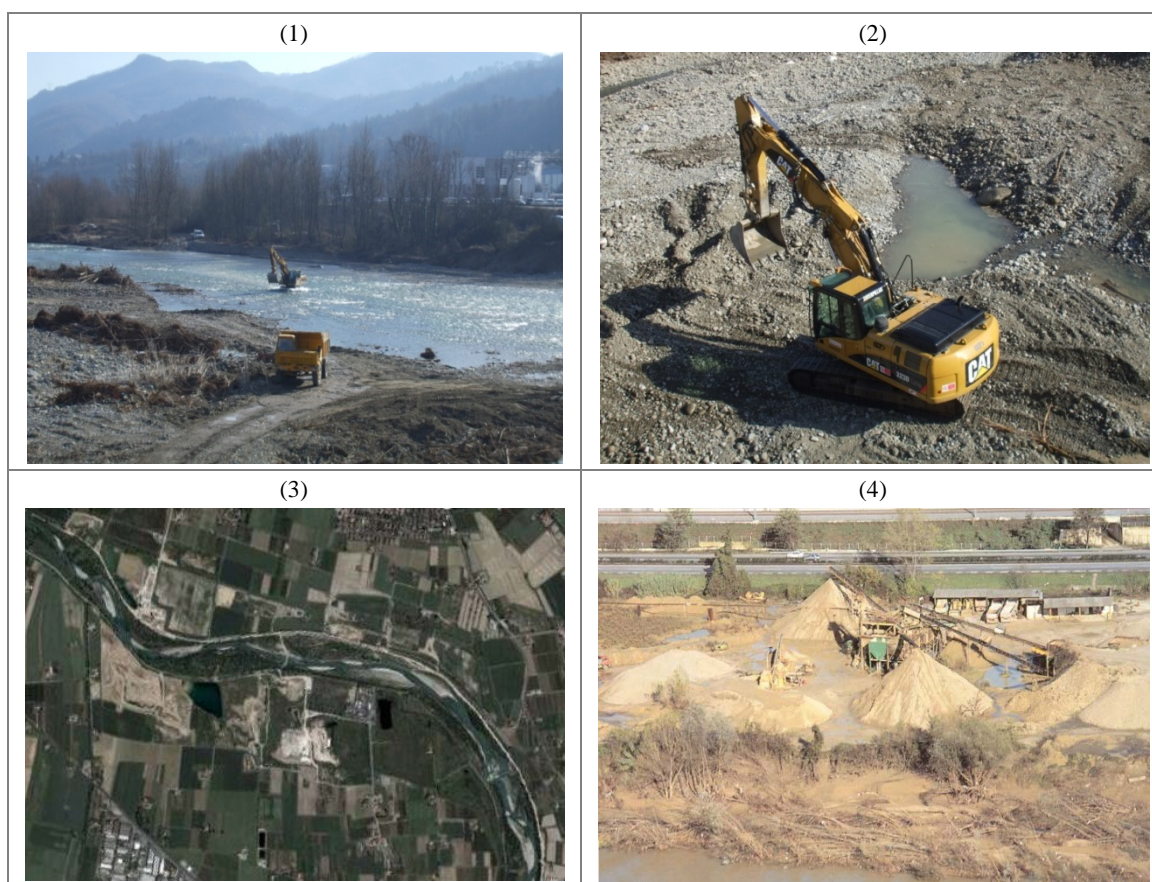


Figura A4.75 – Rimozione di sedimenti. (1) e (2) Attività recente o attuale; (3) e (4) indicatori indiretti di intensa attività passata sono la presenza di zone di cava (3) e frantoi (4) e strade camionabili nelle adiacenze del corso d'acqua. L'attribuzione alla *Classe B* o *C* dipende dall'estensione degli interventi (localizzati o diffusi), nel caso di alvei confinati, e dall'intensità dell'attività di escavazione sia in tempi recenti che passati nel caso di alvei semi- e non confinati.

A11: RIMOZIONE DEL MATERIALE LEGNOSO



Figura A4.76 – Rimozione del materiale legnoso. *Classe A*: assenza di interventi di rimozione del materiale legnoso. *Classe B*: rimozione parziale, inclusi i prelievi da parte di privati. *Classe C*: rimozione ad opera di Enti Pubblici.

A12: TAGLIO DELLA VEGETAZIONE IN FASCIA PERIFLUVIALE

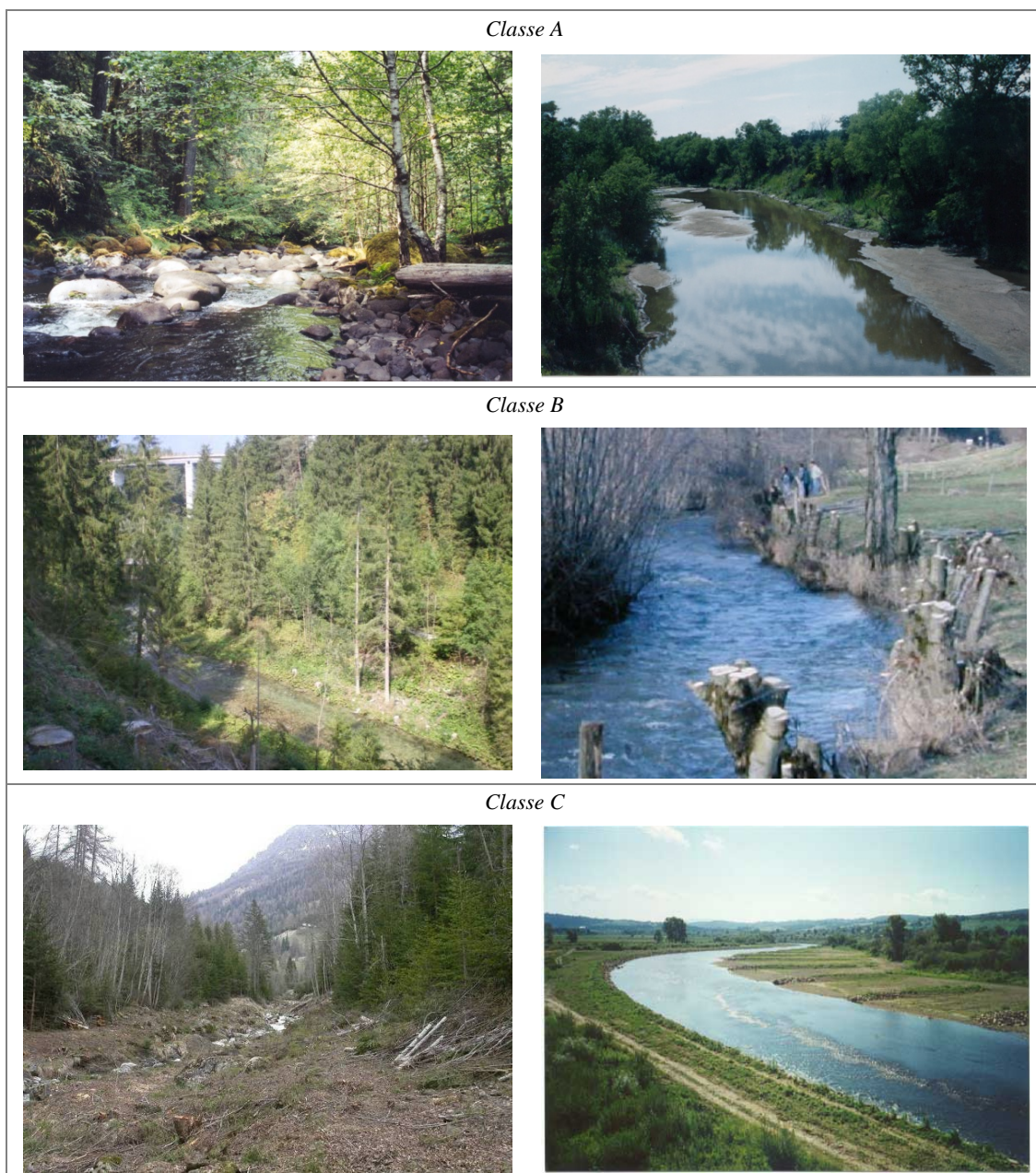


Figura A4.77 – Taglio della vegetazione. *Classe A*: assenza di interventi di taglio di vegetazione. *Classe B*: interventi di taglio selettivo. *Classe C*: interventi di taglio raso.

VARIAZIONI MORFOLOGICHE

VI: VARIAZIONI DELLA CONFIGURAZIONE MORFOLOGICA

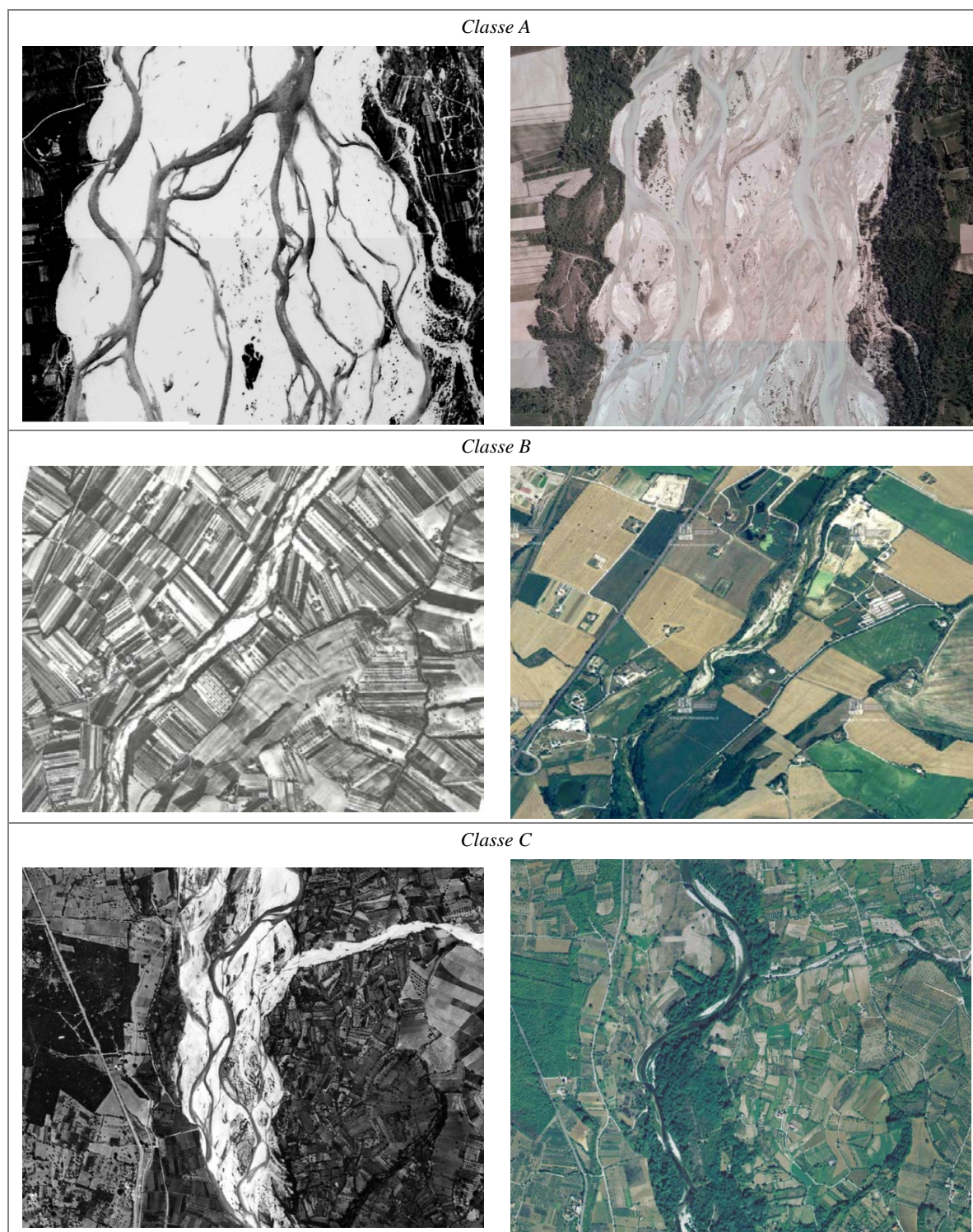


Figura A4.78 – Variazioni di configurazione morfologica (a sinistra la foto del 1954 ed a destra la foto attuale). *Classe A*: nonostante il restringimento, l'alveo mantiene una morfologia prevalente *wandering*. *Classe B*: passaggio da un *wandering* ad un sinuoso. *Classe C*: passaggio da un alveo a canali intrecciati ad un sinuoso.

V2: VARIAZIONI DI LARGHEZZA

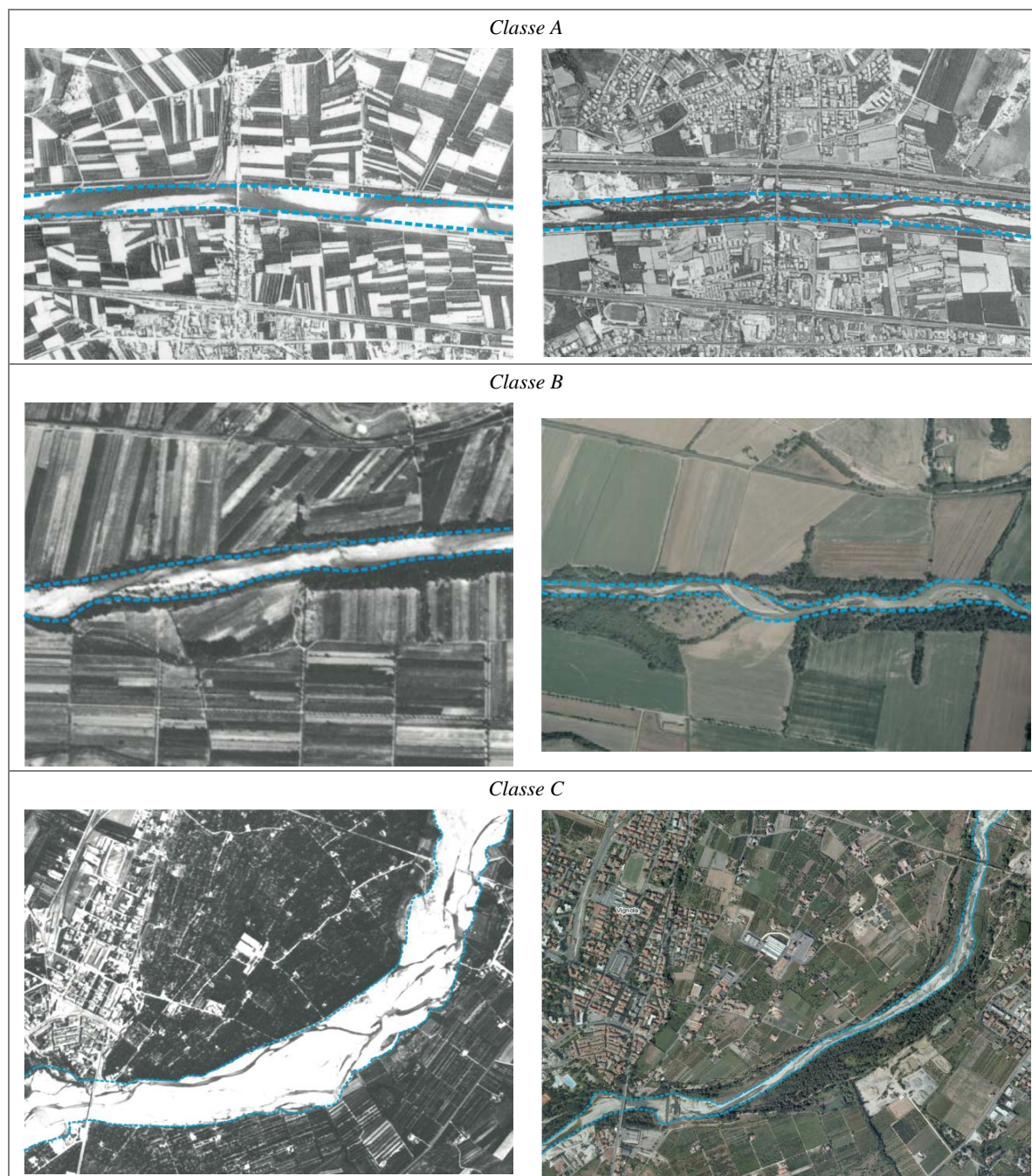


Figura A4.79 – Variazioni di larghezza dell'alveo (a sinistra la foto del 1954 ed a destra la foto attuale). *Classe A*: restringimento dell'alveo molto ridotto (< 15%). *Classe B*: restringimento compreso tra il 15 ed il 35% della larghezza del 1954. *Classe C*: restringimento molto intenso (> 35%).

V3: VARIAZIONI ALTIMETRICHE

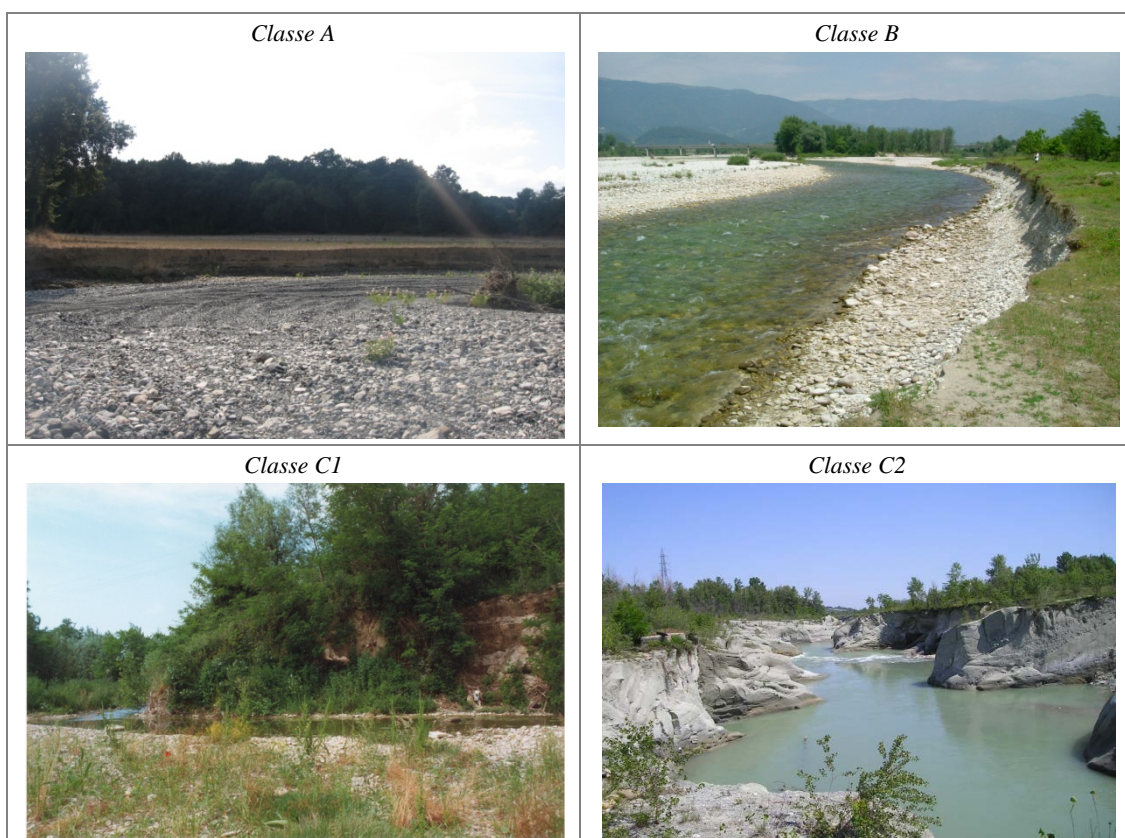


Figura A4.80 – Variazioni altimetriche (quota del fondo). *Classe A*: incisione trascurabile (< 0.5 m). *Classe B*: incisione da limitata a moderata (compresa tra 0.5 e 3 m). *Classe C1*: incisione intensa (> 3 m). *Classe C2*: incisione molto intensa (> 6 m) che ha causato l'asportazione dell'intero materasso alluvionale e l'incisione nel substrato.

Evidenze sul terreno

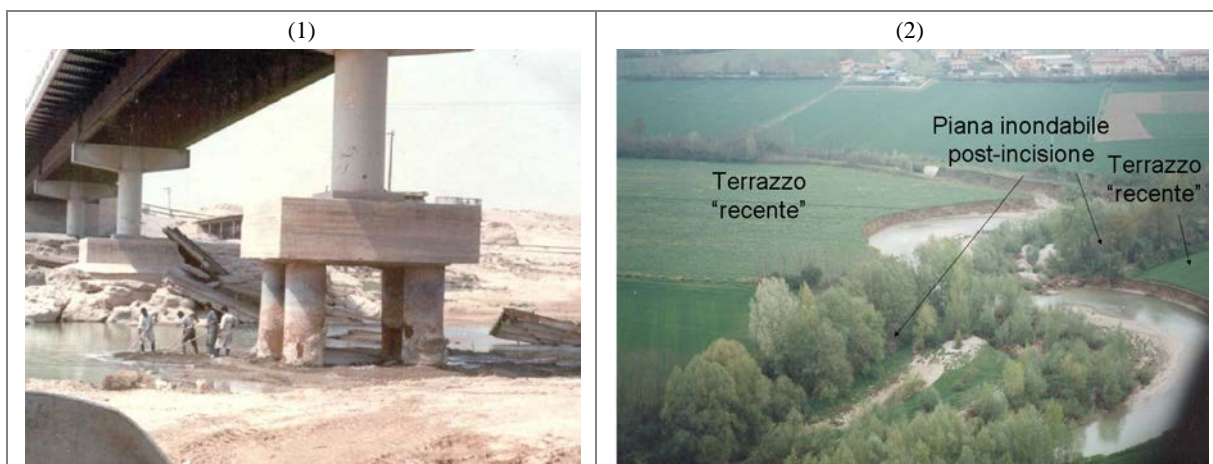


Figura A4.81 – Evidenze sul terreno di incisione. (1) Erosione alle pile dei ponti; (2) dislivelli tra piana inondabile post- incisione e terrazzo recente (corrispondente alla piana inondabile pre-incisione).

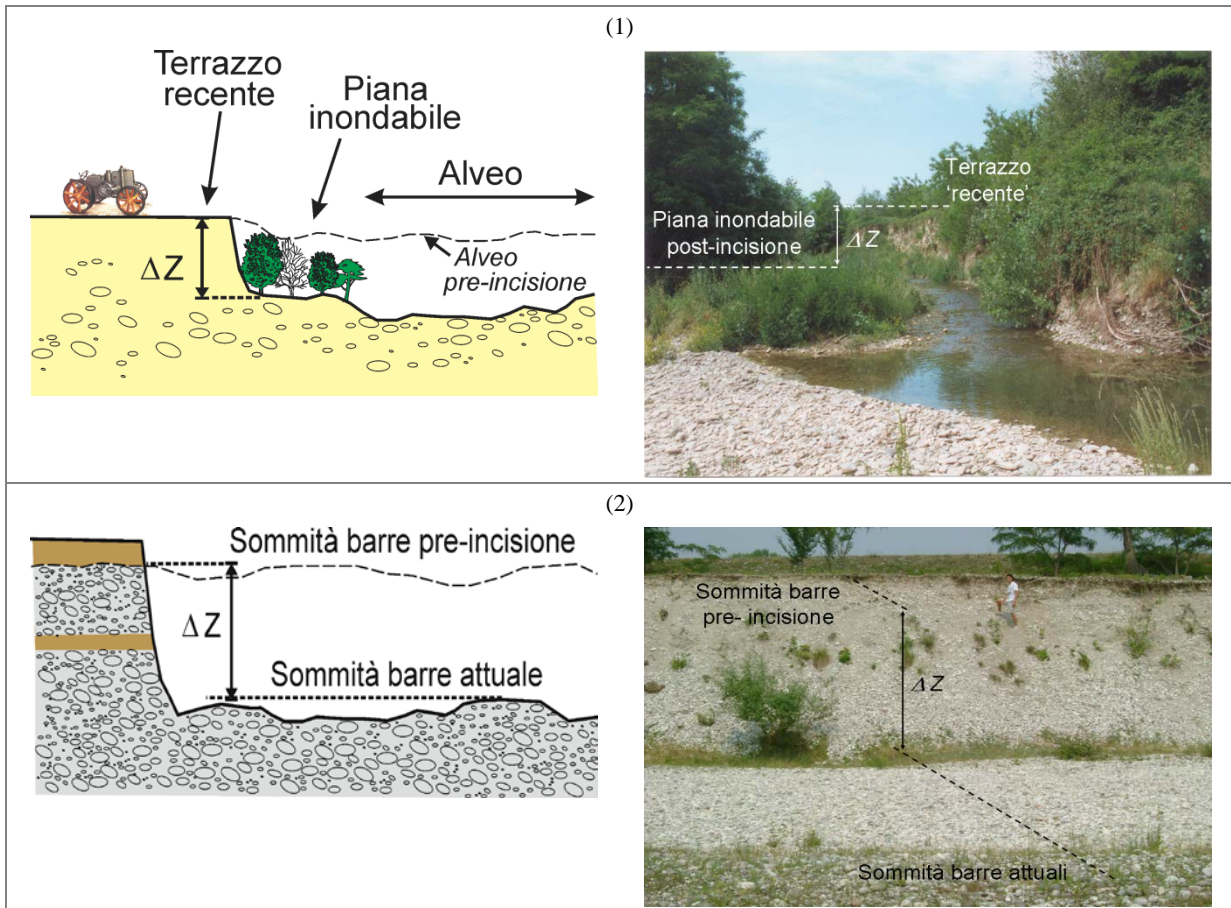


Figura A4.82 – Stima del grado di incisione in base a dislivelli tra superfici omologhe. (1) Misura del dislivello (ΔZ) tra piana inondabile attuale e terrazzo recente (piana inondabile pre-incisione); (2) misura del dislivello tra sommità delle ghiaie affioranti su una scarpata in erosione (attribuibili alla sommità delle barre pre-incisione) e sommità delle barre attuali.