

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI-INTERPORTO D'ABRUZZO

LOTTO 3

STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE

Relazione

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IA6F 03 D 09 RG ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	A. Cappelli	Luglio 2019	F. Cabas	Luglio 2019	T. Paoletti	Luglio 2019	A. Vittorizzi	Luglio 2019

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti
Dott. Ing. Angelo Vittorizzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pescara
N° A20783

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
1.1	OBIETTIVI E CONTENUTI DELLO STUDIO	3
1.2	METODOLOGIA DI LAVORO	3
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
1.4	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	7
2.	CARATTERISTICHE DELL'AREA DI STUDIO	7
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO	7
2.2	AREE A PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	8
2.3	CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE DELLA REGIONE FLUVIALE	10
2.4	ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA	10
2.4.1	<i>Assetto dei bacini</i>	10
2.4.2	<i>Assetto dei versanti e propensione al dissesto</i>	11
2.4.3	<i>Metodologia per l'individuazione dei punti di prelievo del materiale d'alveo</i>	11
2.4.4	<i>Caratteristiche granulometriche dei corsi d'acqua minori</i>	13
2.4.5	<i>Indice di Dinamica Morfologica (IDM)</i>	15
2.4.5.1	<i>Metodo IDRAIM</i>	15
2.4.5.2	<i>Applicazione al caso di studio</i>	18
2.5	APPORTO DI SEDIMENTI AL TRATTO DI STUDIO	19
2.5.1	<i>Considerazioni generali</i>	19
2.6	ANDAMENTO DELLE PORTATE LIQUIDE (DI MEDIO PERIODO)	19
3.	VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO	21
3.1	MODALITÀ EVOLUTIVE DELL'ALVEO	21
3.1.1	<i>Tendenza all'erosione e alla deposizione</i>	21

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D’ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6F	03 D 09	RG	ID0002 001	A	2 di 28

4. CONCLUSIONI	22
4.1 ANALISI DEL RAPPORTO CON L’OPERA IN PROGETTO	22

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 2-1: INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLA TRATTA IN PROGETTO	8
FIGURA 2-2: STRALCIO DELLA “CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA” DELLO PAI (AUTORITÀ DEI BACINI REGIONALI, 2010). IN ROSSO È INDICATO IL TRATTO DI STUDIO.....	9
FIGURA 6-4 SCARPATA FLUVIALE INATTIVA, SCARPATA DI CIRCA 5METRI DI ALTEZZA IN PROSSIMITÀ DI CHIETI SCALO.....	11
FIGURA 2-4: DISTRIBUZIONE TEORICA DELLA GRANULOMETRIA DEI SEDIMENTI IN UNA FORMA DI DEPOSITO.....	12
FIGURA 2-5 – SCHEMA GENERALE DELLA STRUTTURA DEL METODO IDRAIM.	16
FIGURA 2-6: ESTRATTO DEGLI ANNALI IDROLOGICI PER IL BACINO DEL F. PESCARA ALLA STAZIONE DI S. TERESA.....	20

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 2.4-1: CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEI CORSI D’ACQUA IN ESAME	14
TABELLA 2.4-2 – LISTA DEGLI INDICATORI PER LA VALUTAZIONE DELL’IDM.....	18
TABELLA 2.4-3 – INDICE E CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA DEI CORSI D’ACQUA OGGETTO DI STUDIO. L’APPLICAZIONE EFFETTUATA COSTITUISCE UN PRIMO TENTATIVO DI DETERMINARE TALE INDICE E NON VUOLE SOSTITUIRE ALCUNA ALTRA APPLICAZIONE UFFICIALE SVOLTA IN REGIONE ABRUZZO DAGLI ENTI PREPOSTI.....	19
TABELLA 2.6-1: VALORI DI PORTATA MEDIA ADOTTATI	20
TABELLA 4.1-1 – VALORI DELL’INDICE LAM = LIVELLO DI ATTENZIONE PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA	23
TABELLA 4.1-2 – VALORI DELL’INDICE LAM = LIVELLO DI ATTENZIONE PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA	23
TABELLA 4.1-3: LIVELLO DI ATTENZIONE PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA PER I CORSI D’ACQUA IN ESAME	24

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 3 di 28

1. INTRODUZIONE

1.1 Obiettivi e contenuti dello Studio

La presente Relazione riferisce in merito all'analisi di geomorfologia fluviale relativa ai corsi d'acqua interessati dal Progetto Definitivo del raddoppio ferroviario della tratta Pescara Porta Nuova – Chieti, sulla linea Roma – Pescara. Lo studio geomorfologico viene condotto con l'obiettivo di valutare la tendenza evolutiva dei corsi d'acqua, in termini di possibili naturali variazioni morfologiche dell'alveo che evidenzino erosioni o deposizioni diffuse con mobilitazione dei sedimenti e conseguente possibile rischio di interrimento delle opere di attraversamento. La deposizione del materiale d'alveo, trasportato dalla corrente idrica, viene infatti presa in considerazione per il dimensionamento delle nuove opere di attraversamento, in quanto la luce libera di sottotrave può ridursi appunto a causa dell'interrimento. Tuttavia i sedimenti naturalmente deposti dalla corrente idrica possono essere rimobilizzati dalle piene, per cui l'analisi del trasporto solido fluviale ha l'obiettivo di indicare appunto la tendenza evolutiva, al fine di programmare le conseguenti attività di manutenzione, finalizzate al monitoraggio della dinamica morfologica del corso d'acqua.

1.2 Metodologia di lavoro

La metodologia da seguire per valutare la tendenza evolutiva di un corso d'acqua si può articolare, come svolto nell'ambito del presente studio, sulla combinazione di analisi quali-quantitative basate sui seguenti approcci:

- Caratterizzazione geomorfologica del bacino idrografico, con particolare attenzione ai processi legati alla dinamica fluviale, in particolare per valutare l'entità (anche qualitativamente) dell'apporto di sedimenti dai versanti e dai tratti di monte;
- Caratterizzazione del corso d'acqua di interesse, in base ai seguenti aspetti:
 - Granulometria del materiale d'alveo, con attenzione ai sedimenti movimentabili dalle piene;
 - Valutazione della portata media di riferimento per le analisi di trasporto solido;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 4 di 28

- Individuazione delle caratteristiche di dinamica morfologica, secondo le specifiche della metodologia IDRAIM elaborata da ISPRA (Rinaldi et al., 2015), descritta nel seguito al paragrafo 2.5;
- Valutazione del trasporto solido mediante disamina delle caratteristiche granulometriche che consentono di verificare le opere di attraversamento secondo il seguente schema concettuale:
 - Tendenza all'erosione ⇒ progettazione di opere di protezione dall'erosione, dimensionate con il criterio di impedire lo scalzamento;
 - Tendenza alla deposizione ⇒ progettazione dell'opera di attraversamento in modo che sia garantita l'officiosità idraulica (franco di progetto maggiore del minimo richiesto dalla Normativa);

individuazione delle azioni necessarie al mantenimento del franco idraulico di progetto (interventi di manutenzione);
- Definizione del Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata (LAm), sulla base dei risultati ottenuti tramite la metodologia IDRAIM e la valutazione della tendenza evolutiva (conclusioni riportate al paragrafo 4.1).

1.3 Normativa di riferimento

Ai fini del presente studio sono stati consultati i seguenti strumenti normativi:

- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Pescara;
- Sistema di valutazione geomorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Metodo IDRAIM (ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico

La disamina delle Norme del P.A.I., per quanto attiene agli aspetti geomorfologici, è riportata nella Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica IA6F03D69RGGE0001001A.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 5 di 28

Piano di gestione dei sedimenti

Allo stato attuale la Regione Abruzzo non si è dotata, in attuazione alla Direttiva per la gestione dei sedimenti, approvata nell'aprile 2006, di un Piano generale di gestione dei sedimenti per i corsi d'acqua regionali.

Sistema di valutazione geomorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Metodo IDRAIM (ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)

Il sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua, denominato IDRAIM, è stato realizzato con l'obiettivo di sviluppare una metodologia complessiva di analisi e di supporto alla gestione dei processi geomorfologici nei corsi d'acqua, tenendo conto in maniera integrata di obiettivi di qualità e di sicurezza, ai sensi della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive o WFD) e della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE (Floods Directive o FD). Il metodo sviluppato intende costituire una procedura sistematica e strutturata su come affrontare i vari aspetti geomorfologici, a integrazione di altre componenti (quali, ad es., gli aspetti idraulici ed ecologici), per poter giungere a fornire il supporto scientifico e conoscitivo per una gestione integrata dei corsi d'acqua.

Seppure costruito su basi scientifiche solide, è da tener presente che si tratta di una metodologia applicativa, tale da poter essere utilizzabile da parte degli enti responsabili dell'implementazione delle Direttive e dei piani di gestione e della gestione dei corsi d'acqua.

Uno degli obiettivi di tale metodologia è la definizione dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM) e dell'Indice di Dinamica Morfologica (IDM) il quali rappresentano uno strumento per valutare lo scostamento rispetto a condizioni indisturbate del corso d'acqua che rappresentano le condizioni di riferimento. Nella definizione delle condizioni di riferimento si tiene conto della traiettoria di evoluzione del corso d'acqua, dei requisiti richiesti dalla WFD e del contesto specifico dei corsi d'acqua italiani, i quali sono stati interessati da fattori antropici per un lungo periodo di tempo. In accordo con la WFD, lo stato di riferimento deve corrispondere a condizioni "indisturbate", caratterizzate da assenza o impatti antropici molto limitati. Conseguentemente, le condizioni di riferimento sono definite in maniera tale da misurare lo scostamento rispetto a condizioni geomorfologiche indisturbate o solo lievemente disturbate.

Le condizioni di riferimento per un dato tratto sono definite considerando tre componenti, vale a dire:

- funzionalità geomorfologica (forme e processi del corso d’acqua);
- artificialità;
- variazioni morfologiche (instabilità).

Riguardo la prima componente, le condizioni di riferimento sono date dalla forma e dai processi che sono attesi per la tipologia morfologica esaminata. Per l’artificialità, la condizione di riferimento è data da assenza o presenza molto ridotta di interventi antropici (regolazione delle portate liquide e solide, strutture idrauliche e attività di gestione). Se esistono elementi antropici, essi dovrebbero produrre effetti trascurabili sulla morfologia dell’alveo e sui processi. Riguardo alla terza componente, un alveo deve essere stabile o in “equilibrio dinamico”, vale a dire che non si sono verificate importanti variazioni morfologiche dovute a fattori antropici nel corso del “recente” passato (ovvero negli ultimi 100 anni circa).

Riassumendo, le condizioni di riferimento consistono in un tratto di corso d’acqua in equilibrio dinamico, dove il fiume svolge quei processi geomorfologici che sono attesi per una specifica tipologia, e dove l’artificialità è assente o non altera significativamente la dinamica del corso d’acqua a scala di bacino e di tratto.

Nell’ambito del presente studio, è stata applicata, in modo semplificato e in via preliminare, la metodologia per la determinazione dell’IDM (Indice di Dinamica Morfologica).

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 7 di 28

1.4 Documentazione di riferimento

La documentazione di riferimento è la seguente:

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	IA6F03D69RGGE0001001A
Carta geologica con elementi di geomorfologia	IA6F03D69G5ID0002001A
Carta di sintesi dello studio geomorfologico	IA6F03D09G5ID0002001A

2. CARATTERISTICHE DELL'AREA DI STUDIO

2.1 Inquadramento territoriale dell'intervento

L'area di studio si colloca a ridosso della costa adriatica e, più precisamente, nell'estremo settore nord-orientale della Regione Abruzzo; essa è posta in corrispondenza di una porzione della linea ferroviaria Roma-Pescara che si estende per una lunghezza di circa 3 km, in direzione all'incirca NE-SW, e ricade totalmente nel comune di Chieti.

Dal punto di vista cartografico, il tratto in esame ricade nel foglio 1:50.000 IGM "361" e nella tavoletta topografica della Regione Abruzzo in scala 1:25.000 361 Ovest.

La seguente Figura 2-1 mostra l'inquadramento territoriale su foto aerea.

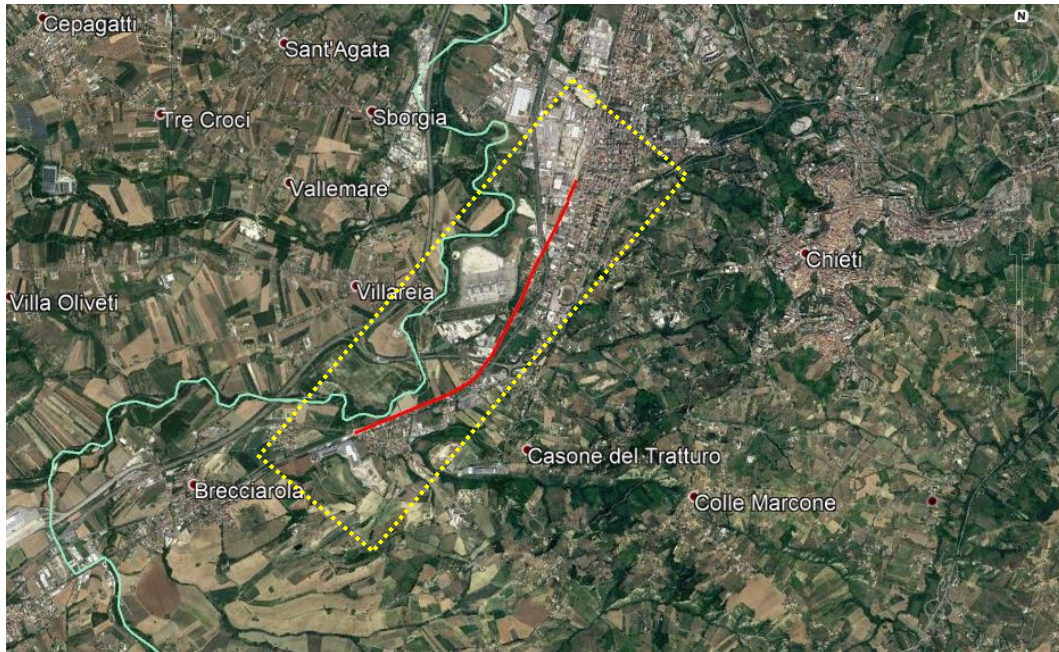


Figura 2-1: Inquadramento territoriale della tratta in progetto

2.2 Aree a pericolosità geomorfologica

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Pescara, in particolare la "Carta della pericolosità da frana", mostra che le aree interessate dal tracciato di progetto non presentano criticità geologiche, maggiormente diffuse nelle adiacenti aree collinari. La seguente Figura 2-2 riporta uno stralcio delle aree a pericolosità da frana.

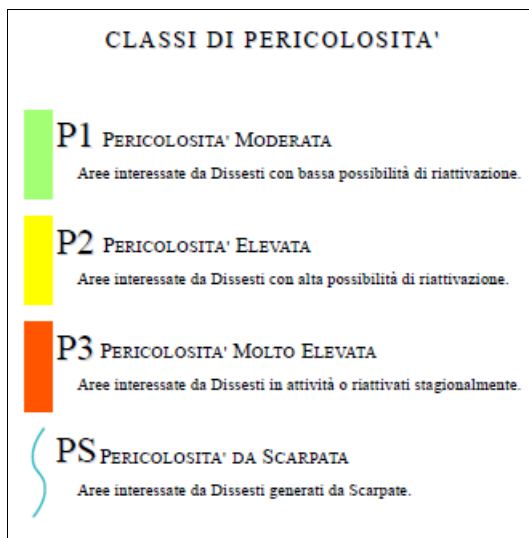
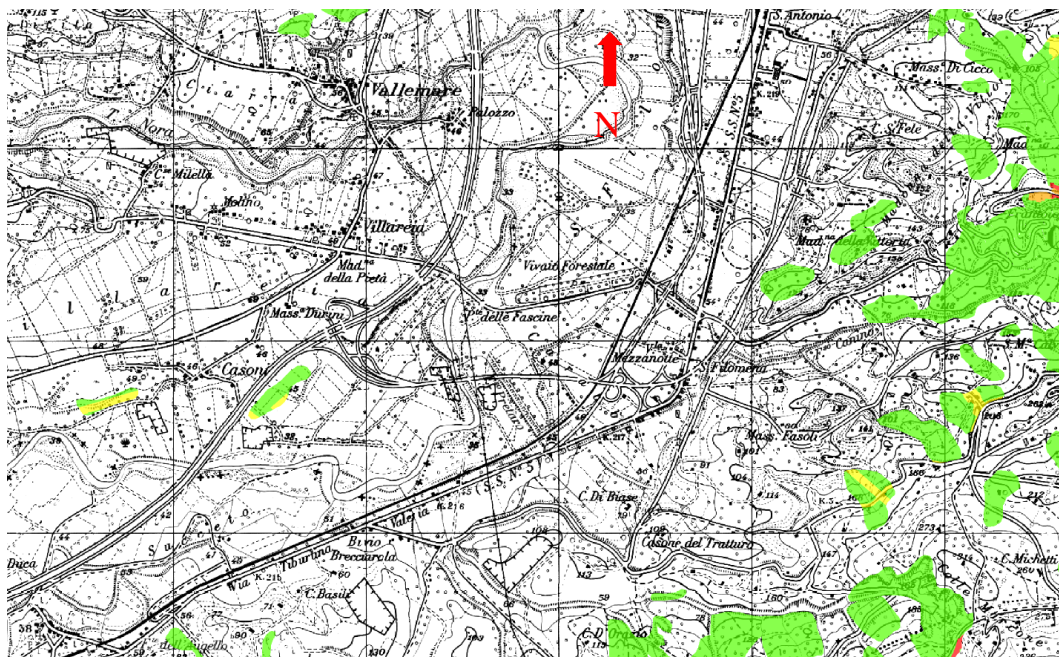


Figura 2-2: Stralcio della "Carta della pericolosità da frana" dello PAI (Autorità dei Bacini Regionali, 2010)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6F	03 D 09	RG	ID0002 001	A	10 di 28

2.3 Caratteristiche ambientali e paesistiche della Regione fluviale

Per quel che riguarda gli aspetti ambientali e paesistici, essi non sono rilevanti ai fini del presente studio. Si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale per la valutazione di tali aspetti.

2.4 Assetto geomorfologico dei corsi d'acqua

2.4.1 Assetto dei bacini

L'assetto geomorfologico dei bacini dei corsi d'acqua interferiti dalla linea ferroviaria in progetto è desunto dalla caratterizzazione geomorfologica effettuata per il progetto in esame, riportata nell'elaborato IA6F03D69RGGE0001001A, di cui di seguito si riportano gli estratti significativi per lo scopo del presente documento.

La dinamica e l'evoluzione geomorfologica del basso corso del Fiume Pescara sono il risultato di una complessa interazione di numerosi fattori, come clima, contesto tettonico e attività antropica. In particolare, l'evoluzione olocenica dei sistemi fluviali ha risentito direttamente dei cambiamenti climatici che si sono succeduti a partire dall'ultima glaciazione, oltre che dalla presenza dell'uomo (Parlagreco et alii, 2011, Miccadei et alii, 2011a, 2011b; Urbano et alii, 2017).

L'evoluzione morfologica del territorio ed i principali elementi geomorfologici rilevati, pertanto, sono connessi principalmente ai meccanismi di erosione ed accumulo operati dalle acque superficiali e continentali. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale e gravitativa, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista dovuti all'azione congiunta di più fattori morfogenetici (Miccadei et alii, 2011a, 2011b; Piacentini et alii, 2016, 2017; Sciarra et alii, 2017; Sciarra, 2016).

Le maggiori forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono all'area di studio una morfologia blandamente ondulata e piuttosto regolare. Tali depositi presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e tessiturali, dovute fondamentalmente all'elevata variabilità spazio-temporale dei processi di accumulo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6F	03 D 09	RG	ID0002 001	A	11 di 28

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e lungo gli alvei di quelli secondari, si rinvengono vistose scarpate fluviali e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre i corsi d'acqua più importanti sono caratterizzati da zone di erosione laterale e settori di prevalente deposizione. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono inoltre presenti in corrispondenza dei margini delle incisioni fluviali più estese, in particolare nei settori di affioramento di antichi terrazzi alluvionali (Figura 2-3).

Infine, in corrispondenza dei rilievi collinari e dei settori terrazzati, sono presenti chiari fenomeni erosivi connessi col deflusso non regimato delle acque correnti superficiali, come solchi di erosione concentrata e vallecole a fondo concavo. I primi sono particolarmente diffusi nelle aree di affioramento di termini litologici sciolti o poco consistenti, mentre i secondi sono più frequenti nelle aree di affioramento di termini arenacei e conglomeratici. Tali elementi portano, in genere, all'accumulo di frequenti depositi eluvio-colluviali alla base delle principali scarpate morfologiche e delle aree impluviali più estese, che localmente possono superare i 3 m di spessore.



Figura 2-3 Scarpata fluviale inattiva, scarpata di circa 5metri di altezza in prossimità di Chieti Scalo.

2.4.2 Assetto dei versanti e propensione al dissesto

L'analisi dell'assetto geomorfologico del bacino del F. Pescara mostra che i fenomeni geomorfologici presenti sui versanti dei bacini delle incisioni affluenti al Pescara, non alimentano il trasporto solido dei corsi d'acqua.

2.4.3 Metodologia per l'individuazione dei punti di prelievo del materiale d'alveo

L'individuazione del punto di prelievo del materiale d'alveo rappresenta un'attività di fondamentale importanza per la caratterizzazione dei fenomeni di geomorfologia fluviale che si intende studiare, in

quanto la granulometria dei sedimenti presenti nell'alveo e sulle sponde può essere talmente varia e articolata da dover richiedere, per una rappresentazione completa, più punti di prelievo lungo una stessa sezione. Ovviamente le caratteristiche granulometriche cambiano anche lungo lo sviluppo longitudinale del corso d'acqua, per cui devono opportunamente essere scelte le sezioni di indagine, al fine di rappresentare la variabilità longitudinale del materiale d'alveo, che è la caratteristica maggiormente rappresentativa dei fenomeni che si vogliono studiare in questa sede e che viene anche preliminarmente verificata durante i sopralluoghi tecnici propedeutici all'individuazione dei punti di prelievo. La seguente figura rappresenta la distribuzione teorica della granulometria dei sedimenti in una forma di deposito (barra longitudinale).

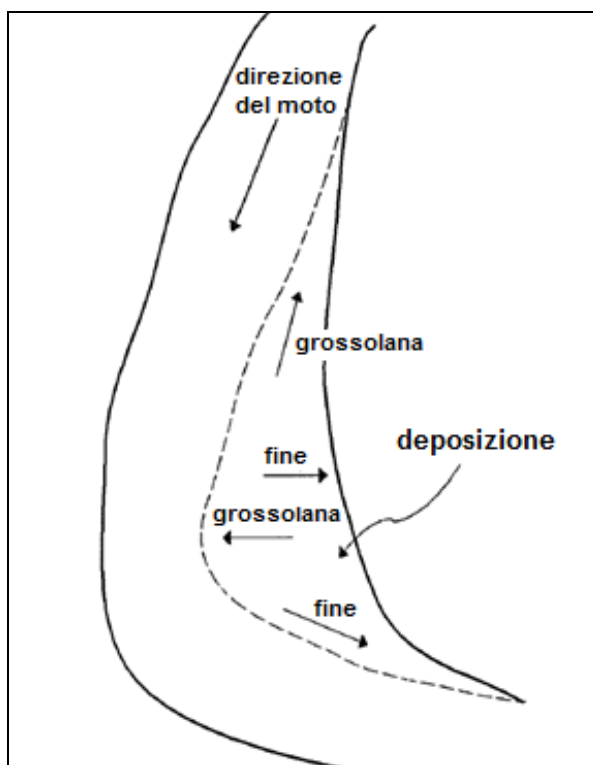


Figura 2-4: distribuzione teorica della granulometria dei sedimenti in una forma di deposito

I fenomeni di trasporto solido presi in considerazione vengono indagati, tra l'altro, con una schematizzazione di calcolo idraulico, descritta nel successivo paragrafo **Errore. L'origine riferimento**

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 13 di 28

non è stata trovata., nella quale le sezioni vengono considerate omogenee dal punto di vista granulometrico (nessuna variabilità trasversale della granulometria), di conseguenza, poiché il campione di materiale d'alveo deve essere rappresentativo di ciò che può essere movimentato anche dalle basse portate, si possono individuare le seguenti condizioni per la scelta del punto di prelievo.

- Esame visivo della sezione:
 - Sedimenti depositi a valle di ostacoli naturali in alveo (es.: grandi massi o vegetazione, oppure strutture)
 - Deposito rappresentativo della variabilità trasversale della sezione
 - Deposito rappresentativo di ciò che si può movimentare con le piene ordinarie
 - Punto prossimo all'alveo bagnato, ma situato all'asciutto
- Modalità di prelievo:
 - Traguardare il punto con un oggetto riconoscibile (es. picchetto bianco/rosso o simile)
 - Ripresa fotografica del punto di prelievo:
 - Foto dall'alto
 - Foto del transetto
 - Foto del punto guardando verso valle
 - Scartare eventuali ciottoli di dimensioni maggiori di 10 cm
 - Foto dall'alto
 - Prelevare con pala a mano almeno 2Kg di materiale da collocare in sacchetto da campionamento
 - Classificare il campione in base al codice dell'individuazione del transetto

2.4.4 Caratteristiche granulometriche dei corsi d'acqua minori

I campioni prelevati secondo la metodologia descritta nel precedente paragrafo 2.4.3 sono stati analizzati in laboratorio per la determinazione delle curve granulometriche, sintetizzate nella seguente Tabella 2.4-1, in cui è riportato il diametro caratteristico D_{50} e le percentuali granulometriche delle varie

classi. I corsi d’acqua indagati sono prevalentemente caratterizzati da materiale appartenente alla classe granulometrica dei limi argillosi. Questa caratteristica consente di svolgere una disamina preliminare della possibile tendenza evolutiva del fondo alveo, soprattutto nei riguardi dei fenomeni di interrimento. Infatti, con un’alta percentuale di componente limo-argillosa, è lecito attendersi una tendenza alla deposizione. Inoltre, i sedimenti fini, una volta depositati, possono anche subire fenomeni di cementazione, peraltro non rappresentabili mediante le analisi di trasporto solido a fondo mobile. Di conseguenza, per quei corsi d’acqua per i quali la composizione granulometrica limo-argillosa è importante (>50%), non si ritiene significativo condurre simulazioni di calcolo idraulico a fondo mobile e si adotta il criterio di attribuire a priori un livello di attenzione per interventi di manutenzione programmata (LAm) di tipo “alto”, come meglio definito nel successivo capitolo 4.

Tabella 2.4-1: Caratteristiche granulometriche dei corsi d’acqua in esame

Codice bacino	Codice punto di prelievo	D ₅₀ (mm)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	L+A %	Argilla %
B47	PR04	0,015	6,89	23,15	34,62	69,96	35,34
	PR19	0,015	10,7	23,47	32,65	65,83	33,18
B46	PR20	0,006	4,97	8,97	40,57	86,07	45,5
	PR21	0,012	1,73	13,57	56,75	84,7	27,95

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 15 di 28

2.4.5 *Indice di Dinamica Morfologica (IDM)*

2.4.5.1 Metodo IDRAIM

Il “Sistema di valutazione **idromorfologica**, **analisi** e **monitoraggio** dei corsi d’acqua”, denominato IDRAIM, costituisce un quadro metodologico complessivo di analisi, valutazione post-monitoraggio e di definizione delle misure di mitigazione degli impatti ai fini della pianificazione integrata prevista dalle Direttive 2000/60/CE (Acque) e 2007/60/CE (Alluvioni).

La metodologia IDRAIM prende in considerazione i processi legati alle variazioni del fondo alveo, alla mobilità laterale, alla presenza di opere e a tutte quelle componenti che vanno a determinare la dinamica morfologica di un fiume. Tali valutazioni, opportunamente integrate con le metodologie tradizionalmente impiegate per le analisi idrauliche, forniscono un quadro completo e dettagliato degli elementi che caratterizzano un corso d’acqua. Il metodo IDRAIM tenendo conto in maniera integrata di obiettivi di qualità ambientale e di mitigazione dei rischi legati ai processi di dinamica fluviale, si pone quindi come sistema a supporto della gestione dei corsi d’acqua e dei processi geomorfologici.

La struttura complessiva del metodo IDRAIM si articola in 4 fasi che possono essere riassunte come riportato in Figura 2-5. Si sottolinea che si tratta di uno strumento metodologico flessibile a seconda delle finalità per le quali viene impiegato, in cui ogni componente può essere affrontata per livelli di approfondimento crescenti, tenendo conto degli obiettivi e delle esigenze specifiche. I metodi utilizzati per la valutazione della qualità e della **dinamica morfologica** presentano un’analogia e coerente impostazione. Essi possono essere utilizzati insieme o anche separatamente, secondo l’esigenza di analizzare entrambi gli aspetti o uno solo di essi. Infine, i due aspetti di qualità morfologica e pericolosità da dinamica morfologica sono tenuti concettualmente separati, ma una delle finalità del metodo è di fare emergere le conflittualità e individuare le possibili azioni per tenere conto dei diversi obiettivi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 16 di 28

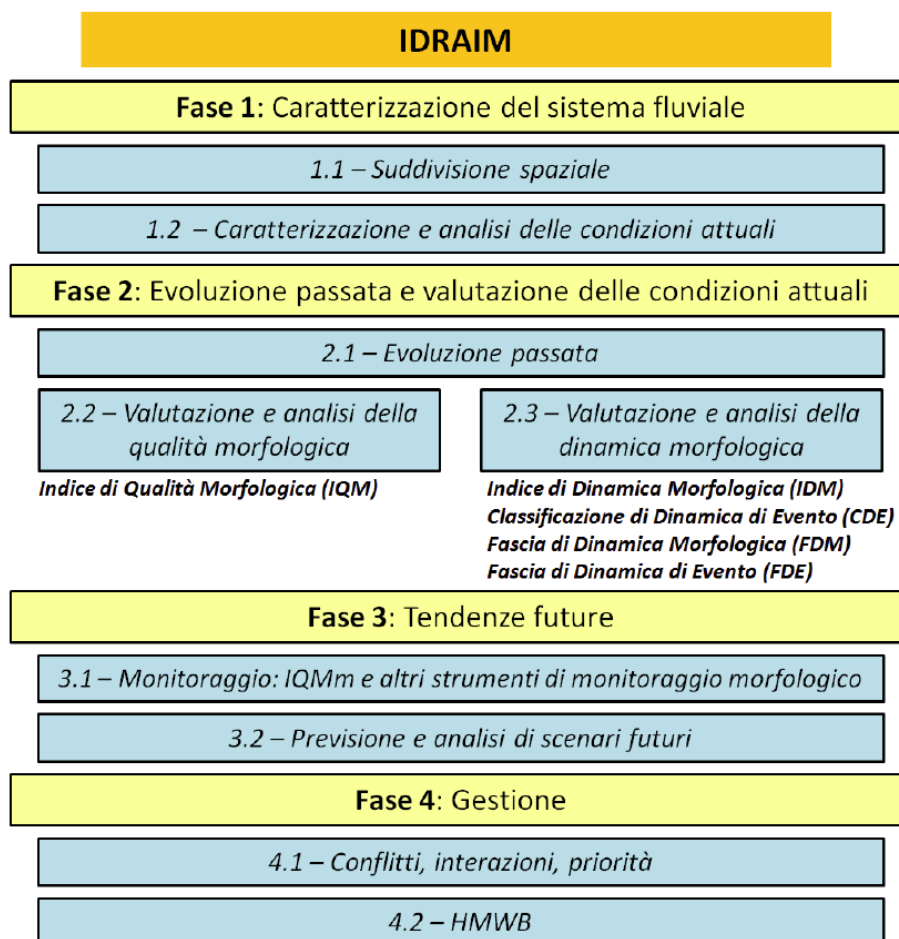


Figura 2-5 – Schema generale della struttura del metodo IDRAIM.

Nell'ambito del presente studio è stata applicata, in via preliminare, la procedura per la valutazione dell'Indice di Dinamica Morfologica (IDM) basata sulle seguenti componenti:

- 1) **Morfologia e processi:** riguarda le caratteristiche dell'alveo, del fondo, delle sponde, i processi e le tendenze attuali (localizzate e distribuite) manifestate ad una scala temporale degli ultimi 10 – 15 anni.
- 2) **Artificialità:** considera nel dettaglio le opere che maggiormente condizionano i processi di dinamica morfologica.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6F	03 D 09	RG	ID0002 001	A	17 di 28

3) Variazioni morfologiche. si basano sull'analisi delle variazioni avvenute negli ultimi decenni, le quali condizionano la propensione o meno ai vari tipi di pericolosità.

La valutazione complessiva viene effettuata attraverso l'ausilio di apposite schede di valutazione, per mezzo delle quali si effettua un'analisi attraverso l'impiego integrato di immagini telerilevate e rilevamenti sul terreno. Le schede si basano sull'utilizzo di una serie di indicatori, per ognuno dei quali sono fornite una serie di possibili risposte (in numero variabile). Gli indicatori sono basati su una o più variabili quantitative o qualitative: in genere si tratta della percentuale rispetto alla lunghezza totale del tratto lungo la quale si osservano determinate caratteristiche o processi.

Ogni componente viene valutata attraverso una serie di indicatori, che sono:

- All. [1] **Indicatori di morfologia e processi.** Essi partono da aspetti di carattere generale (tipologia d'alveo, materiale che costituisce le sponde ed il fondo); successivamente si prendono in esame i processi di arretramento delle sponde; infine si vanno ad esaminare le tendenze (alla scala degli ultimi 10 – 15 anni) di tipo distribuito della larghezza e del fondo. Alcuni indicatori di morfologia e processi includono l'esame degli elementi di artificialità, considerati ad esempio tra i tipi di materiale costituenti il fondo e le sponde.
- All. [2] **Indicatori di artificialità.** Essi prendono in esame in maniera più specifica gli elementi artificiali, analizzandoli dal punto di vista dei loro potenziali effetti sui processi (es. difese di sponda come impedimento dei processi di arretramento delle sponde). Si precisa che il metodo non prevede una valutazione puntuale sullo stato delle opere: quando esse sono presenti all'interno o nelle immediate vicinanze dell'alveo attuale, in assenza di informazioni a riguardo, esse vengono assunte come interferenti con la dinamica morfologica. Esse vengono invece escluse qualora si accerti che non esplicano più la loro funzione di protezione delle sponde o del fondo.
- All. [3] **Indicatori di variazioni morfologiche.** Le variazioni morfologiche durante gli ultimi decenni sono valutate come indicatori di instabilità, pertanto di dinamica morfologica. Tale instabilità infatti può ancora manifestarsi, con la possibilità che, durante eventi di piena di una certa intensità, possano verificarsi delle modifiche morfologiche verso precedenti configurazioni (ad es., rimodellamento di superfici abbandonate per restringimento dell'alveo). **Nel caso specifico, trattandosi di una applicazione semplificata del metodo, la valutazione degli indicatori di tale componente si è basata su quanto osservato in campo e non sulla base di una analisi storica di dettaglio.**

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 18 di 28

Ogni indicatore viene attribuito, a seconda dei suoi effetti prevalenti, ad una delle due componenti che costituiscono la dinamica morfologica: (1) dinamica verticale; (2) dinamica laterale. La dinamica verticale riguarda tutti gli aspetti connessi con la dinamica morfologica del fondo (erodibilità del fondo, processi di fondo localizzati, tendenze altimetriche, opere di rivestimento o consolidamento, ecc.). La dinamica laterale è invece relativa a tutti gli aspetti connessi con l'arretramento delle sponde e le variazioni di larghezza (erodibilità delle sponde, tendenze di larghezza, difese di sponda, ecc.).

2.4.5.2 Applicazione al caso di studio

Come riportato al paragrafo precedente, la valutazione dell'Indice di Dinamica Morfologica si basa sulla valutazione della morfologia e processi in alveo e nelle sponde, dell'artificialità e delle variazioni morfologiche; ognuna di queste componenti viene valutata attraverso indicatori riportati in Tabella 2.4-2.

Si precisa che nel caso di studio trattato in questa sede, trattandosi di una applicazione semplificata del metodo, la valutazione degli indicatori della componente "variazioni morfologiche" si è basata su quanto osservato in campo e non sulla base di una analisi storica di dettaglio.

Tabella 2.4-2 – Lista degli indicatori per la valutazione dell'IDM

SIGLA	INDICATORE
<i>Morfologia e Processi</i>	
<i>M1</i>	Tipologia d'alveo
<i>M2</i>	Erodibilità delle sponde
<i>M3</i>	Erodibilità del fondo
<i>M4</i>	Processi di arretramento delle sponde
<i>M5</i>	Tendenze di larghezza
<i>M6</i>	Tendenze altimetriche
<i>Artificialità</i>	
<i>A1</i>	Difese di sponda
<i>A2</i>	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo
<i>Variazioni morfologiche</i>	
<i>V1</i>	Variazione della configurazione morfologica
<i>V2</i>	Variazioni di larghezza
<i>V3</i>	Variazioni altimetriche

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 19 di 28

Il risultato dell'applicazione viene riportato in Tabella 2.4-3, precisando che l'applicazione effettuata costituisce un primo tentativo di determinare tale indice e non vuole sostituire alcuna altra applicazione ufficiale svolta in Regione Abruzzo dagli Enti preposti (ARPA).

Tabella 2.4-3 – Indice e Classe di Dinamica Morfologica dei corsi d'acqua oggetto di studio. L'applicazione effettuata costituisce un primo tentativo di determinare tale indice e non vuole sostituire alcuna altra applicazione ufficiale svolta in Regione Abruzzo dagli Enti preposti.

Codice Bacino	Classe di Dinamica Morfologica				
	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
B47					
B46					

2.5 Apporto di sedimenti al tratto di studio

2.5.1 Considerazioni generali

Sulla base delle analisi condotte ed illustrate nei paragrafi precedenti è possibile correlare, seppur in maniera qualitativa, le dinamiche di versante e del corso d'acqua (IDM semplificato) con le litologie presenti nel bacino, al fine di valutare la dinamica di trasporto solido dei corsi d'acqua oggetto di studio, come meglio descritto nel seguito al capitolo 3. Gli affluenti del Fiume Pescara sono caratterizzati da una dinamica morfologica bassa e media, dovuta alla presenza di sponde e fondo non erodibili per buona parte dei tratti in esame. I bacini sono caratterizzati dalla presenza di modesti fenomeni geomorfologici, la cui natura non contribuisce all'apporto di materiale solido in alveo.

2.6 Andamento delle portate liquide (di medio periodo)

La valutazione del trasporto solido di un corso d'acqua richiede particolare attenzione anche nella scelta dei valori di portata liquida da studiare, ai quali associare la corrispondente portata solida. Durante gli eventi di piena vi è sempre una fase di formazione dell'idrogramma in cui la portata cresce abbastanza rapidamente fino al valore al colmo, tuttavia nei modelli a fondo mobile bisogna considerare che vi sarà trasporto di sedimenti già dall'inizio della fase di crescita dell'idrogramma, con conseguente riassortimento della granulometria rispetto alle condizioni in cui i campioni sono stati prelevati

(generalmente durante i periodi di magra, come indicato nel precedente paragrafo 2.4.3). Risulta quindi più opportuno, prima di simulare il trasporto solido al passaggio di un'onda di piena, studiare il comportamento del fiume per le basse portate. Allo scopo sono stati consultati gli Annali idrologici, da cui è stata ricavata la portata media mensile rapportata all'area del bacino. Dai dati riportati nella seguente Figura 2-6, si è ricavato il valore massimo della portata media mensile per unità di area del bacino sotteso, nel periodo di funzionamento della stazione idrometrica, riscalandone opportunamente il valore sull'area del bacino dei corsi d'acqua oggetto di studio con una durata costante pari a 24 ore, valida quest'ultima solamente ai fini delle simulazioni a fondo mobile più avanti descritte. La seguente Tabella 2.6-1 riporta i valori adottati.

VII. – PESCARA a S.TERESA (Mr)

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE Bacino di dominio 3125 Km² (parte permeabile 58%), altitudine max 2795 m s.l.m., media 940 m s.l.m., zero idrometrico 4 512 (1) m s.l.m., distanza dalla foce 9 Km circa, inizio osservazioni luglio 1921, inizio misure luglio 1921, altezza idrometrica max 5 52 (1)(2) m (10 04 1992), minima -2 10 (1)(2) m (25 08 1974), portata max 1092 67(2) mc/sec (10 04 1992), minima 18 40 (2) mc/sec (14 08 1951)

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 1992													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q max (mc/s)	594 08	42 55	40 14	63 99	594 08	71 53	33 85	33 15	28 80	32 45	36 37	48 55	64 75
Q media (mc/s)	40 14	38 64	37 61	40 11	101 24	42 02	31 15	28 50	26 84	29 33	33 37	34 45	39 41
Q minima (mc/s)	25 36	36 90	36 00	35 70	45 41	34 55	29 13	25 90	25 36	27 93	31 77	32 45	32 45
Q media (l/s kmq)	12 84	12 36	12 03	12 83	32 40	13 45	9 97	9 12	8 59	9 39	10 68	11 02	12 61
Deflusso (mm)	406 18	33 12	30 15	34 38	83 97	36 01	25 84	24 43	23 01	24 33	28 60	28 57	33 77
Afflusso met (mm)	799 90	27 10	10 90	72 40	192 40	50 00	68 30	31 70	12 90	31 70	124 70	65 30	112 50
Coeffic di deflusso	0 51	1 22	2 77	0 47	0 44	0 72	0 38	0 77	1 78	0 77	0 23	0 44	0 30
ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1922-30, 1936-42, 1945-61, 1965-76 e 1986-91													
Q max (mc/s)	384 00	339 00	265 00	222 00	384 00	164 00	374 00	115 00	77 70	172 00	259 00	288 00	232 00
Q media (mc/s)	51 65	60 24	62 33	63 16	61 08	52 53	44 05	38 19	37 07	41 58	46 64	54 00	59 47
Q minima (mc/s)	18 40	33 90	32 88	30 92	28 49	28 10	26 81	19 90	18 40	20 40	22 70	25 40	28 90
Q media (l/s kmq)	16 52	19 27	19 90	20 18	19 55	16 80	14 06	12 21	11 89	13 33	14 90	17 25	19 01
Deflusso (mm)	521 31	51 64	48 66	54 10	50 63	45 05	36 57	32 68	31 76	34 51	39 98	44 74	50 99
Afflusso met (mm)	886 44	78 78	75 27	71 29	78 45	70 85	57 11	36 12	37 37	71 80	86 09	113 45	109 87
Coeffic di deflusso	0 59	0 81	0 67	0 77	0 66	0 64	0 68	1 05	0 90	0 50	0 47	0 40	0 49

Figura 2-6: estratto degli Annali idrologici per il Bacino del F. Pescara alla stazione di S. Teresa

Tabella 2.6-1: Valori di portata media adottati

ID Bacino	Area del bacino (km ²)	Portata media mensile (m ³ /s)
B47	1,040	0,034
B46	1,900	0,062

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6F	03 D 09	RG	ID0002 001	A	21 di 28

3. VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO

3.1 Modalità evolutive dell'alveo

3.1.1 *Tendenza all'erosione e alla deposizione*

Le modalità evolutive dell'alveo dei corsi d'acqua oggetto di studio, per il tratto in esame in questa sede, vengono sinteticamente valutate in base alla possibile tendenza all'erosione o alla deposizione, stimata a sua volta secondo le considerazioni già svolte per la caratterizzazione granulometrica riportate nel paragrafo 2.4.4 e di seguito richiamate.

I corsi d'acqua indagati sono prevalentemente caratterizzati da materiale appartenente alla classe granulometrica dei limi argillosi. Con un'alta percentuale di componente limo-argillosa, è lecito attendersi una tendenza alla deposizione. Inoltre, i sedimenti fini, una volta depositati, possono anche subire fenomeni di cementazione, di conseguenza, poiché per i casi in esame la composizione granulometrica limo-argillosa è importante (>50%), si adotta il criterio di attribuire a priori un livello di attenzione per interventi di manutenzione programmata (LAm) di tipo "alto", come meglio definito nel successivo capitolo 4.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6F	03 D 09	RG	ID0002 001	A	22 di 28

4. CONCLUSIONI

4.1 Analisi del rapporto con l'opera in progetto

La valutazione della tendenza all'erosione o alla deposizione, oppure la condizione di stabilità dell'alveo, consente di analizzare il rapporto delle opere di attraversamento in progetto con le dinamiche fluviali studiate in questa sede.

Le simulazioni di calcolo idraulico a fondo mobile hanno consentito di simulare anche gli interventi di sistemazione idraulica connessi alle opere in progetto, rendendo possibile il confronto con la condizione ante operam, fornendo di conseguenza un'utilissima indicazione per verificare che le modalità evolutive dei corsi d'acqua di interesse non interferiscano con la sicurezza dell'opera e, al contempo, che gli interventi in progetto non alterino significativamente tali modalità, in modo da non causare al territorio problemi connessi con le dinamiche morfologiche.

L'insieme delle valutazioni effettuate sulla dinamica morfologica dei corsi d'acqua (IDM) e sul trasporto solido hanno quindi avuto come obiettivo principale quello di fornire una prima indicazione sul livello di attenzione che si dovrebbe applicare ai fini della manutenzione delle opere di attraversamento in progetto.

Incrociando i dati relativi all'Indice di Dinamica Morfologica con i risultati sulla tendenza evolutiva del corso d'acqua, è possibile definire **un probabile Livello di Attenzione per manutenzione programmata (LAm)**, così come riportato in Tabella 4.1-1.

Ad ogni valore di *LAm* è possibile associare una indicazione di "frequenza suggerita" per ispezioni manutentive (Tabella 4.1-2), finalizzate a:

- verifica del mantenimento della luce libera di progetto
- contestuale esame del bilancio di sedimenti, con gestione da concordare con gli Enti preposti (Regione, ARPA, Provincia, Comune e Genio Civile).

La frequenza suggerita per le ispezioni manutentive è basata sulla stagionalità delle portate simulate e sulla periodicità del ciclo idrologico da cui sono stati ricavati i valori medi mensili.

La sintesi di queste valutazioni è riportata negli elaborati che costituiscono la "Carta di sintesi dello studio geomorfologico" del presente progetto.

Tabella 4.1-1 – Valori dell'indice LAm = Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata

IDM	Tendenza evolutiva		
	<i>stabilità</i>	<i>erosione</i>	<i>deposizione</i>
<i>bassa</i>	LAm basso	LAm basso	LAm medio
<i>media</i>	LAm basso	LAm medio	LAm alto
<i>alta</i>	LAm medio	LAm alto	LAm alto

Tabella 4.1-2 – Valori dell'indice LAm = Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata

	<i>frequenza suggerita per le ispezioni manutentive</i>
LAm basso	ogni 2-3 anni
LAm medio	ogni 1,5-2 anni
LAm alto	ogni 6-9 mesi

Tabella 4.1-3: Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata per i corsi d'acqua in esame

Codice bacino / WBS	Portata media mensile (m ³ /s)	Apporto di sedimenti	Tendenza evolutiva	Indice di Dinamica Morfologica IDM	Livello di attenzione per manutenzione LAm
B47 / IN34	0,034	---	deposizione	bassa	alto ***
B46 / IN35	0,062	---	deposizione	bassa	alto ***

***Livello di attenzione per manutenzione stimato in base solo alla caratterizzazione granulometrica, laddove essa mostra un'alta percentuale di componente limo-argillosa, per cui, come discusso nel paragrafo 2.4.4, è lecito attendersi una tendenza alla deposizione e che i sedimenti depositi possano subire fenomeni di cementazione, peraltro non rappresentabili mediante le analisi di trasporto solido condotte in questa sede.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA IA6F	LOTTO 03 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 25 di 28

5. Riferimenti bibliografici

Armanini A. – *Sistemazione dei bacini idrografici*, Università degli Studi di Trento

Armanini A. – *Principi di Idraulica fluviale*, ed. BIOS

Branca S., Coltelli M., Gropelli G. & Pasquarè G. (2009) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 625 Acireale*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Bull W.B. (1964a). *Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California*. United States Geological Professional Paper 352E, 128.

Castiglioni G. B. – *Geomorfologia*, ed. UTET

Catalano S., De Guidi G. (2003) – *Late Quaternary uplift of northeastern Sicily: relation with the active normal faulting deformation*. Journal of Geodynamics, **36**, 445-467.

Ceriani, M., Crosta, G., Frattini, P., & Quattrini, S. (2000). *Evaluation of hydrogeological hazard on alluvial fans*. In International Symposium INTERPRAEVENT 2000, pp.213-225.

De Scally F.A. & Owens I.F. (2004). *Morphometric controls and Geomorphic responses on fans in the Southern Alps, New Zealand*. Earth Surface Processes and Landforms, **29**, 311– 322.

Drew F. (1873). *Alluvial and lacustrine deposits and glacial records of the Upper Indus Basin*: Geologica Society of London Quarterly Journal, **29**, 441-471.

Garde R. J. – Ranga Raju K. G. – *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems*, ed. WILEY EASTERN LTD

Graf W. H. – *Fluvial Hydraulics* – LRH Lausanne

Graf W. H. – *Hydraulics of Sediment Transport*, ed. MCGRAW-HILL

Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M., Reichenbach P. (1999). *Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy*. Geomorphology **31**, 181-216.

Harvey AM. (1997). *The role of alluvial fans in arid zone fluvial-systems*. In: Thomas D.S.G. (ed), *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Drylands*. Wiley & Sons: Chichester, 231–259.

HEC– *River Hydraulics*, USACE

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA CHIETI – INTERPORTO D'ABRUZZO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA6F	03 D 09	RG	ID0002 001	A	26 di 28

HEC – *Sediment Transport Mechanics*, USACE

Hooke R. LeB. (1968). *Steady-state relationships of arid-region alluvial fans in closed basins*. American Journal of Science, **266**, 609-629.

Marchi L., Pasuto A., Tecca P.R. (1993). *Flow processes on alluvial fans in the Eastern Italian Alps*. Z. Geomorph. **4**, 447-458.

Marchi L. & Tecca P.R. (1996). *Magnitudo delle colate detritiche nelle Alpi Orientali italiane*. GEAM, **33** (2-3), p. 79-86.

Melton M.A.(1965). *The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona*. *Journal of Geology*, **73**, 1-38.

Ricci Lucchi F. – *Sedimentologia*, ed. CLUEB

Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussettini M. (2016): IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – ISPRA – Manuali e Linee Guida 131/2016. Roma

Marchi E. – Rubatta A. – *Meccanica dei fluidi*, ed. UTET

Moisello U. – *Idrologia tecnica*, ed. LA GOLIARDICA PAVESE

Varnes D.J. (1978) – *Slope movement types and processes*. Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington.