

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA  
S.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO  
D'ABRUZZO \_ (LOTTO 1)

RELAZIONE IDRAULICA  
MODELLO BIDIMENSIONALE DEL FIUME PESCARA

SCALA:

-

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

IA96 00 R 09 RI ID0002 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	C. Cesali	Agosto 2021	F. Cabas	Agosto 2021	T. Paoletti	Agosto 2021	Vittozzi
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RICHIESTE RFI	C. Cesali	Novembre 2021	F. Cabas	Novembre 2021	T. Paoletti	Novembre 2021	Novembre 2021

ITALFERR S.p.A.  
S.O. Opere Civili e Gestione delle varianti  
Dott. Ing. Angelo Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° A20783

## INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVO DELLO STUDIO .....	6
2.1	PERICOLOSITÀ IDRAULICA NELL’AREA DI STUDIO.....	6
2.2	OBIETTIVI DELLO STUDIO IDRAULICO.....	10
3	DATI DI BASE .....	13
3.1	RILIEVI TOPOGRAFICI E OPERE ESISTENTI .....	13
4	IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO NUMERICO.....	13
4.1	MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE .....	13
	4.2.1 Geometria del modello .....	15
	4.2.2 Scabrezze .....	18
	4.2.3 Condizioni al contorno .....	18
	4.2.4 Scenari simulati .....	20
5	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE .....	21
5.1	SCENARIO ANTE OPERAM E CONFRONTO CON IL PGRA .....	21
6	ANALISI MULTITEMPORALE DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL FIUME PESCARA .....	27
7	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	33
8	BIBLIOGRAFIA.....	33

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D’ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento geografico della zona in esame con evidenziata la linea ferroviaria in affiancamento al F. Pescara.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 – Aree di pericolosità idraulica (da P.G.R.A.A.C., 2019) nell’area di intervento (in quel di Manoppello). 8</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3 – Aree di pericolosità idraulica (da P.G.R.A.A.C., 2019) nell’area di intervento (Interporto d’Abruzzo)...9</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4 – Estensione del tratto di studio del Fiume Pescara nel modello numerico 2D. ....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5 – Estratto della mesh di calcolo con sovrapposizione del DTM: particolare dell’infittimento. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6 – Modello numerico 2D: implementazione delle opere di attraversamento in InfoWorks ICM. ....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7 – Idrogrammi di piena del F. Pescara, alla sezione di interesse (alla foce), per diversi tempi di ritorno. 19</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8 – Corsi d’acqua minori, bacini 46 e 47: idrogrammi di piena di progetto. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9 – Modello idraulico 2D: aree di esondazione (Tr 200 anni) del F. Pescara e dei due corsi d’acqua minori considerati; confronto con le aree di pericolosità idraulica P2 del PGRA. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 10 – Modello numerico 2D: aree di esondazione Tr 200 anni del Fiume Pescara e dei due corsi d’acqua minori considerati, scenario ante operam, con sovrapposizione della planimetria “vestita” di progetto, Tav. 1 di 3. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11 – Modello numerico 2D: aree di esondazione Tr 200 anni del Fiume Pescara e dei due corsi d’acqua minori considerati, scenario ante operam, con sovrapposizione della planimetria “vestita” di progetto, Tav. 2 di 3. ....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12 – Modello numerico 2D: aree di esondazione Tr 200 anni del Fiume Pescara e dei due corsi d’acqua minori considerati, scenario ante operam, con sovrapposizione della planimetria “vestita” di progetto, Tav. 3 di 3. ....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 13 – Foto aerea 1954, in tratteggio rosso la linea ferroviaria storica/esistente oggetto di intervento di raddoppio. ....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 14 – Stralcio di foto aerea 1954 (stralcio foto aerea 2707), della foto si osserva il Fiume Pescara con un ampio alveo di tipo intrecciato (braided) a barre mobili ben sviluppate (i limiti sono riportati in blu). In rosso, la linea ferroviaria.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15 – Stralci del Volo IGM 76 (in alto) e AIMA 1997 (in basso): nello stralcio di foto aerea si osserva un alveo con andamento sinuoso e ampiezza decisamente più limitata (alcune decine di metri al massimo) e soprattutto con scarso trasporto di sedimenti ghiaiosi. ....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16 – Stralcio Ortofoto 2007.....</i>	<i>31</i>

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1. Classi di pericolosità idraulica adottate nel P.G.R.A. – Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (2019).</i> .....	8
<i>Tabella 2. Livelli idrici (Tr200) del Fiume Pescara alla confluenza dei corsi d'acqua minori oggetto di studio.</i> ....	26
<i>Tabella 3. Sintesi delle foto aeree e delle ortofoto utilizzate per l'analisi multitemporale.</i> .....	27

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D’ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 5 di 33

## 1 PREMESSA

La presente relazione idraulica è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica “*Velocizzazione della linea Roma – Pescara, Raddoppio Ferroviario della tratta Manoppello – Interporto d’Abruzzo – Lotto 1*”.

Sulla scorta delle analisi eseguite nell’ambito dello studio idrologico annesso (rif. IA9600R09RIID0001001B), nel presente documento vengono illustrate le simulazioni numeriche (idrauliche) condotte secondo un modello bidimensionale, 2D (in regime di moto vario), finalizzate alla verifica del comportamento idrodinamico del Fiume Aterno-Pescara, soprattutto nel tratto di maggiore vicinanza alla linea ferroviaria in progetto (e alle relative opere accessorie), con riferimento alle portate al colmo di piena di progetto (tempo di ritorno di 200 anni) e alle aree di pericolosità idraulica riportate nel *PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI – P.S.D.A. –* redatto dall’Autorità dei Bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro, approvato con delibera n.6 del 31/07/2007 del Comitato Istituzionale (e s.m.i.), nonché nel *PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI* (di recente emanazione) dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale - P.G.R.A.A.C. (II ciclo di pianificazione, agg. dicembre 2019, Approvazione definitiva prevista per il 2021).

Lo studio idraulico sviluppato, oltre alla verifica e conferma di quanto riportato nelle mappe di pericolosità idraulica di riferimento, ha lo scopo di determinare e fornire i livelli idrici in corrispondenza della confluenza dei corsi d’acqua minori (suoi affluenti in destra idraulica), attraversati dalla linea ferroviaria in progetto (Fosso Taverna – IN01, Fosso Calabrese – IN02, Fosso – IN03, Fosso S. Maria d’Arabona – IN04), da adottare come condizione al contorno di valle nei rispettivi modelli numerici di simulazione implementati.

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE E OBIETTIVO DELLO STUDIO

### 2.1 Pericolosità idraulica nell’area di studio

Il tracciato di progetto della tratta ferroviaria *Manoppello – Interporto d’Abruzzo* (Lotto 1) si sviluppa parallelamente (all’inizio dell’intervento in stretto affiancamento) al Fiume Pescara ed interferisce con una serie di corsi d’acqua minori, affluenti in destra idraulica del Fiume Pescara stesso.

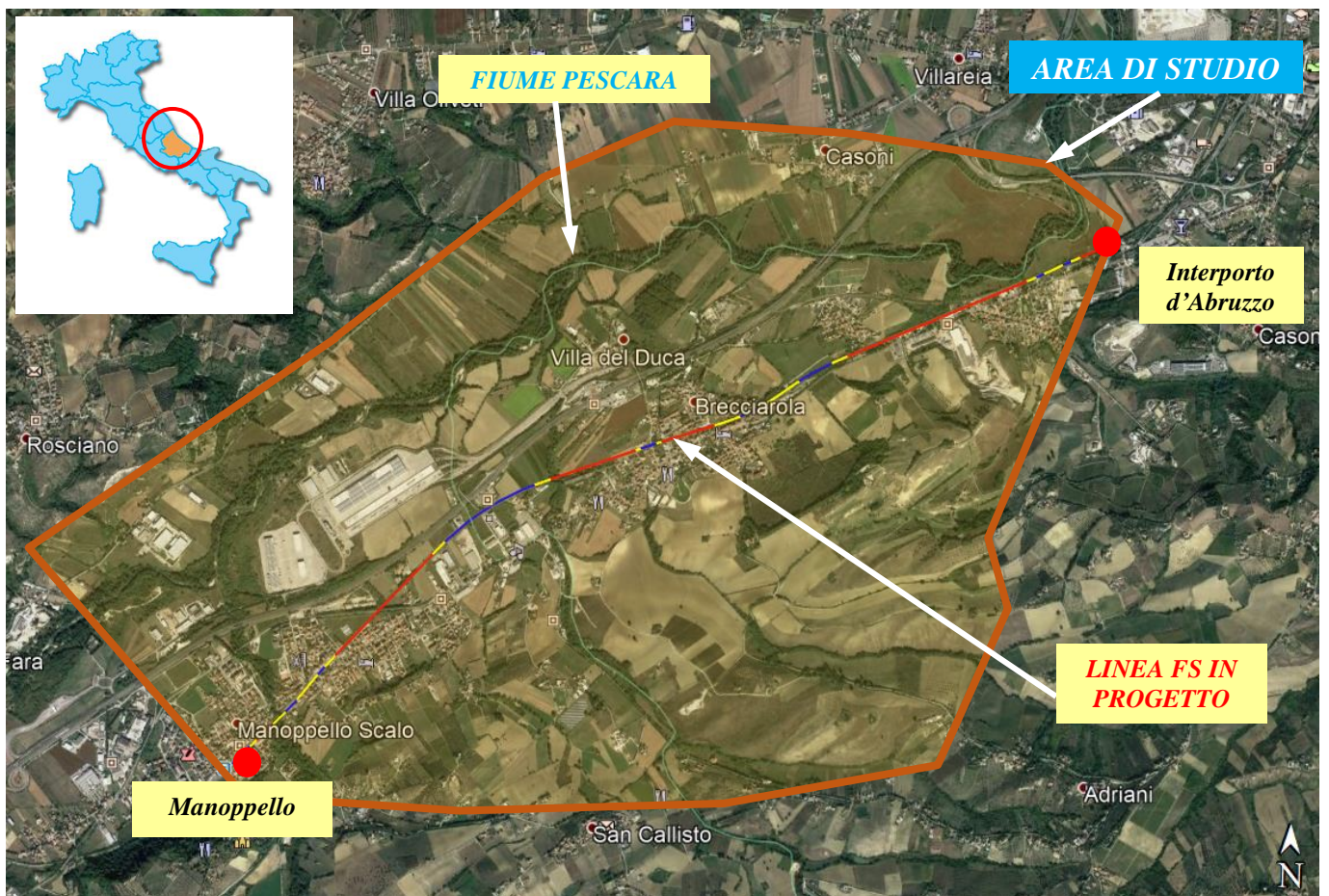


Figura 1 - Inquadramento geografico della zona in esame con evidenziata la linea ferroviaria in affiancamento al F. Pescara.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA96	00 R 09	RI	ID0002 001	B	7 di 33

Il Fiume Pescara (detto anche Aterno-Pescara) è il fiume più lungo d'Abruzzo e il maggiore per estensione di bacino (circa 3170 km<sup>2</sup>) fra quelli che sfociano nell'Adriatico a sud del Fiume Reno.

Nasce come Aterno sui Monti della Laga, nei pressi di Montereale, e si sviluppa prevalentemente tra la provincia dell'Aquila e quella di Pescara, toccando in minima parte anche la provincia di Chieti; nei pressi di Popoli si unisce al fiume Pescara e sfocia nel mare Adriatico nell'omonima città.

In particolare, il corso d'acqua si può dividere in tre parti: l'Aterno, fino all'immissione del Sagittario, l'Aterno-Sagittario fino all'unione con il Pescara e l'Aterno-Pescara (anche detto solo Pescara) nel tratto conclusivo, fino alla foce. L'inquadramento geografico, morfologico e idrografico del bacino è riportato nell'elaborato progettuale annesso IA9600R09RIID0001001B – *Relazione idrologica: studio idrologico del bacino del Fiume Pescara*.

Il quadro conoscitivo di riferimento per la caratterizzazione idraulica del bacino del Fiume Pescara, nell'area di intervento e nel territorio di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro, è attualmente riportato nel PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI – P.S.D.A., approvato con delibera n.6 del 31/07/2007 del Comitato Istituzionale e nelle relative Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.), nonché nel PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (di recente emanazione) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale - P.G.R.A.A.C. (II ciclo di pianificazione, agg. Dicembre 2019, Approvazione definitiva prevista per il 2021).

Con riferimento al P.G.R.A.A.C. (dicembre 2019), sono individuate 3 classi di pericolosità idraulica (*P3 – elevata probabilità, P2 – media probabilità, P1 – scarsa probabilità*).

La classe di pericolosità P3 (*Scenario C - elevata probabilità di alluvioni*) fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento  $Tr \in 50 - 100$  anni.

La classe di pericolosità P2 (*Scenario B - media probabilità di alluvioni*) fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento  $Tr \in 100 - 200$  anni.

La classe di pericolosità P1 (*Scenario A - scarsa probabilità di alluvioni*) fa riferimento ad un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno  $Tr \in 200 - 500$  anni.

Di seguito, una tabella riepilogativa delle classi di pericolosità idraulica adottate.

$T_r$ (anni)	Pericolosità idraulica
50-100	P3 (elevata)
100-200	P2 (media)
200-500	P1 (bassa)

Tabella 1. Classi di pericolosità idraulica adottate nel P.G.R.A. – Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (2019).

Come illustrato nelle figure sottostanti, la linea ferroviaria in progetto non è interessata da aree a pericolosità idraulica del Fiume Pescara, come da P.G.R.A.A.C.; da evidenziare soltanto, la vicinanza a tali aree del tratto iniziale della nuova linea ferroviaria, e delle relative opere accessorie annesse, in corrispondenza della diramazione per l'Interporto d'Abruzzo (per maggiori dettagli, si rimanda agli elaborati grafici annessi IA9600R09N5ID0002001B, IA9600R09N5ID0002002B).

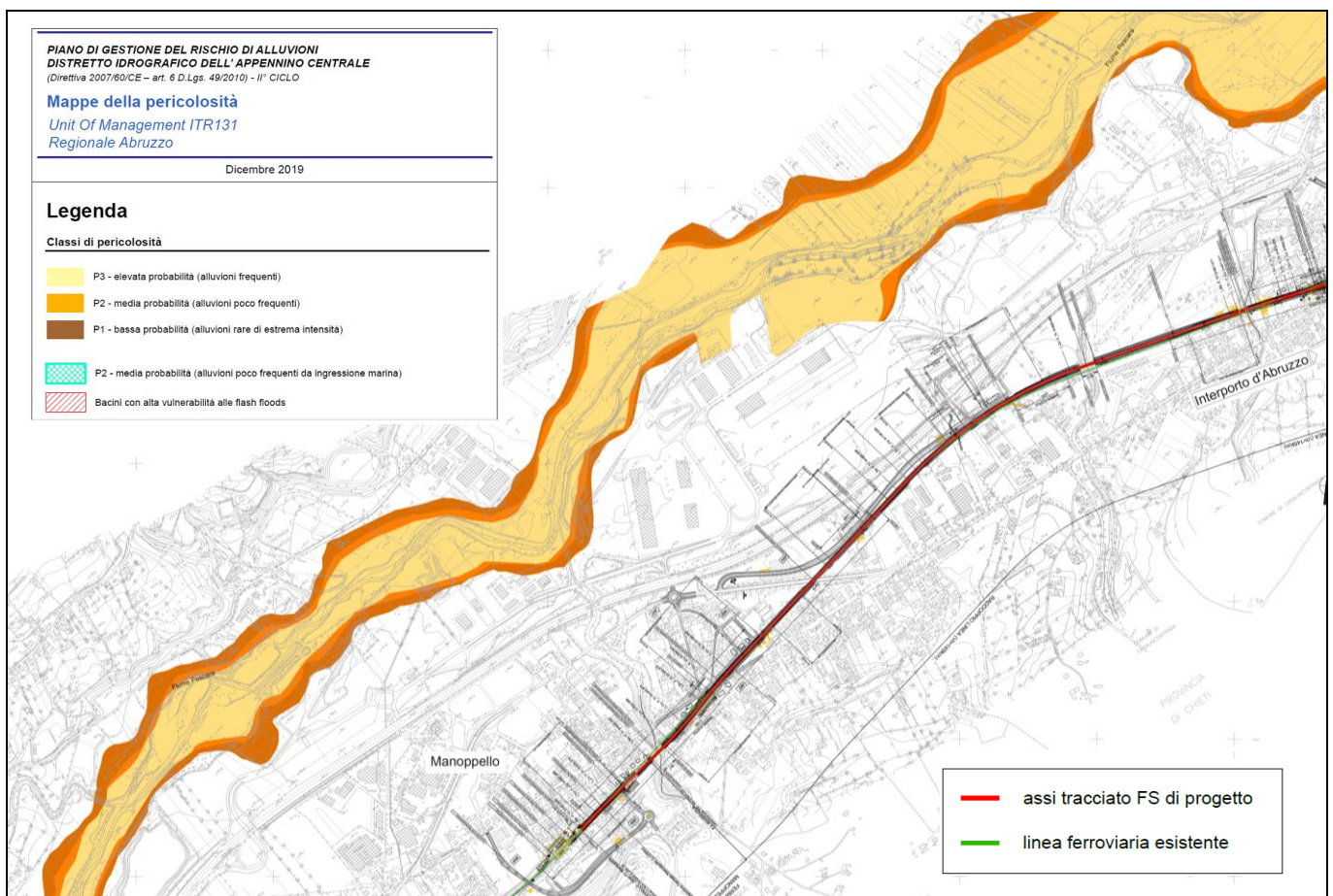


Figura 2 – Aree di pericolosità idraulica (da P.G.R.A.A.C., 2019) nell'area di intervento (in quel di Manoppello).



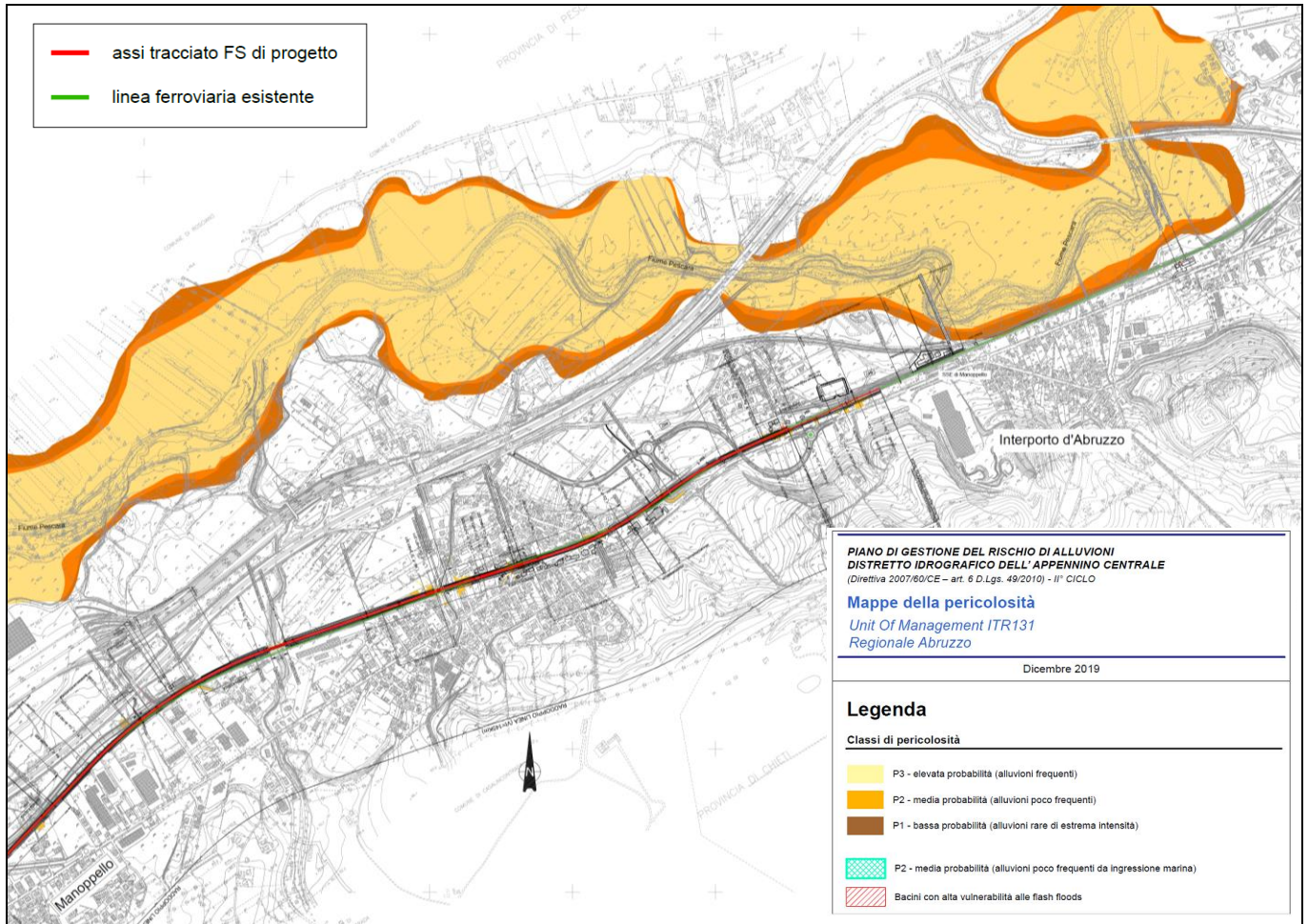


Figura 3 – Aree di pericolosità idraulica (da P.G.R.A.A.C., 2019) nell'area di intervento (Interporto d'Abruzzo).

Si è operato quindi in conformità alle Norme Tecniche di Attuazione del P.S.D.A. (normativa comunque rimasta in vigore e di riferimento nell'ambito della pianificazione di bacino, a seguito anche dell'emanazione del P.G.R.A.A.C.) sviluppando uno studio di compatibilità idraulica in cui si è dimostrata la coerenza delle opere in progetto con quanto proposto nel Piano Stralcio Difesa Alluvioni ed in particolare che gli "interventi previsti rispettino il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente - fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso agli interventi stessi - e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio mediante azioni future".

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D’ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA96	00 R 09	RI	ID0002 001	B	10 di 33

## 2.2 Obiettivi dello studio idraulico

In ragione dello scenario di pericolosità idraulica esistente nell’area di intervento precedentemente descritto, è stato sviluppato uno studio idraulico di dettaglio, atto a verificare quanto definito nell’ambito della pianificazione di bacino vigente (P.G.R.A.A.C. – II ciclo) e a valutare l’efficacia degli interventi previsti per assicurare la compatibilità idraulica della linea ferroviaria in progetto.

Per la sicurezza idraulica della linea, le opere d’arte di attraversamento, esistenti o di progetto, nonché l’intera linea ferroviaria, devono osservare le prescrizioni delle NTC2018, ed in particolare della circolare applicativa n.7/2019, del Manuale di progettazione ferroviaria RFI (MdP, rif. *RFIDTCSIPSMAlFS001E*, 2020) e delle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) della pianificazione di bacino vigente (P.S.D.A.).

In sintesi, con riferimento alle NTC2018 e al MdP RFI, le opere idrauliche di attraversamento devono essere verificate per eventi di massima piena caratterizzati da un tempo di ritorno di **200 anni**. Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena, si specifica quanto segue:

- ✓ il franco idraulico tra la quota di intradosso del manufatto ed il livello idrico corrispondente alla piena di progetto ( $Tr = 200$  anni) non deve essere inferiore a 1.5 m nella sezione immediatamente a monte dell’attraversamento;
- ✓ il franco minimo tra la quota di intradosso del manufatto e la quota di carico idraulico totale ( $Tr = 200$  anni) deve essere almeno pari a 50 cm.

Inoltre, nel caso di rilevati vulnerabili per esondazione di corsi d’acqua, *“dovrà essere garantito un franco non inferiore a 1 m tra la quota della piattaforma ferroviaria (piano di regolamento) e la massima altezza raggiungibile dalla quota di massima piena di progetto; le scarpate dovranno essere protette da apposite opere di difesa progettate sulla base dei parametri indicati nei piani di bacino o negli studi idraulici di progetto.”*

Non sono previsti nuovi attraversamenti sul Fiume Pescara, in quanto la linea ferroviaria in progetto si sviluppa completamente in affiancamento al corso d’acqua principale. Sono tuttavia presenti (e previste) opere di attraversamento (tombini e/o ponti) sui corsi d’acqua minori (tributari in destra idraulica del

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D’ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 11 di 33

Fiume Pescara), interferenti con la linea ferroviaria in esame. Per maggiori dettagli circa lo studio idraulico condotto per i corsi d’acqua minori, si rimanda alla relazione idraulica specialistica IA9600R29RIID0002002B.

Per gli attraversamenti secondari (su corsi d’acqua con portata di riferimento inferiore a 50 mc/s), relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena, dovranno essere rispettate le prescrizioni riportate nella circolare applicativa (n.7/2019) delle NTC 2018, nonché nel Manuale di Progettazione Ferroviaria (RFI). Nello specifico, nella circolare applicativa delle NTC 2018 (n.7/2019), si asserisce:

*“Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m<sup>3</sup>/s. L’evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti.”*

Con riferimento alla relazione idrologica annessa (IA9600R09RIID0001001B), le opere di attraversamento in progetto sui corsi d’acqua minori **ricadono** tutte nella fattispecie sopra definita (“tombini”), ad eccezione dell’opera prevista sul *Fosso S. Maria d’Arabona (IN04)* essendo quest’ultimo caratterizzato da una portata al colmo di progetto ( $T_r = 200$ ) superiore a 50 m<sup>3</sup>/s. Inoltre, proseguendo:

*“Il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell’altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m”*

come anche previsto dal Manuale di Progettazione Ferroviaria RFI (grado di riempimento massimo non superiore al 70%).

Con riferimento alle N.T.A. del P.S.D.A. (2007):

*ARTICOLO 19 - Interventi consentiti in materia di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata*

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata in materia di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico sono consentiti esclusivamente:

.....

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

*d. L'ampliamento e la ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali, destinate a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili;*

**ARTICOLO 20 - Interventi consentiti nelle aree di pericolosità idraulica elevata**

1. *Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica elevata sono consentiti esclusivamente:*

a. *gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, alle medesime condizioni stabilite nel Capo III;*

.....

**ARTICOLO 21 - Interventi consentiti nelle aree di pericolosità idraulica media**

1. *Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti esclusivamente:*

a. *gli interventi, le opere e le attività consentiti nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni rispettivamente stabilite;*

.....

**ARTICOLO 22 - Interventi consentiti nelle aree di pericolosità idraulica bassa/moderata**

1. *Nelle aree di pericolosità idraulica moderata è demandato agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, conformemente alle prescrizioni generali degli articoli 7, 8, 9 e 10 e a condizione di impiegare tipologie e tecniche costruttive idonee alla riduzione della pericolosità e dei danni potenziali;*

.....

Si è proceduto quindi all'implementazione del modello idraulico, numerico, bidimensionale del Fiume Pescara, nel quale sono stati inclusi anche i due corsi d'acqua minori afferenti ai bacini denominati 46 e 47 (attraversati dalla linea ferroviaria storica e non oggetto di intervento nel presente progetto), per via della vicinanza al F. Pescara stesso e alle opere in progetto previste ad inizio tracciato, come analizzati in dettaglio nello studio idrologico annesso.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

### 3 DATI DI BASE

#### 3.1 rilievi topografici e opere esistenti

I dati topografici a disposizione per l'implementazione dei modelli idraulici sono i seguenti:

- sezioni trasversali dell'alveo e rilievo delle opere di attraversamento esistenti sul F. Pescara e sui corsi d'acqua minori, ottenute da apposita campagna topografica condotta da Italferr;
- rilievo laseraltimetrico (LiDAR), risoluzione 1m x1m, fornito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- rilievo laseraltimetrico (LiDAR) ad alta risoluzione (50 punti a m<sup>2</sup>) eseguito da Italferr.

Il confronto tra le diverse informazioni topografiche ed in particolare tra le sezioni trasversali ottenute dal rilievo topografico e il rilievo LiDAR ha evidenziato un'ottima corrispondenza sia per quanto riguarda le aree golenali ed esterne all'ambito fluviale che per l'alveo inciso.

Questo ha permesso, nell'implementazione del modello idraulico, di utilizzare le due informazioni topografiche in maniera complementare.

### 4 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO NUMERICO

Come anticipato, per la valutazione della compatibilità idraulica della linea ferroviaria in progetto è stato implementato, per il Fiume Pescara, un modello numerico bidimensionale in regime di moto vario. Il modello è finalizzato alla determinazione delle aree potenzialmente inondabili (per il tempo di ritorno di riferimento,  $Tr = 200$  anni) e dei livelli idrici in corrispondenza della confluenza dei corsi d'acqua minori (tributari del Fiume Pescara) attraversati dalla linea ferroviaria in progetto. Il modello di calcolo utilizzato è *InfoWorks ICM 9.0*, sviluppato dalla software house Innovyze, con sede a Wallingford nel Regno Unito (UK).

#### 4.1 Modellazione bidimensionale

La modellazione bidimensionale del corso d'acqua permette di rappresentare con accuratezza la propagazione delle onde di piena nell'asta fluviale e nelle aree ripariali attigue con la riuscendo a

modellare il comportamento della corrente in prossimità di bruschi restringimenti/allargamenti e forti curvature; è possibile inoltre rappresentare con un elevato grado di dettaglio la propagazione del moto in prossimità di attraversamenti o di eventuali interferenze presenti lungo lo sviluppo del tratto fluviale verso valle.

Allo stesso tempo la rappresentazione in termini bidimensionali del campo di velocità consente di analizzare l'evoluzione degli allagamenti indotti dal propagarsi delle onde di piena all'interno dell'area esaminata.

Il software impiegato è in grado di contenere all'interno dello stesso modello numerico elementi di tipo bidimensionale e monodimensionale.

Il modello numerico utilizzato risolve le equazioni in condizioni di moto vario. Per valutare il campo di moto, il modello numerico implementato in InfoWorks ICM è basato sulla procedura proposta da *Alcrudo and Mullet-Marti (2005), Urban inundation models based upon the Shallow Water Equations*. La rappresentazione bidimensionale del moto si basa sulla risoluzione delle shallow water equations (o SWE). Le ipotesi alla base per la soluzione delle SWE sono che il flusso sia orizzontale e che la variazione della velocità nella verticale rispetto alla direzione del moto sia trascurabile. Inoltre, le equazioni sono sviluppate accettando a priori l'ipotesi di idrostaticità del gradiente delle pressioni lungo la direzione verticale. La formulazione delle SWE utilizzate nel software InfoWorks ICM è riassunta di seguito:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = q_{1D}$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( hu^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1d}$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( hv^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial x} = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D}v_{1d}$$

I termini citati rappresentano rispettivamente:  $h$ , il tirante idrico della corrente;  $u$  e  $v$ , rispettivamente le componenti della velocità lungo le direzioni  $x$  ed  $y$ ;  $t$ , il tempo;  $g$ , l'accelerazione di gravità;  $S_{0,x}, S_{0,y}$  le componenti dovute alle tensioni tangenziali al fondo, rispettivamente in direzione  $x$  e  $y$ ;  $S_{f,x}, S_{f,y}$ , le componenti dovute alla pendenza del fondo, rispettivamente in direzione  $x$  e  $y$ ;  $q_{1D}$ , la

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

portata immessa per unità di superficie;  $u_{1d}$  e  $v_{1d}$ , le componenti di velocità relative alla portata immessa rispettivamente in direzione  $x$  e  $y$ . Il contributo degli effetti turbolenti viene considerato limitatamente alla turbolenza localizzata alla parete (wall friction), mentre gli effetti turbolenti legati alle fluttuazioni di velocità nelle regioni più interne del fluido vengono trascurate.

In genere si ingloba quest'ultimo effetto dissipativo nel termine che rappresenta la dissipazione localizzazione alla parete. La formulazione conservativa delle SWE è essenziale al fine di preservare la massa e la quantità di moto. Questo tipo di formulazione permette di rappresentare le discontinuità nel flusso e i cambiamenti tra moto gradualmente e rapidamente vario (*gradually varied flow* e *rapidly varied flow*). Le SWE, applicate in forma conservativa, sono discretizzate usando lo schema esplicito di primo ordine ai volumi finiti. Gli schemi ai volumi finiti utilizzano volumi di controllo per rappresentare le aree di interesse. Il dominio di calcolo è suddiviso in forme geometriche in grado di interpretare le caratteristiche peculiari del campo di moto stesso sulle quali vengono integrate le SWE. Lo schema che risolve le SWE è basato sullo schema numerico di Gudonov con i flussi numerici attraverso i contorni dei volumi di controllo calcolati. La metodologia secondo i volumi finiti è considerata essere vantaggiosa in termini di flessibilità della geometria e semplicità concettuale. Per ciascun elemento di calcolo il timestep richiesto è calcolato utilizzando le condizioni di Courant-Friedrichs-Lewy al fine di raggiungere la stabilità numerica. La formulazione della condizione di Courant-Friedrichs-Lewy è la seguente:

$$c \frac{\Delta x}{\Delta t} \leq 1$$

dove:  $c$  è il numero di Courant (il valore di default è 0.95).

Inoltre, InfoWorks ICM utilizza mesh non strutturate per rappresentare il dominio di calcolo bidimensionale.

#### **4.2.1 Geometria del modello**

Le caratteristiche geometriche dell'area di interesse (in seguito definita dominio di calcolo) sono riportate all'interno del modello idraulico tramite una discretizzazione del territorio attraverso elementi generalmente poligonali, nota come mesh. La mesh di calcolo possiede una risoluzione variabile spazialmente tale per cui l'andamento piano altimetrico del territorio è riprodotto con un livello di

accuratezza adeguato a rappresentare il corso d'acqua, alvei e golene, sia i canali secondari e le aree ripariali potenzialmente allagabili. In particolare, è stato modellato/simulato il Fiume Pescara, unitamente ai due corsi d'acqua minori sopra menzionati (bacini 46 e 47), per un tratto di lunghezza totale pari a circa 13 km, da Manoppello (a partire dalla sezione subito a valle della briglia presente a valle dei ponti stradale e ferroviario) a Chieti. Nella figura seguente è riportata l'estensione del dominio di calcolo (superficie = 2830 ha circa).

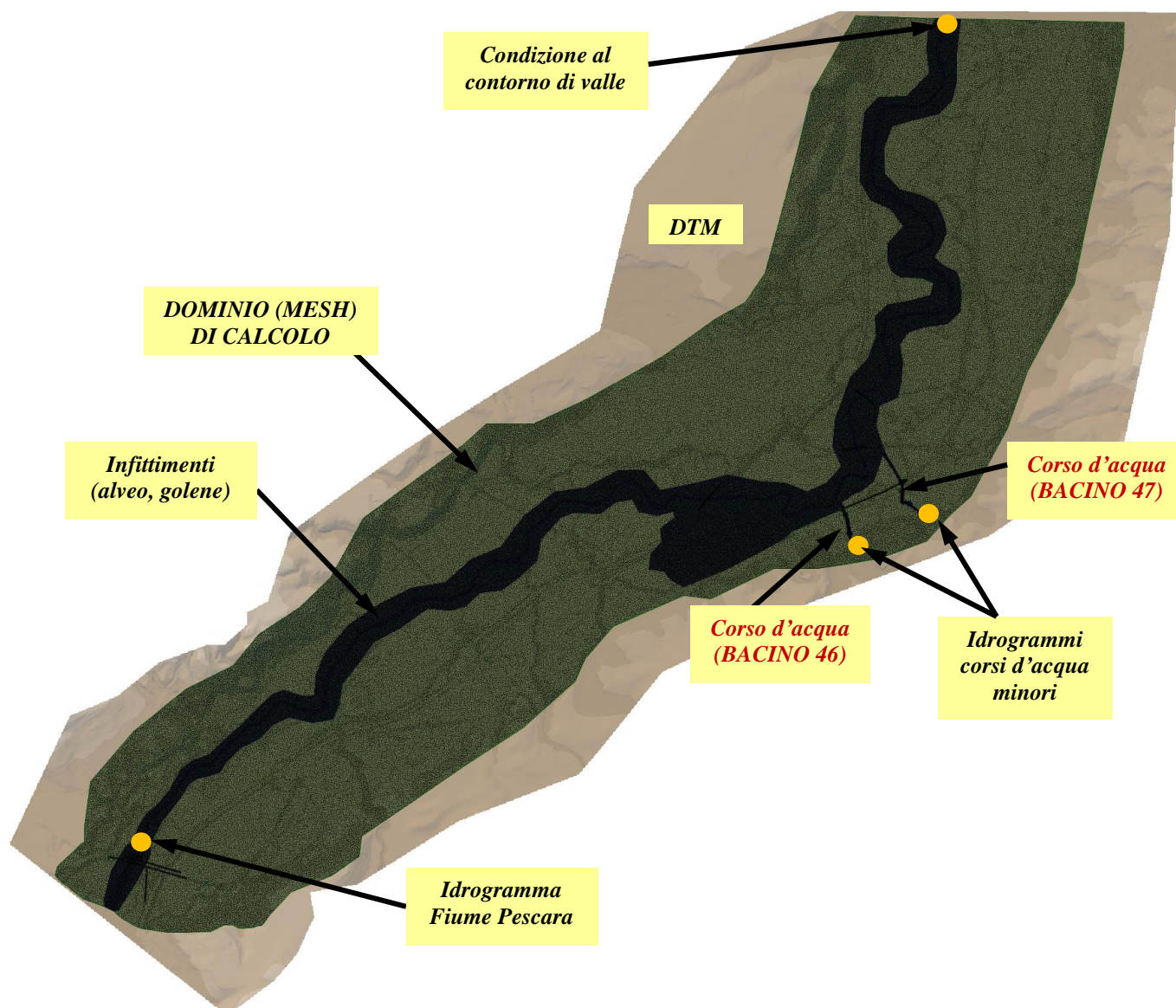


Figura 4 – Estensione del tratto di studio del Fiume Pescara nel modello numerico 2D.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

La geometria del modello è stata implementata utilizzando i dati LIDAR disponibili per l'area in esame e da rilievo topografico, precedentemente descritti. In particolare:

- per la modellazione dell'alveo inciso si è fatto riferimento a sezioni di rilievo topografico;
- le caratteristiche topografiche della rete di calcolo 2D sono state desunte dal modello digitale del terreno ricostruito integrando il Lidar ad alta risoluzione eseguito da Italferr con quello a maglia 1m x 1m fornito dal Ministero dell'Ambiente, verificando la congruenza tra i rilievi celerimetrici disponibili ed il DTM medesimo.

La rete di calcolo bidimensionale interessa sia l'alveo inciso sia le aree golenali di espansione esterne; questa è stata definita utilizzando le opzioni di discretizzazione automatica del dominio di calcolo presenti in InfoWorks ICM, definendo opportune aree di infittimento della maglia in corrispondenza di elementi morfologicamente ed idraulicamente significativi, quali strade, corsi d'acqua, rilevati, etc. La mesh di calcolo è costituita da circa 730000 elementi. La creazione della mesh è stata sviluppata in modo tale che le dimensioni massime degli elementi non fossero superiori a valori di 100 m<sup>2</sup> e che le dimensioni minime non fossero inferiori ad un area di 25 m<sup>2</sup>. Gli infittimenti della mesh (alveo e opere esistenti in alveo) sono stati sviluppati imponendo una dimensione massima degli elementi è pari a 25 m<sup>2</sup> e una dimensione minima di 9 m<sup>2</sup>.

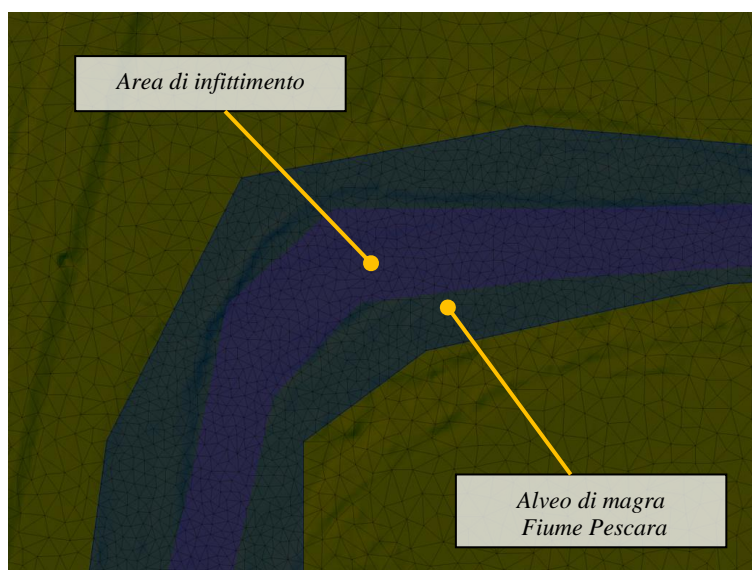


Figura 5 – Estratto della mesh di calcolo con sovrapposizione del DTM: particolare dell'infittimento.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

Le opere di attraversamento esistenti sul Fiume Pescara sono state invece implementate tramite appositi elementi disponibili nel software di calcolo (InfoWorks ICM 9.0).

Nello specifico, la riproduzione di un ponte è ottenuta mediante due tipologie di “linea”: 1) Struttura lineare 2D Base (per rappresentare la sezione d'alveo di attraversamento); 2) Struttura lineare – Ponte 2D (per rappresentare l'impalcato e le luci). Mediante la prima linea, viene estratta dal DTM di base la sezione d'alveo in corrispondenza del ponte/viadotto; tramite la seconda linea, viene definita la struttura (impalcato, campate/pile) dell'opera di attraversamento.

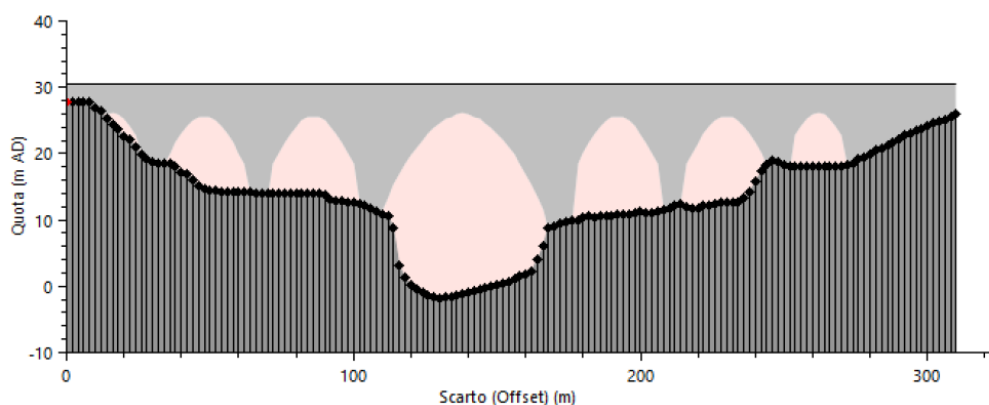


Figura 6 – Modello numerico 2D: implementazione delle opere di attraversamento in InfoWorks ICM.

#### 4.2.2 Scabrezze

I coefficienti di scabrezza  $n$  di Manning sono stati fissati tramite calibrazione idraulica dei modelli stessi partendo da valori di letteratura. In particolare, in accordo anche alle analisi effettuate nell'ambito del P.S.D.A., per l'alveo e le golene è stato assunto  $n = 0.043$  ( $s/ m^{1/3}$ ); il coefficiente di scabrezza per le aree esterne, potenzialmente inondabili, è stato assegnato pari a  $n = 0.058$  ( $s/ m^{1/3}$ ).

#### 4.2.3 Condizioni al contorno

Gli idrogrammi di riferimento sono quelli ricavati nello studio idrologico, elaborato IA9600R09RIID0001001B – *Relazione Idrologica: studio idrologico del Bacino del Fiume Pescara*, al quale si rimanda.

Nelle figure seguenti sono riportati gli idrogrammi di piena utilizzati come condizione al contorno di monte del modello numerico idraulico 2D, sia per il Fiume Pescara sia per i due corsi d'acqua minori considerati (all'inizio del tracciato ferroviario di progetto). Per quanto riguarda la condizione al contorno di valle, è stato imposto un livello idrico di moto uniforme, in ragione della sufficiente estensione del modello a valle dell'intervento in progetto.

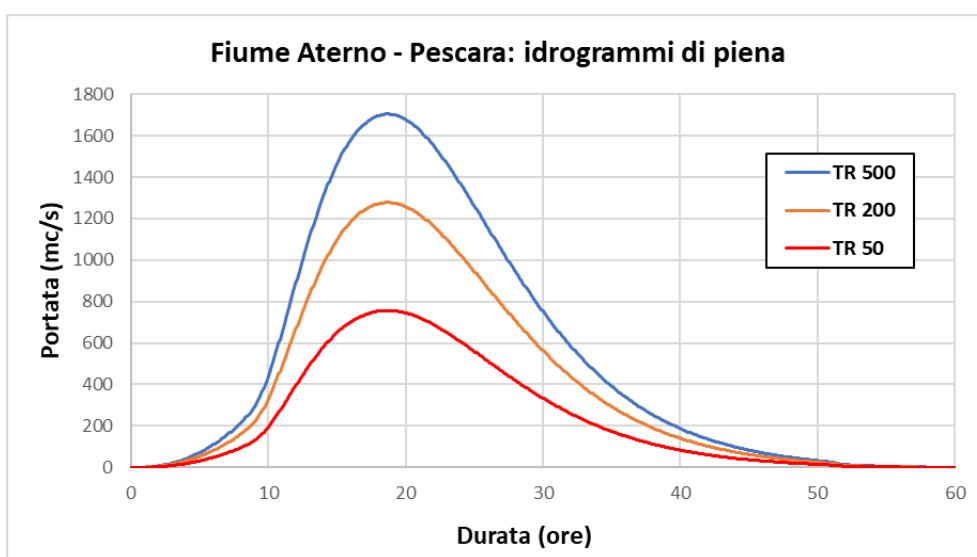


Figura 7 – Idrogrammi di piena del F. Pescara, alla sezione di interesse (alla foce), per diversi tempi di ritorno.

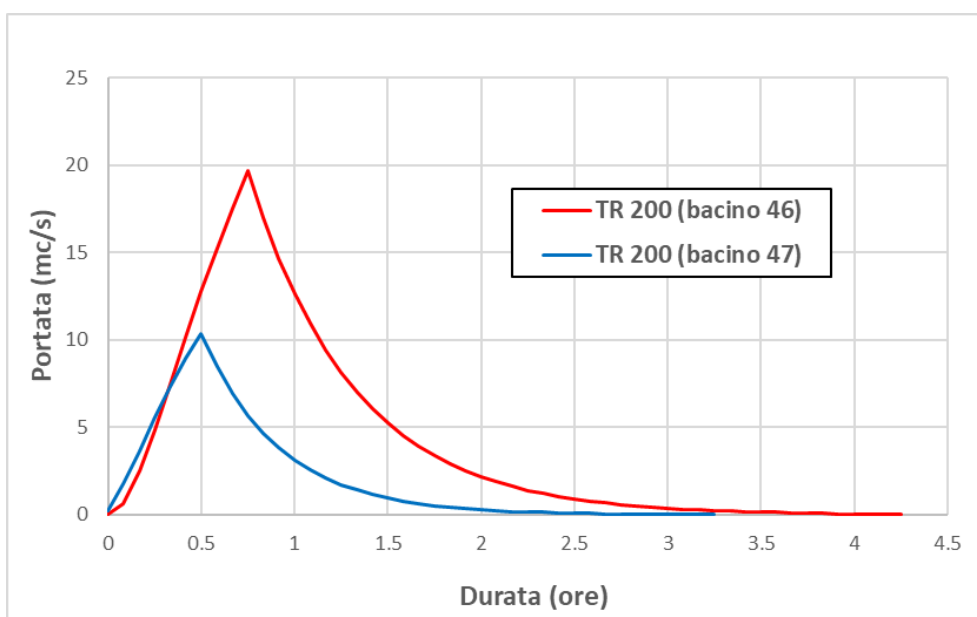


Figura 8 – Corsi d'acqua minori, bacini 46 e 47: idrogrammi di piena di progetto.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 20 di 33

#### 4.2.4 Scenari simulati

Al fine di verificare/confermare/confrontare i risultati ottenuti (in termini di aree potenzialmente inondabili) dal modello numerico 2D sviluppato con le aree di pericolosità idraulica (*P2, Tr 200*) del PGRA, in questa fase di progettazione (fattibilità tecnica economica) sono stati simulati i seguenti scenari riferiti alle configurazioni geometriche:

- *ante operam – Tr 200 anni*: si intende la geometria ottenuta dal modello del terreno nello stato di fatto;
- *post operam – Tr 200 anni*: si intende la geometria ottenuta dall'inserimento delle opere in progetto che possono modificare l'attuale espansione delle piene, nonché di interventi di risoluzione di eventuali criticità di natura idraulica.

Nello specifico, come evidenziato dalle simulazioni numeriche 2D relative allo stato attuale (*ante operam*) descritte nel successivo paragrafo, il tracciato di progetto unitamente alle opere accessorie, non risultano interessate dalle esondazioni (Tr200) del Fiume Pescara.

Pertanto, non è stato simulato alcun scenario “*post operam*”, non essendo previste opere interferenti con le aree di esondazione del Fiume Pescara.

## 5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE

### 5.1 Scenario ante operam e confronto con il PGRA

Nella figura seguente sono riportati i risultati in termini di aree potenzialmente inondabili della simulazione idraulica del Fiume Pescara e dei due corsi minori (bacini 46, 47), per un tempo di ritorno di 200 anni, nello scenario *ante operam*, unitamente alle aree di pericolosità idraulica P2 del P.G.R.A..

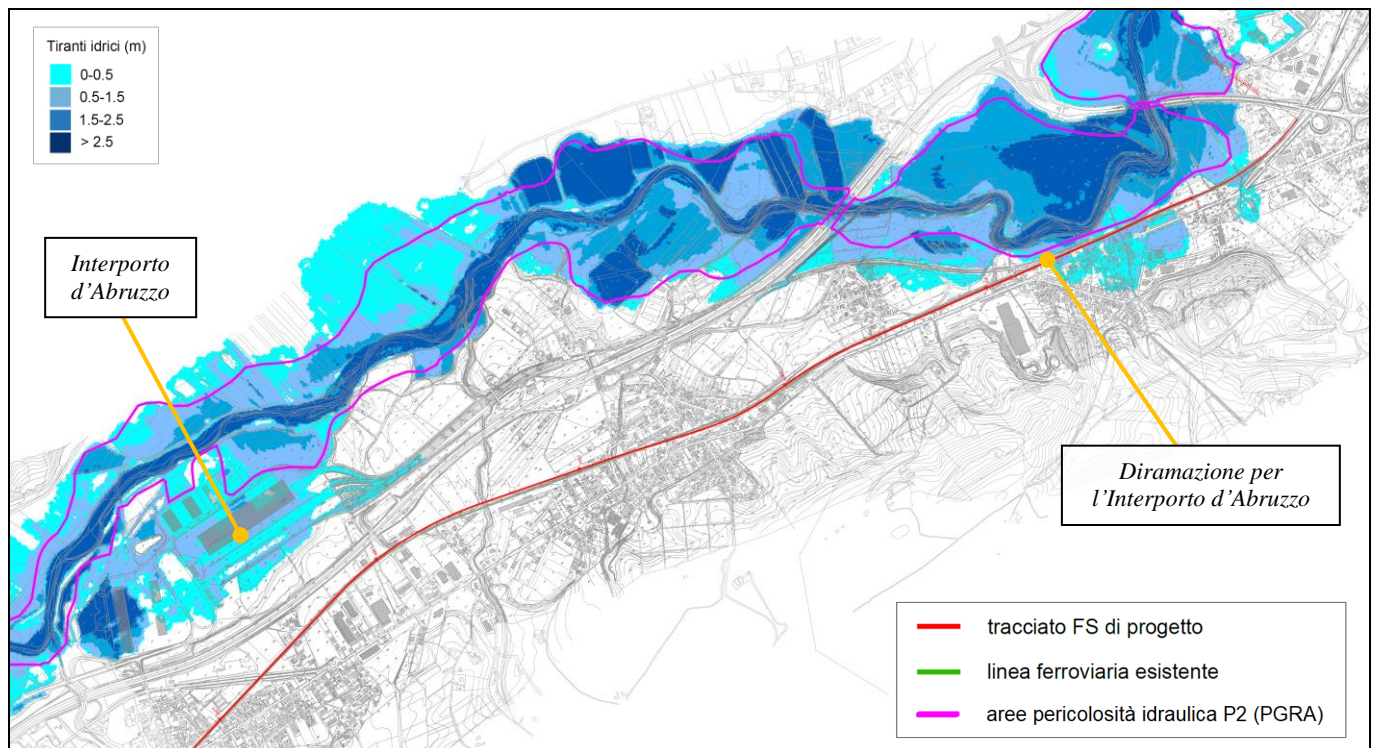


Figura 9 – Modello idraulico 2D: aree di esondazione (Tr 200 anni) del F. Pescara e dei due corsi d'acqua minori considerati; confronto con le aree di pericolosità idraulica P2 del PGRA.

Le apprezzabili differenze sono imputabili principalmente alla diversa base cartografica utilizzata per l'implementazione del modello idraulico 2D e all'inserimento dei contributi idrologici dei corsi d'acqua minori, non considerati nelle analisi idrauliche svolte nell'ambito del P.G.R.A..

In particolare, tali differenze possono essere osservate nella zona in prossimità dell'Interporto d'Abruzzo e del tratto a minore distanza tra la linea ferroviaria e il F. Pescara; parte delle acque esondate

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO</b> <b>D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA96	00 R 09	RI	ID0002 001	B	22 di 33

del Fiume Pescara defluiscono anche attraverso i tombini idraulici ferroviari esistenti (in particolare attraverso l'opera sul corso d'acqua minore relativo al bacino 46).

Per completezza, si riportano i risultati in termini di livelli idrici  $Tr\ 200$  in corrispondenza delle opere ferroviarie esistenti sui corsi d'acqua minori relativi ai bacini 46, 47. In particolare:

– *Corso d'acqua relativo al bacino 47*

Quota Intradosso: + 41.00 m slm  
Quota fondo alveo: + 38.44 m slm  
Livello idrico  $Tr200$ : + 40.30 m slm

– *Corso d'acqua relativo al bacino 46*

Quota Intradosso: + 39.80 m slm  
Quota fondo alveo: + 37.90 m slm  
Livello idrico  $Tr200$ : + 39.50 m slm

Di seguito, per completezza sono riportate le aree di esondazione (classificate in termini di tiranti idrici),  $Tr = 200$  anni, nello scenario "attuale", lungo l'intero sviluppo della linea ferroviaria, con la sovrapposizione della planimetria "vestita" di progetto (per maggiori dettagli, si rimanda agli elaborati grafici annessi).

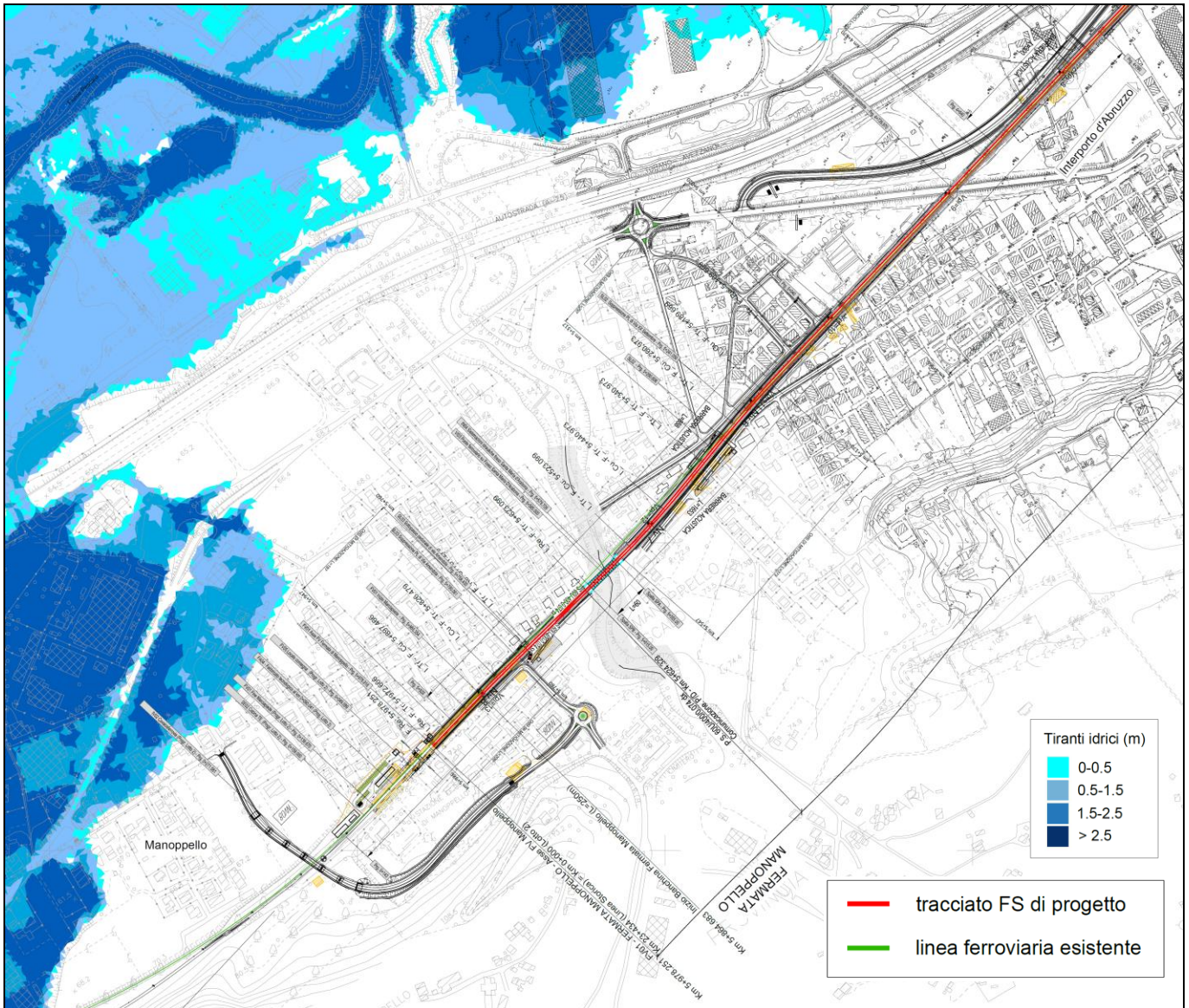


Figura 10 – Modello numerico 2D: aree di esondazione Tr 200 anni del Fiume Pescara e dei due corsi d'acqua minori considerati, scenario ante operam, con sovrapposizione della planimetria "vestita" di progetto, Tav. 1 di 3.

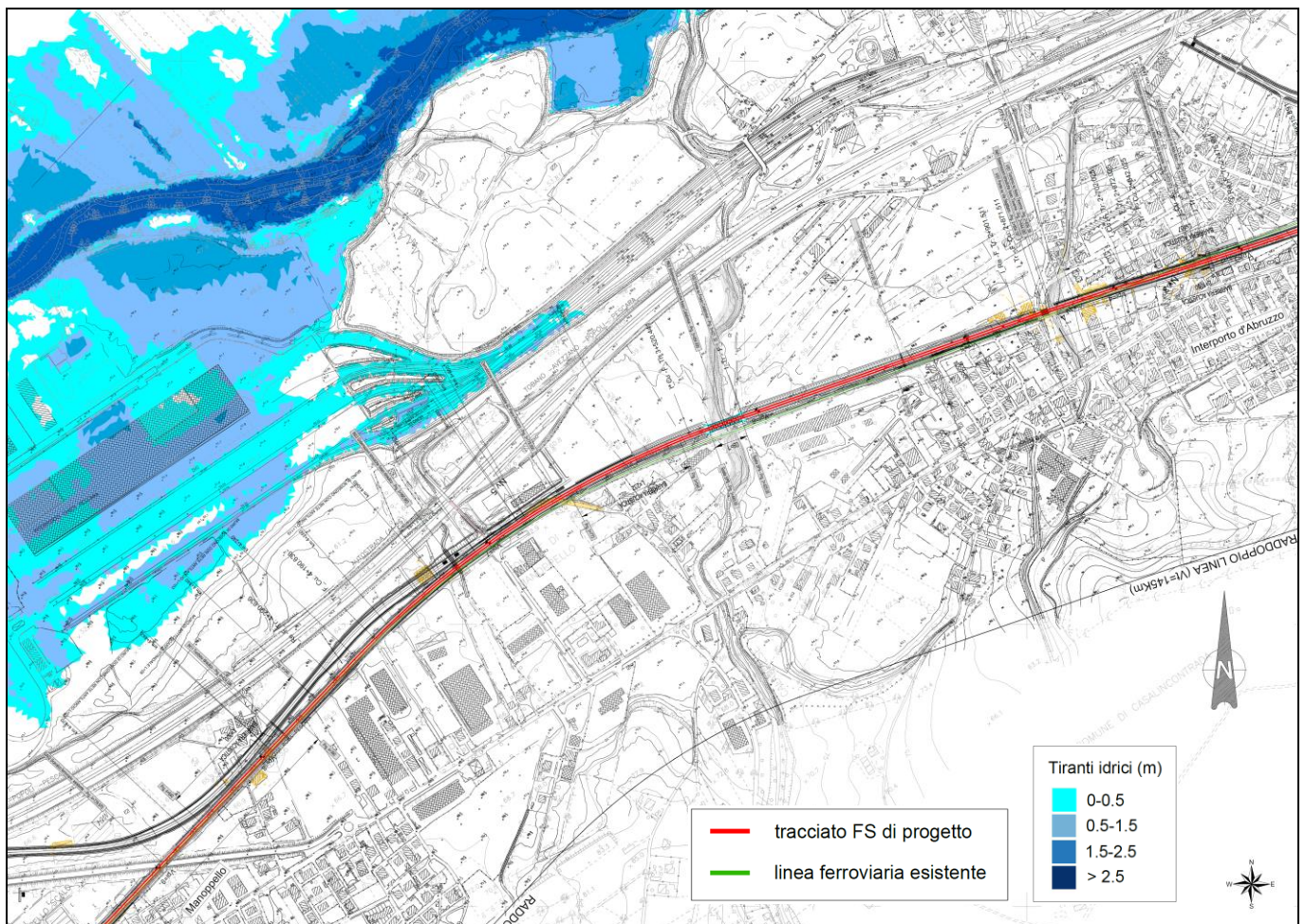


Figura 11 – Modello numerico 2D: aree di esondazione Tr 200 anni del Fiume Pescara e dei due corsi d'acqua minori considerati, scenario ante operam, con sovrapposizione della planimetria "vestita" di progetto, Tav. 2 di 3.



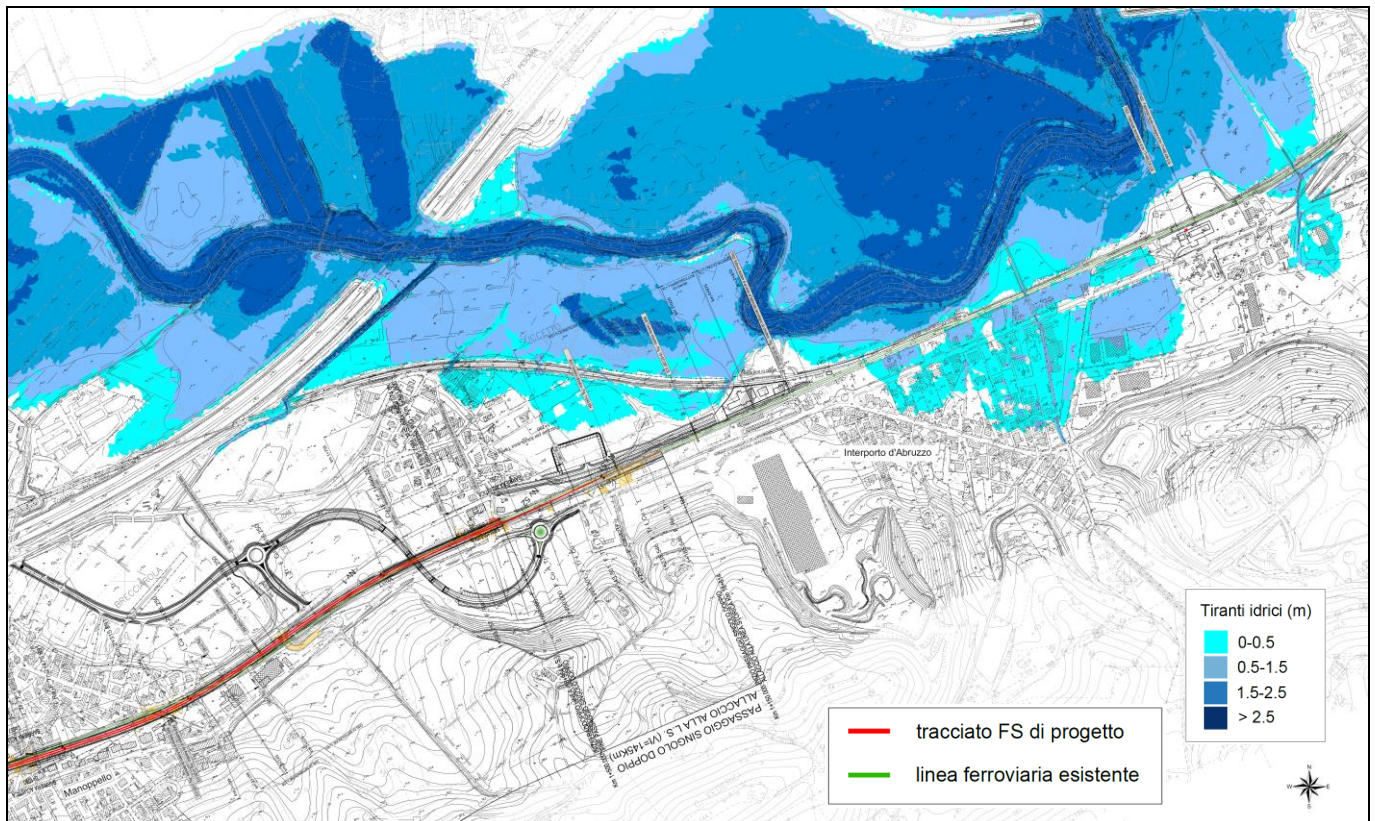


Figura 12 – Modello numerico 2D: aree di esondazione Tr 200 anni del Fiume Pescara e dei due corsi d'acqua minori considerati, scenario ante operam, con sovrapposizione della planimetria "vestita" di progetto, Tav. 3 di 3.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

Come anticipato, nessuna opera in progetto interferisce con le aree di esondazione (Tr200) del Fiume Pescara.

Nella tabella seguente, sono riportati i livelli idrici (Tr = 200 anni) del Fiume Pescara alla confluenza dei corsi d'acqua minori attraversati dalla linea ferroviaria in progetto (Fosso Taverna – IN01, Fosso Calabrese – IN02, Fosso – IN03, Fosso S. Maria d'Arabona – IN04), da assumersi come condizione al contorno di valle nei rispettivi modelli numerici di simulazione (secondo un approccio monodimensionale, in regime di moto permanente).

<b>Bacino minore</b>	<b>Livello idrico Tr 200 del Fiume Pescara alla confluenza (m slm)</b>
<i>F. Taverna (IN01)</i>	42.60
<i>F. Calabrese (IN02)</i>	46.40
<i>IN03</i>	49.00
<i>Fosso S. Maria d'Arabona (IN04)</i>	56.00

Tabella 2. Livelli idrici (Tr200) del Fiume Pescara alla confluenza dei corsi d'acqua minori oggetto di studio.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA</b> <b>RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B

## 6 ANALISI MULTITEMPORALE DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL FIUME PESCARA

In ragione della vicinanza del Fiume Pescara alla linea ferroviaria in progetto, nella parte iniziale del tratto sede di intervento di raddoppio (alla diramazione per l'interporto d'Abruzzo), si è proceduto all'analisi delle eventuali variazioni morfologiche e planimetriche dell'alveo fluviale nel tempo.

Nello specifico, sono state condotte una serie di analisi multitemporali su foto aeree e ortofoto, di sette differenti voli. Le foto spaziano dal 1954 al 2007 e sono sintetizzate nella tabella seguente.

Sulle foto aeree dei diversi voli regionali e nazionali analizzati sono stati individuati tutti i principali elementi geomorfologici, con particolare riferimento alle forme connesse al deflusso delle acque correnti superficiali, alla gravità e all'azione dell'uomo sul territorio.

Volo	Scala	Strisciata	Fotogrammi
Volo Base 1954 (I.G.M.)	1:33.000	65	2707-2708-2709
Volo 1976 (I.G.M.)	1:16.000	31	8297-8298
Volo A.I.M.A 1997 (ortofoto)	1:10.000		
Volo Regione Abruzzo 2007 (ortofoto)	1:5.000		361022-361061-361062-361063-361064

Tabella 3. Sintesi delle foto aeree e delle ortofoto utilizzate per l'analisi multitemporale.

Di seguito alcuni stralci di foto aeree e ortofoto, con evidenziati alcuni dettagli.

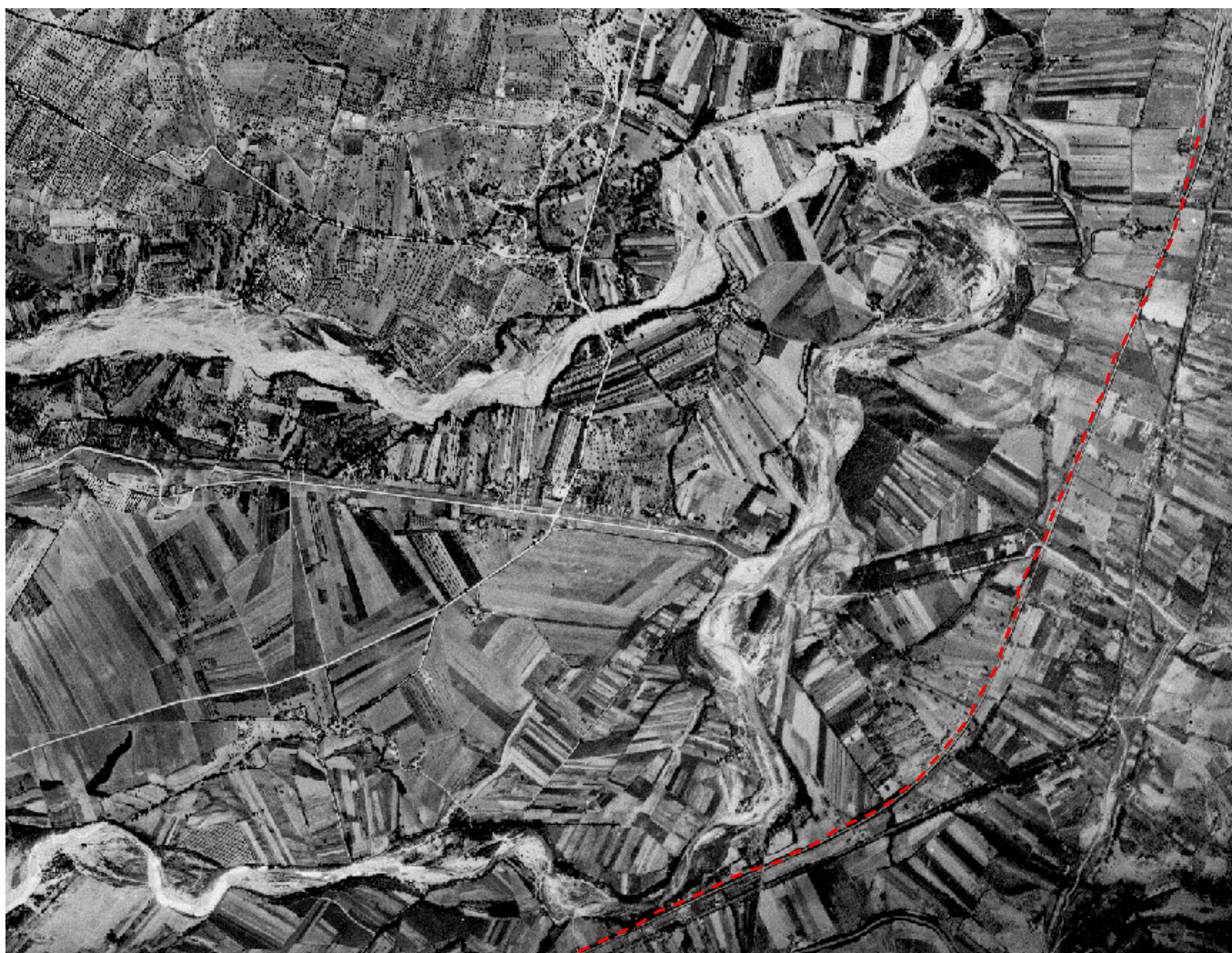


Figura 13 – Foto aerea 1954, in tratteggio rosso la linea ferroviaria storica/esistente oggetto di intervento di raddoppio.

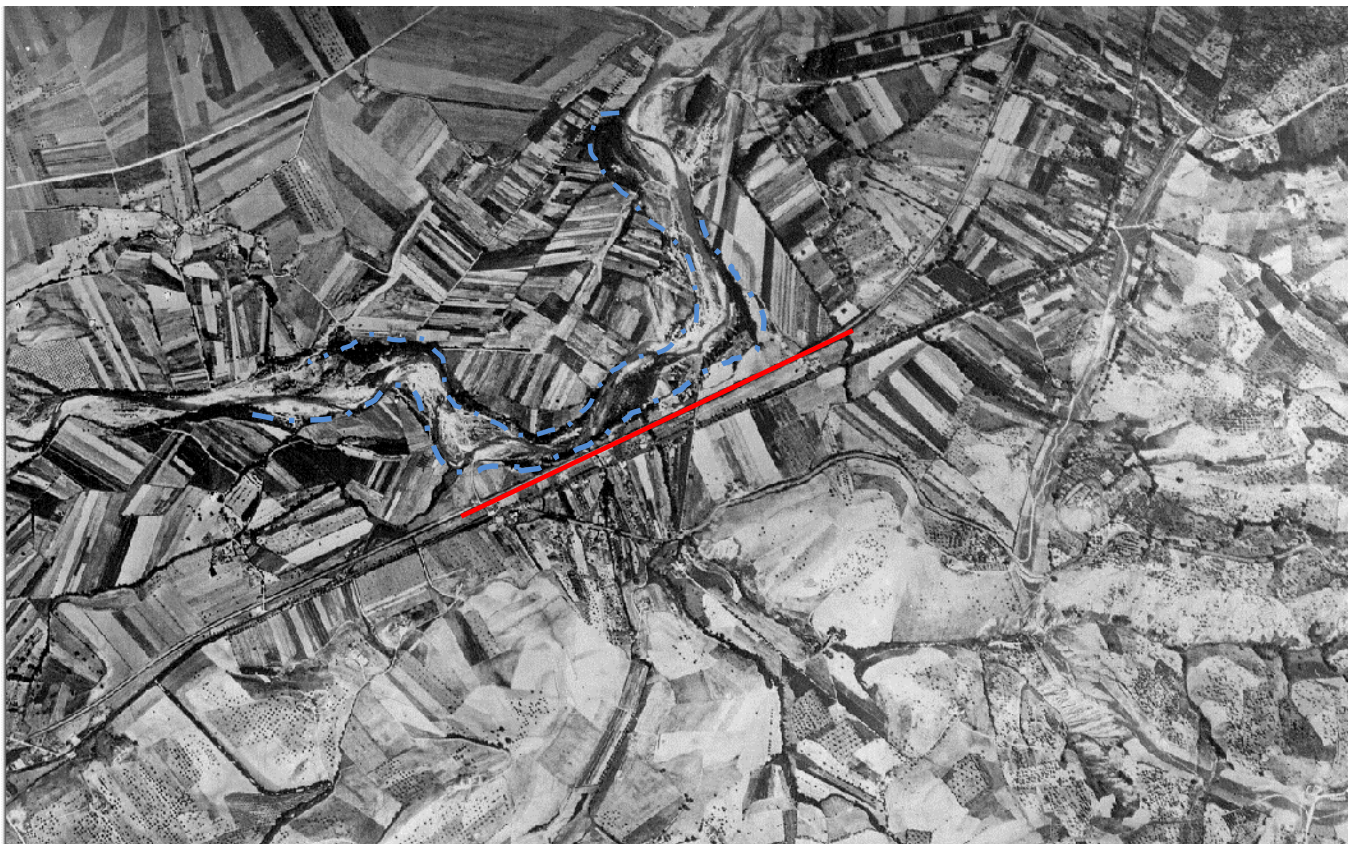


Figura 14 – Stralcio di foto aerea 1954 (stralcio foto aerea 2707), della foto si osserva il Fiume Pescara con un ampio alveo di tipo intrecciato (braided) a barre mobili ben sviluppate (i limiti sono riportati in blu). In rosso, la linea ferroviaria.



Figura 15 – Stralci del Volo IGM 76 (in alto) e AIMA 1997 (in basso): nello stralcio di foto aerea si osserva un alveo con andamento sinuoso e ampiezza decisamente più limitata (alcune decine di metri al massimo) e soprattutto con scarso trasporto di sedimenti ghiaiosi.



Figura 16 – Stralcio Ortofoto 2007.

Dal punto di vista della dinamica morfologica, da quanto esposto risulta evidente che i settori di piana alluvionale del Fiume Pescara sono attualmente caratterizzati da una debole tendenza evolutiva, connessa sia alle caratteristiche climatiche e geomorfologiche dell'area che alla forte attività antropica sviluppatasi sul territorio a partire dalla metà del secolo scorso.

Nello stralcio di Foto aerea (Volo Base 1954) si osserva il F. Pescara con un ampio alveo di tipo intrecciato (*braided*) a barre mobili ben sviluppate. Negli anni, le numerose opere di regimazione idraulica e di difesa spondale realizzate in questo settore di territorio hanno permesso di mantenere praticamente invariato l'andamento del suddetto corso d'acqua.

Questa evoluzione si può notare nelle foto degli anni 70 e 90, dove l'alveo si presenta con andamento sinuoso e ampiezza decisamente più limitata (alcune decine di metri al massimo) e soprattutto con scarso trasporto di sedimenti ghiaiosi.

	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA IA96	LOTTO 00 R 09	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. B	FOGLIO 32 di 33

Allo stato attuale, pertanto, gli unici fenomeni fluviali che si registrano nella piana alluvionale sono connessi all'erosione puntuale delle sponde e a sporadici fenomeni di alluvionamento delle zone più depresse, mentre non si registrano importanti fenomeni erosivi o marcate variazioni di forma del fondovalle e dei meandri che lo costituiscono.

Inoltre, dall'osservazione delle foto aeree, si può notare che l'area sia stata fortemente antropizzata dal 1954 ad oggi, soprattutto nella zona di Chieti Scalo. Nella foto del 1954 si possono osservare solo il centro abitato di Chieti Scalo, in un perimetro molto ristretto e vie di comunicazioni principali, soprattutto quella di collegamento tra Pescara e Roma (ferrovia e S.S. n°5). Analizzando le foto aeree del 1976 fino al 2007, si ha un aumento evidente del perimetro dell'edificato in prossimità di Chieti Scalo.

Per maggiori dettagli circa l'inquadramento geomorfologico e idrogeologico dell'area di intervento, si rimanda agli elaborati specialistici di geologia.



	<b>VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA MANOPPELLO – INTERPORTO D'ABRUZZO _ (LOTTO 1)</b>					
	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA96	00 R 09	RI	ID0002 001	B	33 di 33

## 7 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Lo studio di compatibilità idraulica è stato redatto secondo quanto previsto dall'Art. 8 “*Studi di compatibilità idraulica*” delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA).

Le analisi svolte hanno confermato quanto riportato nelle mappe di pericolosità idraulica del PSDA/PGRA, ossia le opere in progetto non sono interessate dalle esondazioni del Fiume Pescara.

Inoltre, sono stati determinati i livelli idrici in corrispondenza della confluenza dei corsi d'acqua minori, tributari in destra idraulica del Fiume Pescara, attraversati dalla linea ferroviaria in progetto, da considerare come condizione al contorno di valle nei rispettivi modelli numerici di simulazione.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- Autorità dei Bacini Regionali e Interregionali della Fiume Sangro, Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) – Studio idrologico, 2002.
- Circolare esplicativa delle NTC 2018, n.7 del 21 gennaio 2019.
- Da Deppo L., Datei C., Fognature, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2005.
- Da Deppo L., Datei C., Salandin P., Sistemazione dei corsi d'acqua, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.
- Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.
- Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.
- Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.
- Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977
- Marani M., *Processi e modelli dell'Idrometeorologia*, Dispense, 2005.
- Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni – Regione Abruzzo – Autorità dei Bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro.
- Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).
- Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.