

# REGIONE ABRUZZO

Programma di riqualificazione e di sviluppo sostenibile nel territorio

P.R.U.S.S.T.

La città lineare della costa

ente proponente

COMUNE DI CHIETI - COMUNE DI CEPAGATTI

committente

SIRECC S.r.l. - SILE COSTRUZIONI S.r.l.

progetto

Opere di messa in sicurezza ai fini idraulici  
dell'area P.R.U.S.S.T. 7-93  
e modifica planimetrica  
dell'intervento edilizio a completamento con la  
realizzazione di edifici commerciali - no food -

il progettista

Dott. Ing. Domenico Merlino

Variante a Giudizio V.I.A. n. 1925 del 10.04.2012



**MERLINO**  
**PROGETTI**

elaborato

S.I.A. ALLEGATO 01:

Relazione idrologica e idraulica - Studio di compatibilità idraulica  
ai sensi dell'All. D delle Norme di Attuazione del P.S.D.A.

tavola n.

**03**

commessa n.

**7.023**

livello progettuale

**Definitivo**

settore

**ARC**

particolare

--

scala

--

project manager

**DM**

work manager

**EL**

00	Luglio 2016	Emesso per definizione	XX
REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATORE

MERLINO PROGETTI s.r.l. - [www.merlinoprogetti.it](http://www.merlinoprogetti.it) E-Mail: [info@merlinoprogetti.it](mailto:info@merlinoprogetti.it)

Sede - Via Padre Ugo Frasca (Centro DA. MA.) 66100 Chieti Scalo (CH) Tel. 0871 552751 - Fax 0871 540380

Azienda con Sistema di Gestione Qualità certificato UNI EN ISO 9001 da ABICert s.a.s. - Certificato n°QBC434

REGIONE ABRUZZO  
PROVINCE DI CHIETI E PESCARA  
COMUNI DI CHIETI E CEPAGATTI

CONSULENZA TECNICA

Accordo di Programma PRUSST 7-93  
Argine fluviale a protezione dell'area Megalò in ottemperanza  
ai dettami dell'Ordinanza del Servizio del Genio Civile  
Regionale di Pescara prot. RA/312705 del 12.12.2013

TITOLO ELABORATO:

**Relazione idrologica e idraulica  
(studio di compatibilità idraulica ai  
sensi dell'all. D delle NA del PSDA)**

CODICE ELABORATO:

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0064	A	001	2

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

SCALA:

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Luglio 2014	Aggiorn. per riferimento esplicito agli studi di compatibilità idraulica	G. ZUCCARO	G. ZUCCARO	G. DI SANTO
Maggio 2014	Aggiornamento per incremento delle portate	G. ZUCCARO	G. ZUCCARO	D. DI SANTO
Febbraio 2014	Prima emissione	G. ZUCCARO	G. ZUCCARO	G. DI SANTO

COMMITTENTE:

**SIRECC srl**

via Sabbatani 14, 40026 Imola (BO)  
sirecc@legalmail.it

CONSULENZA:



**F4 ingegneria srl**

via Nazario Sauro 112, 85100 Potenza  
Tel: +39 0971 1 835 845 - Fax: +39 0971 5 54 52  
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico  
(prof. ing. Giorgio ZUCCARO)



## Sommario

<b><u>1</u></b>	<b><u>Premessa</u></b>	<b><u>3</u></b>
1.1	Riferimento allo studio del prof. Togna	5
1.2	Opere previste in progetto	5
1.3	PSDA	5
<b><u>2</u></b>	<b><u>Analisi idrologica</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>Analisi idraulica</u></b>	<b><u>10</u></b>
3.1	Geometria del modello idrodinamico	10
3.2	Condizioni al contorno	12
3.3	Parametri di scabrezza	12
3.4	Simulazioni idrodinamiche	15
3.5	Risultati delle simulazioni	15
<b><u>4</u></b>	<b><u>Compatibilità idraulica</u></b>	<b><u>28</u></b>
4.1	Effetti idrologici	28
4.2	Comportamento idraulico	33
4.3	Prescrizioni costruttive o azioni compensative	38
4.4	Aspetti specifici per progetti di realizzazione di opere di difesa o di regolazione dei deflussi	38
<b><u>5</u></b>	<b><u>Conclusioni</u></b>	<b><u>40</u></b>
<b><u>Allegato 1</u></b>	<b><u>Descrizione del codice di calcolo MIKE 11 HD del DHI</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b><u>Allegato 2</u></b>	<b><u>Sezioni trasversali</u></b>	<b><u>49</u></b>



# 1 Premessa

La Società SIRECC srl, a seguito dell'**Ordinanza del Genio Civile Regionale di Pescara prot. 312705 del 12.12.2013**, ha conferito incarico alla scrivente Società al fine di:

- a) dare risposta ai quesiti posti dal Servizio dall'Ordinanza di cui sopra;
- b) analizzare la documentazione elaborata per conto dell'Autorità di Bacino dall'ing. De Vito;
- c) riscontrare la documentazione di base elaborata dal prof. Togna per conto della Società SIRECC srl.

La presente relazione assume pertanto un valore comparativo e viene integrata nello specifico con le verifiche statiche e geologiche dell'argine esistente da apposite relazioni a firma dell'ing. Pietromartire.

Tale Ordinanza prevede che la SIRECC srl, in qualità di soggetto attuatore del PRUSST, effettui i seguenti **interventi di urgenza**:

- 1) sottoscrivere un accordo col Centro Funzionale della Regione Abruzzo per un tempestivo servizio di allertamento;
- 2) predisporre un piano di emergenza idraulica da sottoporre all'Autorità di Bacino e al Servizio Prevenzione Rischi della Protezione Civile;
- 3) provvedere al **completamento della struttura arginale** come previsto nello Studio di compatibilità idraulica originario tramite apposito studio propedeutico tecnico-funzionale delle condizioni di sicurezza;
- 4) effettuare una verifica tecnica-funzionale delle arginature esistenti e provvedere al conseguente adeguamento e/o integrazione delle opere, qualora risulti necessario; il tutto con apposito progetto esecutivo.

Al fine di ottemperare alle prescrizioni imposte, è stata elaborata la presente Relazione idrologica e idraulica finalizzata a **valutare, con riferimento ai precedenti punti 3 e 4, le modalità dell'eventuale adeguamento del rilevato arginale attuale** anche al fine di verificare il rispetto del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA).

La presente relazione, ove necessario, farà esplicito riferimento alla relazione del prof. Togna nonché allo studio commissionato dall'Autorità di Bacino con Determina 14 del 16.07.2013 all'ing. De Vito per la verifica delle attuali condizioni di sicurezza idraulica dell'area. Per ragioni di semplicità tale studio verrà indicato nel seguito come "Studio AB".

Una nuova verifica idrologica e idraulica, tra l'altro, si ritiene necessaria perché lo Studio AB presenta alcune imprecisioni che potrebbero inficiarne i risultati. Nel seguito, si elencano sommariamente tali imprecisioni che verranno approfondite successivamente:

- A) le **portate al colmo di piena risultano superiori rispetto ai valori presenti all'interno del PSDA** (cfr. pag. 12 dell'elaborato 1 "Relazione generale" dello Studio AB in contrasto con pagg. 108-110 dell'elaborato 6.1 "Studio idrologico per la valutazione delle piene - Relazione illustrativa" del PSDA); **in seguito all'accesso agli atti del 22.4.2014 è stato possibile accertare che tali portate siano state ricavate dal PSDA sommando i contributi del bacino sotteso dalla sezione di chiusura PE1 a quelli dell'interbacino PE1-NO1; tralasciando gli aspetti relativi alla opportunità di sommare le portate anziché le superfici dei bacini sottesi, si preferisce, in questa sede, considerare le portate dello Studio AB per ragioni cautelative**;

- B) la condizione al contorno di valle risulta troppo vicina all'area di interesse e, quindi, in grado di influenzare i risultati del tratto terminale; poco più a valle, tra l'altro, è presente un'immissione di entità rilevante: quella del torrente Nora;
- C) le distanze tra le sezioni non sembrano corrette in quanto le progressive misurate su GIS mostrano un profilo longitudinale che dovrebbe essere lungo circa 3.0 km (cfr. pag. 13 dell'elaborato 1 "Relazione generale" dello Studio AB) contro i 2.2 km mostrati nel profilo longitudinale (cfr. i profili longitudinali degli elaborati 2.2-2.3-2.4-2.5 dello Studio AB);
- D) nelle modellazioni sono presenti sezioni interpolate che sono indice di **simulazioni non stabili** che necessitano dell'inserimento di ulteriori sezioni intermedie: le sezioni interpolate non rappresentano la reale geometria del corso d'acqua, ma dipendono esclusivamente dalla sezione di monte e da quella di valle (cfr. gli elaborati 2.3-2.4-2.5 dello Studio AB);
- E) il fondo alveo non sembra sia stato correttamente rilevato perché è improbabile che, in alcune sezioni, l'area golenale abbia una quota più bassa del fondo alveo e, soprattutto, che per tutte le sezioni a valle il fiume Pescara presenti una profondità del "thalweg" di circa 7-8 m contro i 3-4 m mostrati nello Studio AB;
- F) le simulazioni sono state condotte in moto permanente (cfr. pag. 12 dell'elaborato 1 "Relazione generale" dello Studio AB) e, di conseguenza, non tengono conto dell'effetto di laminazione dei colmi di piena;
- G) i rilievi non risultano condivisibili in quanto riportano quote in contrasto con quelle rilevate in occasione del presente studio; in particolare, la quota di 30-31 mslm attribuita al piazzale del centro commerciale Megalò risulta errata dato che, nella realtà, essa è pari a 32.10 mslm.

Per tali ragioni, quindi, nella presente Relazione idrologica e idraulica sono state effettuate le seguenti attività:

- analisi idrologica volta alla determinazione degli idrogrammi di piena corrispondenti ad eventi meteorici con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni; come sezione di chiusura di riferimento per le analisi idrologiche è stato considerato il punto di confluenza del torrente Nora nel fiume Pescara situato circa 700 m a valle dell'area Megalò;
- analisi idraulica in grado di valutare le modalità di deflusso di tali onde di piena per gli scenari di "stato attuale" e di "stato di progetto".

Le attività suddette sono state svolte, in confronto diretto con lo Studio AB, nelle seguenti condizioni:

- A) **le portate al colmo di piena sono state adeguate a quanto riportato nello Studio AB** per ragioni cautelative;
- B) al fine di eliminare l'influenza delle condizioni al contorno, **il modello idrodinamico del fiume Pescara è stato esteso verso valle** fino alla foce nel Mar Adriatico;
- C) **le distanze tra le sezioni sono state adeguate a quanto effettivamente riscontrato sul territorio**, sulla cartografia e su quanto affermato nello stesso Studio AB (cfr. pag. 13 dell'elaborato 1 "Relazione generale");
- D) **non sono state inserite sezioni interpolate** al fine di non influenzare i risultati delle modellazioni con sezioni non rilevate direttamente;

- E) il fondo alveo, nonostante non lo si ritenga corretto, non è stato modificato rispetto allo Studio AB per ragioni cautelative;
- F) **le simulazioni sono state condotte in regime di moto vario** in base agli idrogrammi mostrati nel PSDA (cfr. pag. 56 dell'elaborato 7.1 "Studi idraulici per la mappatura delle aree sondabili - Relazione illustrativa delle elaborazioni condotte" del PSDA);
- G) le sezioni trasversali sono state mantenute, nonostante le difformità emerse in fase di rilievo, identiche a quelle dello Studio AB per ragioni cautelative.

In linea con l'**Ordinanza del Servizio del Genio Civile Regionale di Pescara prot. RA/312705 del 12.12.2013**, inoltre, la configurazione di "stato di progetto" prevede i seguenti interventi:

- **completamento dell'argine lungo il lato nord-est dell'area Megalò** mediante l'adeguamento in quota dell'argine esistente oltre al prolungamento dello stesso verso valle (cfr. gli altri elaborati progettuali allegati alla presente relazione);
- **demolizione del tratto di argine destro dell'area Megalò, lungo circa 150 m, che attualmente restringe l'area golenale del fiume Pescara** nel segmento compreso tra le sezioni 6 e 6.2.

Tali interventi, tra l'altro, sono in linea con lo studio iniziale redatto dal prof. Togna.

La presente relazione integra e sostituisce la precedente versione in quanto affianca alle conclusioni pregresse anche alcuni approfondimenti richiesti specificatamente dall'allegato D delle Norme di Attuazione del PSDA. La presente relazione, pertanto, deve essere considerata uno Studio di Compatibilità Idraulica ai sensi del medesimo allegato.

## 1.1 Riferimento allo studio del prof. Togna

Detto studio prevedeva il completamento dell'argine sino ad attestarsi nella parte collinare situata lungo la golenale in riva destra idraulica.

Allo stato attuale si tiene conto dell'esistenza della strada che da via Erasmo Piaggio conduce al centro commerciale Megalò che, essendo un elemento sovramontante rispetto al piano campagna, funge anche da rilevato arginale.

## 1.2 Opere previste in progetto

L'argine in progetto, quindi, deve allinearsi all'indicazione originaria prevista nello studio del prof. Togna e, per ragioni cautelative, deve prevedere degli esigui adeguamenti alle nuove portate imposte dallo Studio AB. Di conseguenza, si propone l'adeguamento in quota dell'argine esistente oltre alla realizzazione di un argine sul prolungamento dell'esistente lungo il confine della strada che conduce al centro commerciale Megalò.

La scelta del tipo di argine (da realizzarsi in parte con gabbionate e in parte con palancole) è dettata, oltre che da motivi di sicurezza, anche al fine di consentire una immediata realizzazione delle opere con un impatto ambientale minimo.

## 1.3 PSDA

Le attività sono state svolte nel rispetto delle normative nazionali vigenti e, in particolare, del PSDA che, adottato in data 9/11/2004 ed approvato definitivamente in data 29/1/2008,

delimita le aree a pericolosità molto elevata, elevata, media e moderata (P4, P3, P2 e P1 rispettivamente) per le inondazioni. Come mostrato nella seguente tabella, inoltre, individua le aree a rischio idraulico R4, R3, R2 o R1 in funzione sia del livello di pericolosità idraulica che del tipo di area e del danno potenziale distinto in molto alto, alto, moderato e basso (D4, D3, D2 e D1 rispettivamente).

VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO IDRAULICO		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA [Q50 - Q100 - Q200] (*)				
		P4 - MOLTO ELEVATA	P3 - ELEVATA	P2 - MEDIA	P1 - MODERATA	
		h50 > 1 m v50 > 1 m/s	1 m > h50 > 0.5 m h100 > 1 m v100 > 1 m/s	h100 > 0 m	h200 > 0 m	
DANNO POTENZIALE	D4 - MOLTO ALTO	ZONE A, B, C, C1	R4	R4	R2	R2
	D3 - ALTO	ZONE D1, D2	R3	R3	R2	R1
	D2 - MODERATA	ZONE E, FA, FB, FC, FC1, FC2	R2	R2	R1	R1
	D1 - BASSO	ZONE GOLENALI DISABITATE ED IMPRODUTTIVE	R1	R1	R1	R1

(\*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica.

**Tabella 1: Individuazione delle classi di rischio idraulico in funzione del livello di pericolosità idraulica e del danno potenziale all'interno del PSDA vigente**



## 2 Analisi idrologica

Come anticipato in premessa, l'analisi idrologica del presente studio è finalizzata alla definizione delle portate di piena del fiume Pescara con tempi di ritorno pari a 50, 100 e 200 anni.

Come sezione di chiusura di riferimento per tale analisi è stata scelta quella situata immediatamente a monte dell'immissione del torrente Nora dato che, come è possibile osservare nella figura seguente, è situata a poche centinaia di metri a valle dell'area di interesse.

L'obiettivo finale della presente analisi idrologica consiste nella ricostruzione degli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno citati con lo stesso metodo descritto all'interno dello studio idrologico del PSDA (elaborato 6.1 "Studio idrologico per la valutazione delle piene - Relazione illustrativa") ed utilizzati per il successivo studio idraulico (elaborato 7.1 "Studi idraulici per la mappatura delle aree sondabili - Relazione illustrativa delle elaborazioni condotte").

All'interno del PSDA, tuttavia, sono stati determinati gli idrogrammi di piena in corrispondenza di due sezioni di chiusura lungo il fiume Pescara: la prima è situata a monte dell'area di interesse all'altezza della diga di Alanno, l'altra è situata a valle dell'area di interesse in corrispondenza della stazione di misura di Santa Teresa. Tali sezioni sono state sinteticamente indicate nel PSDA come PE1 e PE2 rispettivamente (cfr. la figura seguente).

Nello stesso PSDA, inoltre, è specificato che, per il calcolo del valore della "piena indice", vale a dire della grandezza fondamentale per calcolare le portate di piena per qualunque tempo di ritorno, è necessario seguire la seguente procedura (cfr. pag. 42 dell'elaborato 6.1 "Studio idrologico per la valutazione delle piene - Relazione illustrativa"):

*«per siti fluviali ubicati su un corso d'acqua dove sono presenti più sezioni di misura, ad esempio lungo il fiume Pescara tra la sezione di Maraone e quella di Santa Teresa, sarà effettuata, oltre alla stima indiretta mediante le due equazioni proposte, anche una stima della portata indice  $m_Q$  alla sezione di interesse mediante riscalaggio a partire dalla più simile (in termini di area idrografica sottesa) delle sezioni di misura; tale riscalaggio sarà effettuato mediante una relazione del tipo:*

$$m_{Q2} = m_{Q1} \cdot (A_2/A_1)^m$$

*dove il pedice 2 indica la sezione di interesse ed il pedice 1 quella nella quale si dispone di misure sperimentali; l'esponente  $m$  sarà invece preventivamente calcolato applicando la formulazione precedente in base alle due sezioni per entrambe le quali si dispone di una stima sperimentale di  $m_Q$ .»*

L'applicazione di tale metodo, tuttavia, conduce alla determinazione di valori di portate al colmo di piena inferiori rispetto a quelli riportati all'interno dello Studio AB. Per ragioni cautelative, tuttavia, si è deciso di utilizzare questi ultimi valori.

In seguito all'accesso agli atti del 22.4.2014 è stato possibile determinare che, contrariamente alle suddette indicazioni del PSDA, tali portate siano state ottenute sommando le portate determinate mediante analisi statistica diretta per il bacino chiuso alla sezione PE1 (cfr. tab. 30m dell'elaborato 6.1 "Studio idrologico per la valutazione delle piene - Relazione illustrativa") a quelle dell'interbacino PE1-NO1 (cfr. tab. 30p dell'elaborato 6.1 "Studio idrologico per la valutazione delle piene - Relazione illustrativa").



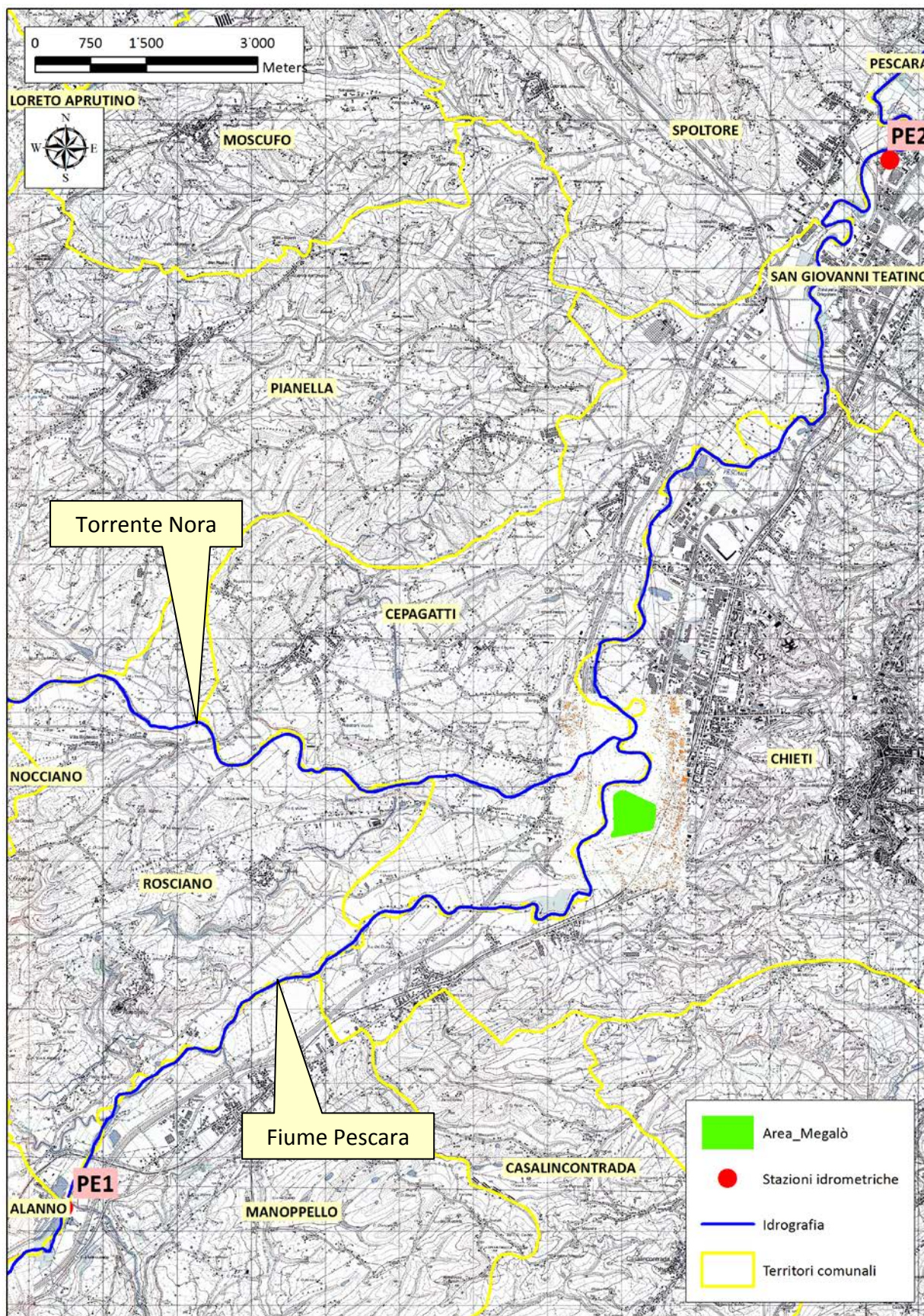


Figura 1: Corografia dell'area in esame con l'indicazione delle stazioni idrometriche e dell'area di interesse



Si precisa, tuttavia, che la metodologia che prevede di sommare le portate al colmo di piena anziché riapplicare il metodo al bacino idrografico dato dalla somma dei due bacini appare eccessivamente cautelativa in quanto prevede che si verifichi la contemporaneità degli eventi meteorici con pari tempo di ritorno su entrambi i sottobacini e, inoltre, che l'allineamento degli eventi sia tale da poter sommare i colmi di piena. Tali condizioni appaiono estremamente rare e dovrebbero condurre ad una probabilità di accadimento minore (quindi ad un tempo di ritorno maggiore) rispetto a quella di riferimento.

Ad ogni modo, come precisato in precedenza, nella tabella seguente si riportano i valori della portata al colmo di piena per gli eventi con i tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni utilizzati nel presente studio. Tali valori sono identici a quelli dello Studio AB e sono stati posti a confronto con quelli determinati dal PSDA per le sezioni PE1 e PE2.

	Sezione PE1	Presente studio	Studio AB	Sezione PE2
<b>T (anni)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (m³/s)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (m³/s)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (m³/s)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (m³/s)</b>
50	633	970	970	1094
100	754	1152	1152	1305
200	878	1338	1338	1518
<b>T (anni)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (%)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (%)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (%)</b>	<b>Q<sub>T</sub> (%)</b>
50	58%	89%	89%	100%
100	58%	88%	88%	100%
200	58%	88%	88%	100%

**Tabella 7: Confronto tra le portate al colmo di piena per il bacino del fiume Pescara a monte dell'immissione del torrente Nora con quelle dello Studio AB e con quelle delle sezioni PE1 e PE2 del PSDA**

In analogia agli idrogrammi riportati nel PSDA e in conformità con i tempi di corrivazione calcolati dallo stesso PSDA per la sezione PE1, si riportano, nella figura seguente, gli idrogrammi di piena utilizzati per la successiva analisi idraulica.

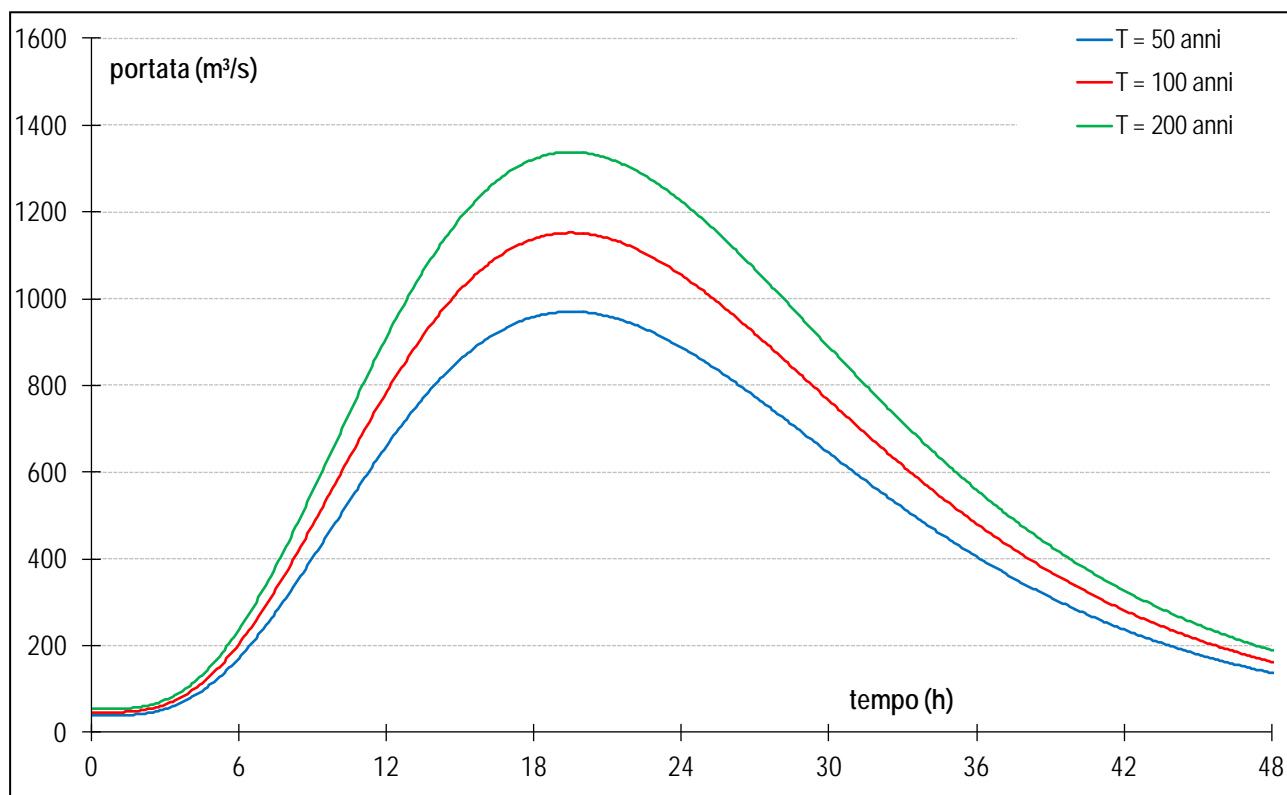


Figura 3: Idrogrammi di piena per la sezione di riferimento (relativi al bacino idrografico del fiume Pescara chiuso a monte della confluenza del torrente Nora)

### 3 Analisi idraulica

Le verifiche idrauliche, finalizzate all'esecuzione degli obiettivi descritti in premessa, sono state eseguite utilizzando il codice di calcolo MIKE 11 HD (modulo idrodinamico monodimensionale) del DHI Water & Environment, del quale viene fornita una sintetica descrizione nell'allegato 1.

L'analisi idraulica è consistita nella verifica delle condizioni di deflusso nel tratto di corso d'acqua d'interesse negli scenari di "stato attuale" e di "progetto" in concomitanza del transito delle portate di piena con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

Le simulazioni idrodinamiche sono state condotte, a differenza di quanto effettuato nello Studio AB (cfr. punto F in premessa), in condizioni di moto vario mediante la messa a punto di un modello numerico di dettaglio costruito tramite il codice di calcolo MIKE 11 HD.

#### 3.1 Geometria del modello idrodinamico

La schematizzazione geometrica dell'alveo è stata effettuata in modo da ottenere una buona rappresentazione del deflusso in piena, tenendo conto delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua e delle strutture interferenti con il moto.

Il tratto di alveo considerato, compreso tra la zona di interesse e la foce nel Mare Adriatico, è stato schematizzato con 68 sezioni trasversali ricavate dai rilievi disponibili. Come precisato in premessa (cfr. punto B in premessa), **il modello idrodinamico del fiume Pescara è stato esteso**

**verso valle fino alla foce in modo da non lasciare che la condizione al contorno di valle risulti troppo vicina all'area di interesse** e, quindi, in grado di influenzare i risultati della zona di interesse.

Nelle figure 5 e 6 sono riportate le localizzazioni delle sezioni utilizzate per la modellazione.

Nella tabella seguente è riportato l'elenco delle sezioni di rilievo con la numerazione adottata e le progressive longitudinali che individuano le stesse nell'ambito del modello di simulazione. Nella stessa tabella sono indicate anche le quote di fondo e le quote di intradosso in caso di presenza di attraversamenti.

Sezioni trasversali													
Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)		Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)		Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)
1	-920	30.75			6.2	1524	27.42			pe21	8456	11.34	
1.1	-748	30.87			7	1531	27.41			pe22	9188	6.31	
1.2	-695	30.42	42.50		7.1	1610	27.35			pe23	9546	6.20	
1.3	-682	30.42	42.50		7.2	1696	27.26			pe24	9743	6.64	
2	-583	30.43			7.3	1762	27.20			pe25	10118	3.31	
2.1	-484	30.44			8	1828	27.14			pe26	10407	6.23	
2.2	-352	30.35			8.1	1914	27.07			pe27	10701	3.40	
2.3	-193	30.23			9	2000	27.00			pe28	11128	3.43	
3	-61	30.13			cnora	2130	23.57			pe29	11440	5.25	
3.1	51	29.95	39.00		pe7	2944	20.63			pe30	11718	5.10	
3.2	58	28.95	39.00		pe8	3396	19.20			pe31	12008	2.96	
3.3	137	28.80			pe9	3765	19.91			pe32	12383	2.83	
3.4	256	28.57			pe10	4394	18.84			pe33	12650	2.96	
3.5	388	28.29			pe11	4700	17.63			pe34	13233	1.84	
4	467	28.15			pe12	5192	18.41			pe35	15008	-2.74	
4.1	547	28.10			pe13	5591	13.70			pe36	15567	-2.83	
4.2	626	28.06			pe14	6073	14.61			pe37	16441	-2.88	
4.3	705	28.02			pe15	6313	14.33			pe38	16870	-2.60	
5	784	27.97			pe16	6741	11.41			pe39	17423	-2.12	
5.1	930	27.88			pe17	7168	11.69			pe40	18219	-3.80	
5.2	1088	27.76			pe18	7508	10.59			pe41	18824	-4.11	
6	1187	27.70			pe19	7755	10.48			mare	21000	-5.00	
6.1	1419	27.52			pe20	8200	6.86						

**Tabella 9: Sezioni trasversali, distanze progressive e quote di fondo di riferimento**

Nella tabella precedente si nota, in particolare, come **le distanze tra le sezioni siano state adeguate a quanto effettivamente riscontrato sul territorio**, sulla cartografia e su quanto affermato nello stesso Studio AB (cfr. pag. 13 dell'elaborato 1 "Relazione generale" dello Studio AB e punto C in premessa).

Nella stessa tabella si nota come le prime 31 sezioni siano le medesime utilizzate all'interno dello Studio AB. La loro geometria è stata mantenuta, nonostante le perplessità illustrate in premessa (cfr. punti E e G), identica a quella dello Studio AB per ragioni cautelative.

Nel presente studio, inoltre, **non sono state inserite sezioni interpolate** al fine di non influenzare i risultati delle modellazioni con sezioni non rilevate direttamente (cfr. punto D in premessa).

## 3.2 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno, necessarie per l'esecuzione di simulazioni idrodinamiche con il modello, sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte: idrogramma di portata corrispondente agli eventi con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni per la sezione del fiume Pescara a monte della confluenza del torrente Nora;
- condizione al contorno di valle: livello idrico pari ad 1.00 mslm per tenere conto della eventuale contemporaneità di maree e/o mareggiate.

A tali condizioni al contorno è stata aggiunta un'immissione laterale in corrispondenza della confluenza del torrente Nora costituita dagli idrogrammi di portata relativi agli eventi con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni per la sezione del torrente Nora posta all'immissione nel fiume Pescara.

## 3.3 Parametri di scabrezza

In maniera conforme a quanto effettuato all'interno dello Studio AB, per l'intero tratto oggetto di studio è stato assunto un valore per il coefficiente di Strickler pari a  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (corrispondente ad un coefficiente di Manning di  $0.033 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$ ) per l'alveo inciso e  $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  ( $0.040 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$ ) per le aree golenali.



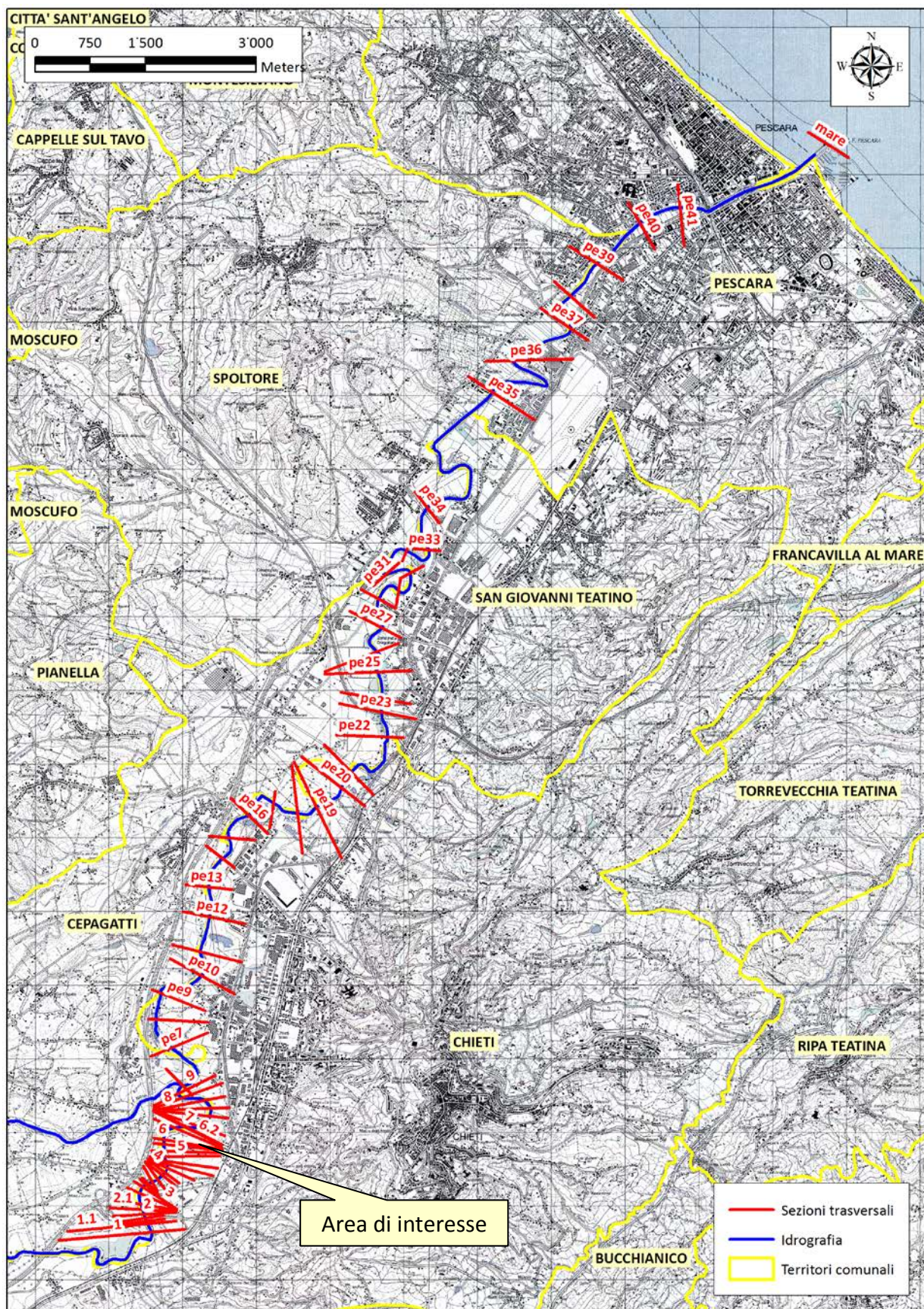


Figura 5: Corografia con l'ubicazione delle sezioni di calcolo



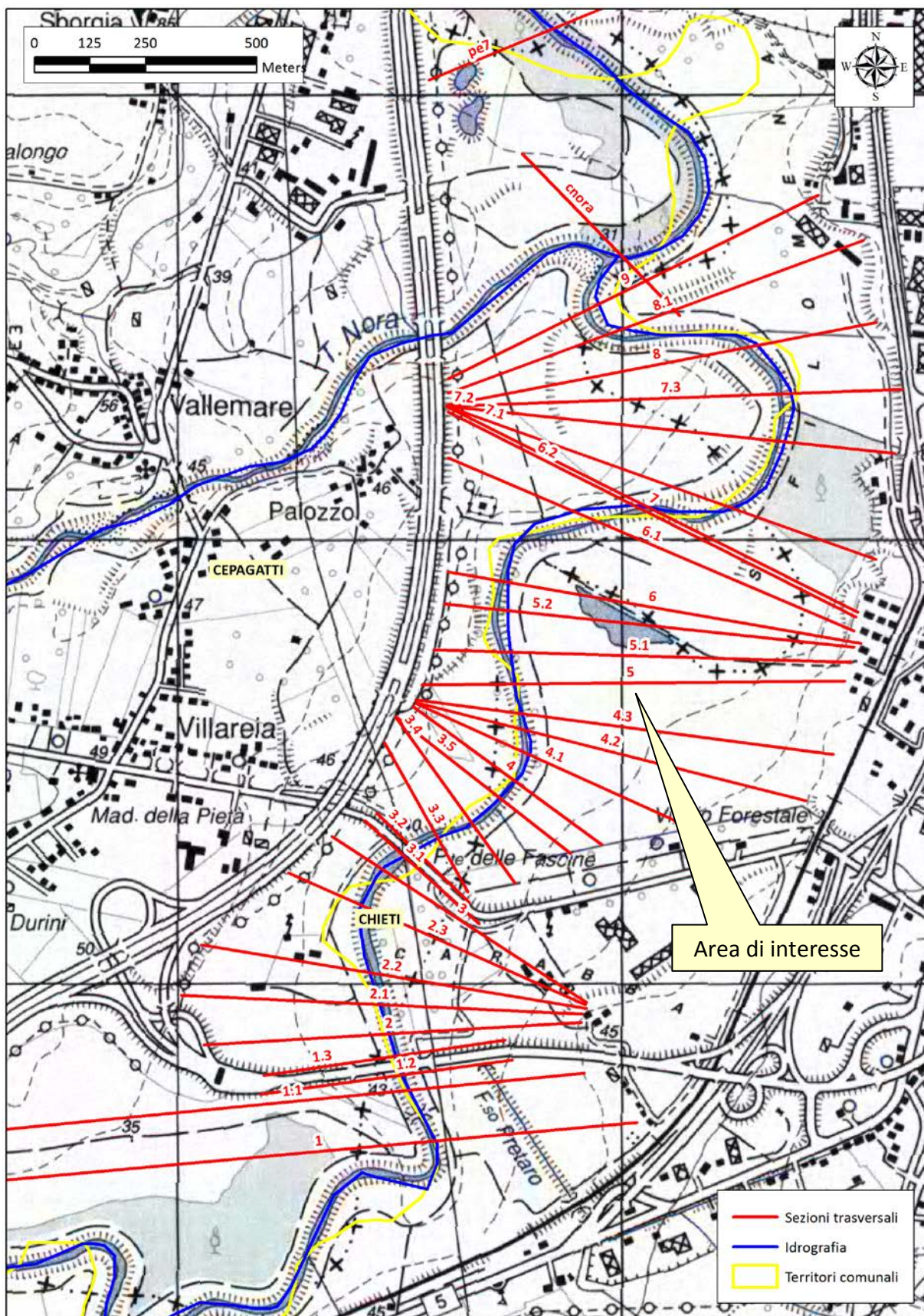


Figura 6: Planimetria con l'ubicazione delle sezioni di calcolo in corrispondenza dell'area di intervento



### 3.4 Simulazioni idrodinamiche

Sono state condotte diverse simulazioni in moto vario per determinare i profili longitudinali di corrente lungo il tratto descritto di fiume Pescara in occasione di eventi meteorici con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

La determinazione del profilo longitudinale del tratto di corso d'acqua in esame è necessaria al fine della valutazione sia dei livelli di pelo libero che delle aree allagabili per le configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto".

Come precisato in precedenza (e come visibile nella figura seguente), l'intervento in progetto sarà realizzato lungo la sponda destra idraulica del fiume Pescara nella zona a monte dell'immissione del torrente Nora e consiste nelle seguenti attività:

- **completamento dell'argine lungo il lato nord-est dell'area Megalò** mediante l'adeguamento in quota dell'argine esistente oltre al prolungamento dello stesso verso valle (cfr. gli altri elaborati progettuali allegati alla presente relazione e la figura seguente);
- **demolizione del tratto di argine destro dell'area Megalò, lungo circa 150 m, che attualmente restringe l'area golenale del fiume Pescara** nel segmento compreso tra le sezioni 6 e 6.2 (cfr. la figura seguente).

Tali interventi sono in linea con l'Ordinanza del Servizio del Genio Civile Regionale di Pescara prot. RA/312705 del 12.12.2013 e, soprattutto, trovano riscontro nelle seguenti simulazioni idrauliche in quanto il completamento dell'argine nord-est è utile per la completa protezione dell'area Megalò, mentre la demolizione del tratto terminale è utile per la riduzione del livello di pelo libero a monte e, quindi, per la diminuzione del rischio idraulico complessivo.

### 3.5 Risultati delle simulazioni

Nelle tabelle seguenti sono illustrati i risultati della simulazioni condotte per i differenti tempi di ritorno considerati e per le configurazioni di "stato attuale" e di "progetto". In corrispondenza delle sezioni trasversali d'alveo inserite nel modello sono elencati i seguenti parametri caratterizzanti i profili di corrente e relativi all'istante di picco:

- "Sez." = identificativo della sezione di rilievo;
- "Progr." = progressiva metrica lungo l'asta (m);
- "Fondo" = quota di fondo (mslm);
- "Intrad." = quota di intradosso dell'attraversamento (mslm);
- "Q" = portata liquida ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
- "h" = quota di pelo libero (mslm);
- "y" = altezza d'acqua sul fondo (m);
- "A" = area della sezione liquida ( $\text{m}^2$ );
- "b" = larghezza del pelo libero (m);
- "v" = velocità media della corrente (m/s);
- "Fr" = numero di Froude della corrente (-);
- "Argine" = quota del rilevato arginale destro (attuale o di progetto) (mslm);
- "Franco" = franco di sicurezza del livello di pelo libero rispetto all'argine destro (m).

Nelle figure successive sono mostrati i profili longitudinali contenenti gli inviluppi dei valori massimi dei livelli di pelo libero della corrente.



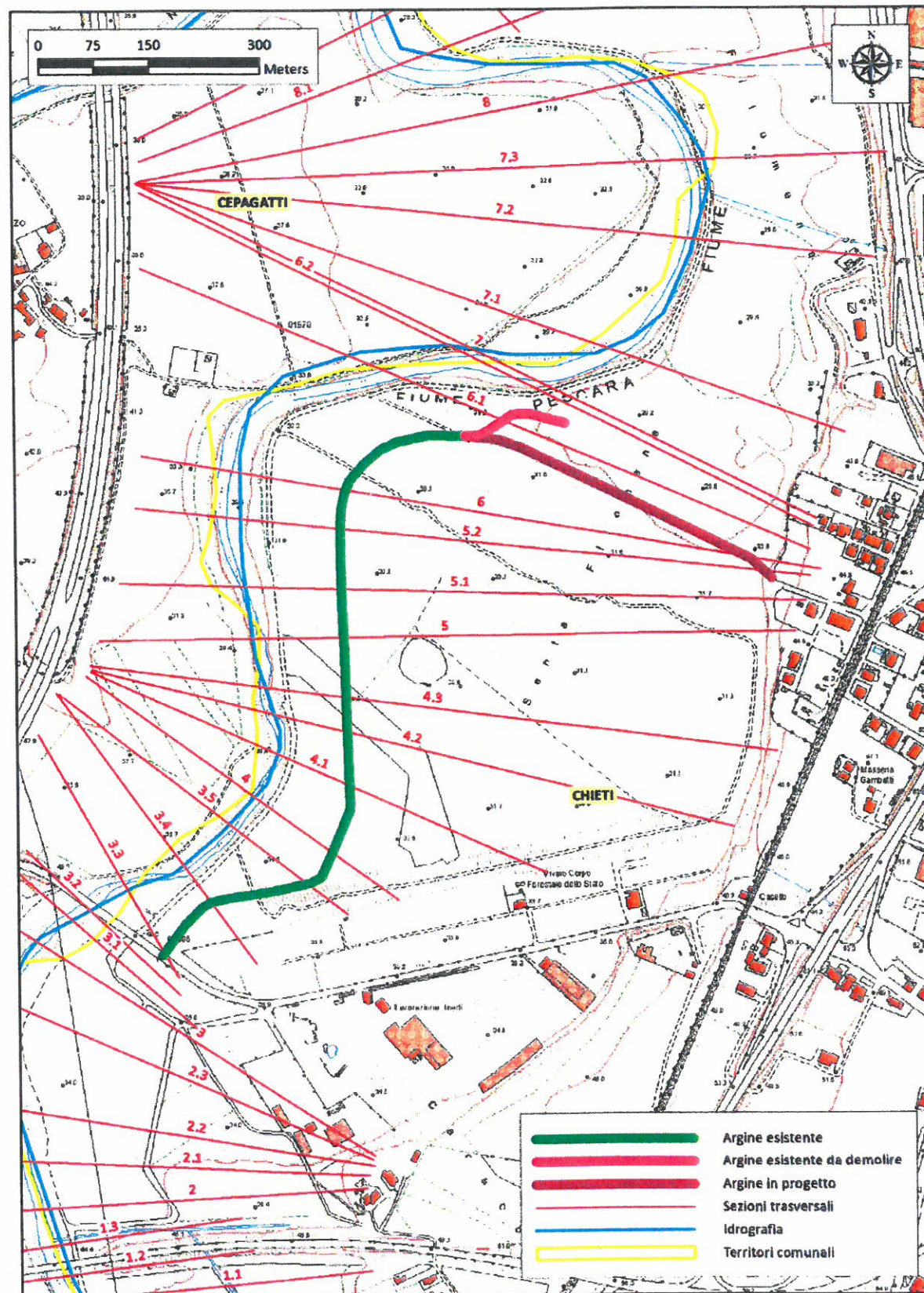


Figura 7: Planimetria dell'area di interesse con l'indicazione degli interventi in progetto

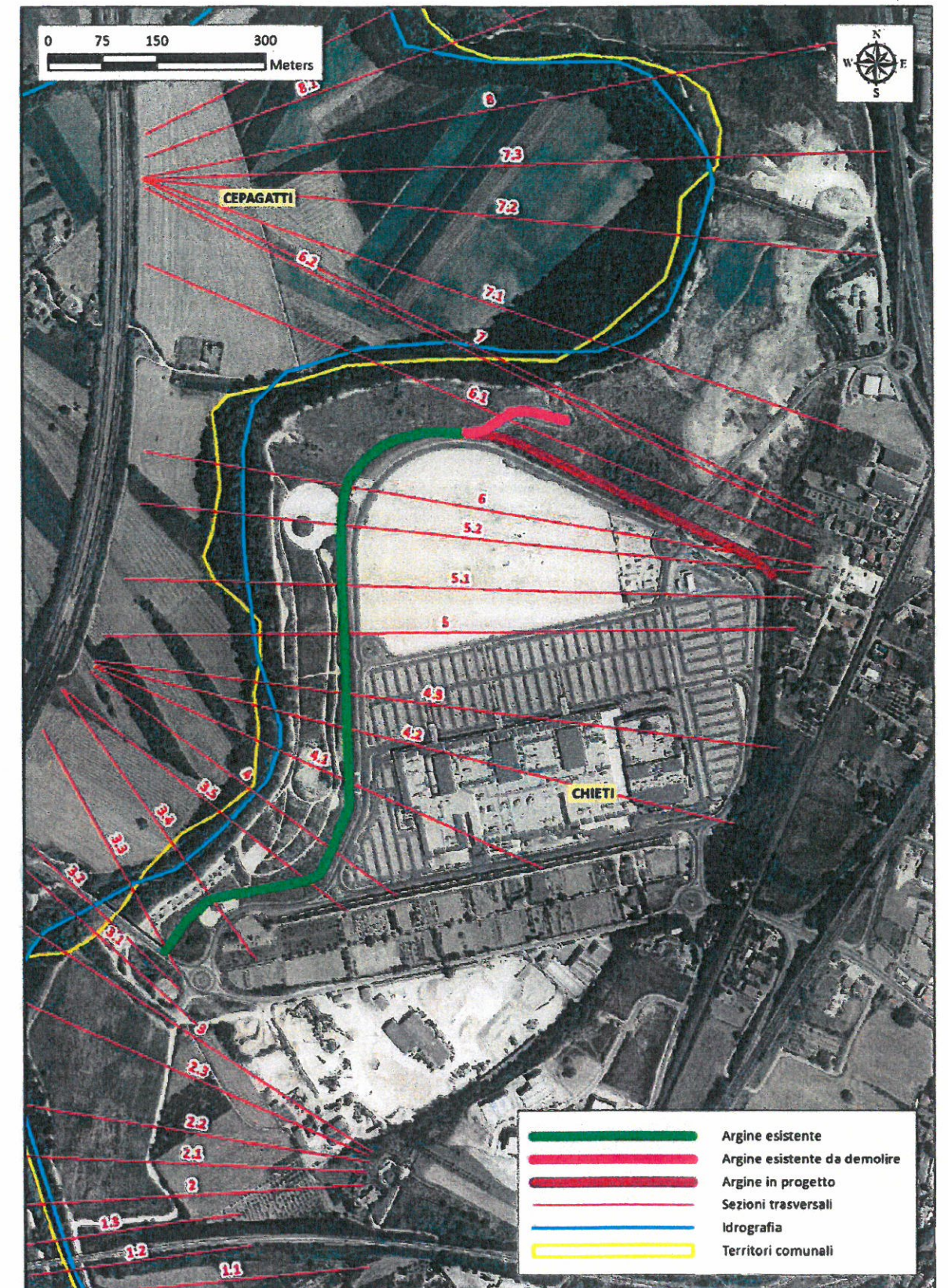


Figura 8: Planimetria dell'area di interesse con l'indicazione degli interventi in progetto su base ortofoto



Stato attuale - T = 50 anni												
Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)	Q (m³/s)	h (mslm)	y (m)	A (m²)	b (m)	v (m/s)	Fr (-)	Argine (mslm)	Franco (m)
1	-920	30.75		970.0	37.92	7.17	2963.1	1314.42	0.33	0.07		
1.1	-748	30.87		969.9	37.04	6.17	1753.7	1041.52	0.55	0.14		
1.2	-695	30.42	42.50	969.9	36.57	6.15	405.0	143.09	2.39	0.45		
1.3	-682	30.42	42.50	969.9	36.33	5.91	461.9	179.11	2.10	0.42		
2	-583	30.43		969.8	36.33	5.90	694.0	704.69	1.40	0.45		
2.1	-484	30.44		969.8	36.30	5.86	964.0	713.21	1.01	0.28		
2.2	-352	30.35		969.7	36.27	5.92	1029.5	678.71	0.94	0.24		
2.3	-193	30.23		969.6	36.23	6.00	1071.1	588.80	0.91	0.21		
3	-61	30.13		969.6	35.99	5.86	907.7	566.63	1.07	0.27		
3.1	51	29.95	39.00	969.6	35.46	5.51	317.6	143.59	3.05	0.66		
3.2	58	28.95	39.00	969.6	35.11	6.16	490.4	198.09	1.98	0.40		
3.3	137	28.80		969.6	35.04	6.24	493.2	250.04	1.97	0.45	39.10	4.06
3.4	256	28.57		969.5	35.00	6.43	580.2	290.73	1.67	0.38	37.80	2.80
3.5	388	28.29		969.5	34.97	6.68	745.2	382.84	1.30	0.30	35.80	0.83
4	467	28.15		969.4	34.95	6.80	785.0	375.76	1.23	0.27	35.30	0.35
4.1	547	28.10		969.4	34.94	6.84	896.1	317.53	1.08	0.21	35.30	0.36
4.2	626	28.06		969.3	34.92	6.86	857.7	335.15	1.13	0.23	35.40	0.48
4.3	705	28.02		969.3	34.89	6.87	817.6	323.87	1.19	0.24	35.20	0.31
5	784	27.97		969.3	34.87	6.90	853.4	323.22	1.14	0.22	35.00	0.13
5.1	930	27.88		969.2	34.86	6.98	967.9	313.84	1.00	0.18	35.30	0.45
5.2	1088	27.76		969.1	34.74	6.98	635.6	265.17	1.52	0.31	35.20	0.46
6	1187	27.70		969.1	34.74	7.04	757.1	250.96	1.28	0.24	34.60	-0.14
6.1	1419	27.52		969.1	33.45	5.93	242.6	128.24	4.00	0.93	34.20	0.75
6.2	1524	27.42		969.0	32.24	4.82	654.5	629.39	1.48	0.46		
7	1531	27.41		968.9	32.23	4.82	634.9	607.47	1.53	0.48		
7.1	1610	27.35		968.8	32.15	4.80	642.3	596.60	1.51	0.46		
7.2	1696	27.26		968.7	32.15	4.89	956.3	571.94	1.01	0.25		
7.3	1762	27.20		968.7	32.13	4.93	949.4	574.58	1.02	0.25		
8	1828	27.14		968.6	32.13	4.99	1228.0	698.83	0.79	0.19		
8.1	1914	27.07		968.4	32.14	5.07	2159.5	633.44	0.45	0.08		
9	2000	27.00		968.3	32.13	5.13	2170.4	627.70	0.45	0.08		
cnora	2130	23.57		1268.3	32.11	8.54	2030.1	638.18	0.62	0.11		
pe7	2944	20.63		1268.2	30.73	10.09	370.4	201.71	3.42	0.81		
pe8	3396	19.20		1268.2	29.29	10.09	830.1	150.36	1.53	0.21		
pe9	3765	19.91		1268.2	27.63	7.72	239.6	75.50	5.29	0.95		
pe10	4394	18.84		1268.2	25.58	6.74	399.6	177.37	3.17	0.68		
pe11	4700	17.63		1268.1	25.46	7.83	912.6	268.64	1.39	0.24		
pe12	5192	18.41		1268.1	24.38	5.97	308.4	147.43	4.11	0.91		
pe13	5591	13.70		1268.1	22.85	9.15	709.0	284.04	1.79	0.36		
pe14	6073	14.61		1268.1	21.72	7.11	541.9	273.91	2.34	0.53		
pe15	6313	14.33		1268.1	21.15	6.82	672.8	277.53	1.88	0.39		
pe16	6741	11.41		1268.1	19.97	8.56	349.8	141.44	3.63	0.74		
pe17	7168	11.69		1268.1	18.30	6.60	340.4	200.82	3.73	0.91		
pe18	7508	10.59		1268.0	17.30	6.71	1107.7	880.00	1.14	0.33		
pe19	7755	10.48		1268.0	16.93	6.45	1193.4	1290.00	1.06	0.35		
pe20	8200	6.86		1267.9	16.14	9.28	1024.3	890.00	1.24	0.37		
pe21	8456	11.34		1267.8	15.73	4.39	1173.4	797.80	1.08	0.28		
pe22	9188	6.31		1267.4	14.12	7.81	992.6	732.28	1.28	0.35		
pe23	9546	6.20		1267.1	13.85	7.65	1582.7	950.00	0.80	0.20		
pe24	9743	6.64		1267.0	13.50	6.86	718.5	581.04	1.76	0.51		
pe25	10118	3.31		1266.7	13.03	9.73	1787.8	760.00	0.71	0.15		
pe26	10407	6.23		1266.3	12.73	6.51	945.4	783.83	1.34	0.39		
pe27	10701	3.40		1266.0	12.53	9.13	1781.4	630.00	0.71	0.13		
pe28	11128	3.43		1265.9	12.13	8.70	527.4	124.99	2.40	0.37		
pe29	11440	5.25		1265.9	12.07	6.83	1027.0	297.95	1.23	0.21		
pe30	11718	5.10		1265.8	11.44	6.34	465.5	167.58	2.72	0.52		
pe31	12008	2.96		1265.8	10.66	7.69	536.2	168.79	2.36	0.42		
pe32	12383	2.83		1265.7	10.39	7.55	972.4	294.56	1.30	0.23		
pe33	12650	2.96		1265.6	10.12	7.17	661.7	198.64	1.91	0.33		
pe34	13233	1.84		1265.4	9.31	7.47	536.9	209.33	2.36	0.47		
pe35	15008	-2.74		1264.5	7.33	10.06	861.9	271.90	1.47	0.26		
pe36	15567	-2.83		1264.1	7.23	10.06	998.7	251.07	1.27	0.20		
pe37	16441	-2.88		1263.9	6.86	9.74	739.4	135.06	1.71	0.23		
pe38	16870	-2.60		1263.9	6.44	9.04	512.2	137.96	2.47	0.41		
pe39	17423	-2.12		1263.9	5.75	7.86	441.6	133.50	2.86	0.50		
pe40	18219	-3.80		1263.7	4.32	8.12	382.3	175.28	3.31	0.71		
pe41	18824	-4.11		1263.7	3.16	7.27	379.3	145.60	3.33	0.66		
mare	21000	-5.00		1263.6	1.00	6.00	1800.0	300.00	0.70	0.09		

**Tabella 10: Risultati della simulazione con T = 50 anni per la configurazione di "stato attuale"**

Stato attuale - T = 100 anni												
Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)	Q (m³/s)	h (mslm)	y (m)	A (m²)	b (m)	v (m/s)	Fr (-)	Argine (mslm)	Franco (m)
1	-920	30.75		1152.0	38.28	7.53	3330.9	1346.56	0.35	0.07		
1.1	-748	30.87		1151.2	37.69	6.82	2288.9	1079.62	0.50	0.11		
1.2	-695	30.42	42.50	1151.2	37.36	6.94	508.9	154.41	2.26	0.40		
1.3	-682	30.42	42.50	1151.2	36.62	6.20	508.1	184.34	2.27	0.44		
2	-583	30.43		1151.1	36.67	6.24	878.1	711.90	1.31	0.38		
2.1	-484	30.44		1151.1	36.64	6.20	1159.2	736.04	0.99	0.25		
2.2	-352	30.35		1151.0	36.61	6.26	1219.0	682.70	0.94	0.23		
2.3	-193	30.23		1150.9	36.57	6.34	1235.9	596.25	0.93	0.21		
3	-61	30.13		1150.9	36.36	6.23	1082.6	574.39	1.06	0.25		
3.1	51	29.95	39.00	1150.9	35.85	5.90	363.3	151.25	3.17	0.65		
3.2	58	28.95	39.00	1150.9	35.42	6.47	543.0	199.34	2.12	0.41		
3.3	137	28.80		1150.9	35.36	6.56	558.4	257.20	2.06	0.45	39.10	3.74
3.4	256	28.57		1150.8	35.31	6.74	653.6	300.42	1.76	0.38	37.80	2.49
3.5	388	28.29		1150.8	35.29	7.00	844.4	407.36	1.36	0.30	35.80	0.51
4	467	28.15		1150.7	35.26	7.11	878.6	379.77	1.31	0.27	35.30	0.04
4.1	547	28.10		1150.7	35.26	7.16	980.0	324.06	1.17	0.22	35.30	0.04
4.2	626	28.06		1150.6	35.23	7.17	941.8	338.30	1.22	0.23	35.40	0.17
4.3	705	28.02		1150.6	35.20	7.18	897.7	327.95	1.28	0.25	35.20	0.00
5	784	27.97		1150.5	35.18	7.21	933.4	330.16	1.23	0.23	35.00	-0.18
5.1	930	27.88		1150.5	35.16	7.28	1044.8	317.48	1.10	0.19	35.30	0.14
5.2	1088	27.76		1150.4	35.04	7.28	699.5	277.61	1.64	0.33	35.20	0.16
6	1187	27.70		1150.4	35.03	7.33	815.4	253.57	1.41	0.25	34.60	-0.43
6.1	1419	27.52		1150.4	33.75	6.23	276.0	131.31	4.17	0.92	34.20	0.45
6.2	1524	27.42		1150.3	32.60	5.18	835.1	640.87	1.38	0.39		
7	1531	27.41		1150.3	32.58	5.17	811.2	617.61	1.42	0.40		
7.1	1610	27.35		1150.2	32.53	5.18	832.4	626.96	1.38	0.38		
7.2	1696	27.26		1150.0	32.52	5.26	1136.4	602.45	1.01	0.24		
7.3	1762	27.20		1150.0	32.50	5.30	1130.7	611.31	1.02	0.24		
8	1828	27.14		1149.9	32.51	5.37	1442.7	710.95	0.80	0.18		
8.1	1914	27.07		1149.8	32.52	5.45	2347.1	637.31	0.49	0.08		
9	2000	27.00		1149.7	32.51	5.51	2354.4	631.97	0.49	0.08		
cnora	2130	23.57		1507.5	32.49	8.92	2213.7	642.56	0.68	0.12		
pe7	2944	20.63		1507.4	31.16	10.52	439.8	210.42	3.43	0.76		
pe8	3396	19.20		1507.4	29.81	10.61	909.0	150.36	1.66	0.22		
pe9	3765	19.91		1507.4	28.09	8.17	263.7	76.22	5.72	0.98		
pe10	4394	18.84		1507.4	25.85	7.01	447.3	177.37	3.37	0.68		
pe11	4700	17.63		1507.4	25.74	8.11	987.6	268.64	1.53	0.25		
pe12	5192	18.41		1507.4	24.65	6.24	348.2	147.43	4.33	0.90		
pe13	5591	13.70		1507.3	23.18	9.48	802.5	285.57	1.88	0.36		
pe14	6073	14.61		1507.3	22.02	7.41	624.5	275.52	2.41	0.51		
pe15	6313	14.33		1507.3	21.46	7.13	758.3	277.53	1.99	0.38		
pe16	6741	11.41		1507.3	20.26	8.84	389.7	141.44	3.87	0.74		
pe17	7168	11.69		1507.3	18.55	6.85	390.6	201.22	3.86	0.88		
pe18	7508	10.59		1507.3	17.40	6.81	1199.6	880.00	1.26	0.34		
pe19	7755	10.48		1507.3	17.03	6.55	1323.0	1290.00	1.14	0.36		
pe20	8200	6.86		1507.3	16.29	9.43	1157.2	890.00	1.30	0.36		
pe21	8456	11.34		1507.2	15.90	4.56	1308.2	800.00	1.15	0.29		
pe22	9188	6.31		1506.8	14.38	8.07	1187.2	739.90	1.27	0.32		
pe23	9546	6.20		1506.4	14.12	7.92	1843.5	950.00	0.82	0.19		
pe24	9743	6.64		1506.2	13.80	7.16	894.6	584.38	1.68	0.43		
pe25	10118	3.31		1505.8	13.38	10.08	2053.5	760.00	0.73	0.14		
pe26	10407	6.23		1505.5	13.14	6.92	1267.4	790.50	1.19	0.30		
pe27	10701	3.40		1505.1	12.97	9.58	2062.4	630.00	0.73	0.13		
pe28	11128	3.43		1505.0	12.53	9.10	577.9	125.62	2.60	0.39		
pe29	11440	5.25		1505.0	12.48	7.23	1148.9	297.95	1.31	0.21		
pe30	11718	5.10		1504.9	11.85	6.75	535.0	168.23	2.81	0.50		
pe31	12008	2.96		1504.8	11.09	8.13	609.9	169.14	2.47	0.41		
pe32	12383	2.83		1504.7	10.84	8.00	1104.8	294.56	1.36	0.22		
pe33	12650	2.96		1504.7	10.57	7.61	750.2	199.38	2.01	0.33		
pe34	13233	1.84		1504.5	9.77	7.93	633.2	210.44	2.38	0.44		
pe35	15008	-2.74		1503.5	7.89	10.63	1015.4	271.90	1.48	0.24		
pe36	15567	-2.83		1503.2	7.80	10.63	1142.2	251.07	1.32	0.20		
pe37	16441	-2.88		1503.1	7.40	10.28	812.4	135.54	1.85	0.24		
pe38	16870	-2.60		1503.0	6.96	9.56	585.6	143.86	2.57	0.41		
pe39	17423	-2.12		1502.9	6.24	8.36	509.4	141.04	2.95	0.50		
pe40	18219	-3.80		1502.9	4.86	8.65	476.5	175.59	3.15	0.61		
pe41	18824	-4.11		1502.8	3.66	7.77	458.8	166.82	3.28	0.63		
mare	21000	-5.00		1502.8	1.00	6.00	1800.0	300.00	0.83	0.11		

**Tabella 11: Risultati della simulazione con T = 100 anni per la configurazione di "stato attuale"**

Stato attuale - T = 200 anni												
Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)	Q (m³/s)	h (mslm)	y (m)	A (m²)	b (m)	v (m/s)	Fr (-)	Argine (mslm)	Franco (m)
1	-920	30.75		1338.0	39.36	8.61	4512.7	1437.20	0.30	0.05		
1.1	-748	30.87		1335.9	39.15	8.28	3553.8	1180.93	0.38	0.07		
1.2	-695	30.42	42.50	1335.9	38.99	8.57	744.1	170.53	1.80	0.27		
1.3	-682	30.42	42.50	1335.9	36.92	6.50	556.9	189.73	2.40	0.45		
2	-583	30.43		1335.8	37.00	6.57	1061.6	719.01	1.26	0.33		
2.1	-484	30.44		1335.8	36.98	6.54	1354.6	748.53	0.99	0.23		
2.2	-352	30.35		1335.7	36.95	6.60	1405.7	686.60	0.95	0.21		
2.3	-193	30.23		1335.6	36.91	6.68	1399.3	603.54	0.95	0.20		
3	-61	30.13		1335.6	36.73	6.60	1253.7	581.89	1.07	0.23		
3.1	51	29.95	39.00	1335.6	36.21	6.26	409.3	159.00	3.26	0.65		
3.2	58	28.95	39.00	1335.6	35.71	6.76	592.3	200.51	2.25	0.42		
3.3	137	28.80		1335.6	35.65	6.85	621.1	263.91	2.15	0.45	39.10	3.45
3.4	256	28.57		1335.5	35.61	7.04	724.7	309.53	1.84	0.38	37.80	2.19
3.5	388	28.29		1335.5	35.59	7.30	943.7	424.64	1.42	0.30	35.80	0.21
4	467	28.15		1335.4	35.56	7.41	967.7	382.93	1.38	0.28	35.30	-0.26
4.1	547	28.10		1335.4	35.55	7.45	1060.4	329.23	1.26	0.22	35.30	-0.25
4.2	626	28.06		1335.3	35.53	7.47	1021.9	341.27	1.31	0.24	35.40	-0.13
4.3	705	28.02		1335.3	35.50	7.48	974.1	330.95	1.37	0.26	35.20	-0.29
5	784	27.97		1335.2	35.48	7.51	1010.4	336.34	1.32	0.24	35.00	-0.48
5.1	930	27.88		1335.2	35.46	7.58	1118.1	320.50	1.19	0.20	35.30	-0.16
5.2	1088	27.76		1335.1	35.32	7.56	762.6	289.08	1.75	0.34	35.20	-0.12
6	1187	27.70		1335.1	35.31	7.61	871.5	260.39	1.53	0.27	34.60	-0.71
6.1	1419	27.52		1335.0	34.04	6.52	308.3	134.12	4.33	0.91	34.20	0.16
6.2	1524	27.42		1335.0	32.92	5.50	1003.9	650.18	1.33	0.34		
7	1531	27.41		1334.9	32.91	5.50	977.1	638.75	1.37	0.35		
7.1	1610	27.35		1334.8	32.87	5.52	1006.6	635.43	1.33	0.34		
7.2	1696	27.26		1334.7	32.86	5.60	1306.4	639.02	1.02	0.23		
7.3	1762	27.20		1334.6	32.84	5.64	1307.3	678.68	1.02	0.23		
8	1828	27.14		1334.6	32.85	5.71	1638.7	721.84	0.81	0.17		
8.1	1914	27.07		1334.5	32.86	5.79	2516.6	640.79	0.53	0.09		
9	2000	27.00		1334.4	32.85	5.85	2520.8	635.80	0.53	0.08		
cnora	2130	23.57		1751.0	32.82	9.25	2379.3	646.49	0.74	0.12		
pe7	2944	20.63		1750.8	31.57	10.93	510.6	225.96	3.43	0.73		
pe8	3396	19.20		1750.8	30.29	11.09	981.1	150.36	1.78	0.22		
pe9	3765	19.91		1750.7	28.50	8.59	286.1	76.56	6.12	1.01		
pe10	4394	18.84		1750.7	26.10	7.26	491.2	177.37	3.56	0.68		
pe11	4700	17.63		1750.7	25.99	8.36	1055.9	268.64	1.66	0.27		
pe12	5192	18.41		1750.7	24.90	6.49	385.0	147.43	4.55	0.90		
pe13	5591	13.70		1750.7	23.47	9.76	884.2	285.90	1.98	0.36		
pe14	6073	14.61		1750.7	22.30	7.69	701.7	276.01	2.49	0.50		
pe15	6313	14.33		1750.7	21.74	7.41	836.4	277.53	2.09	0.38		
pe16	6741	11.41		1750.6	20.52	9.10	426.4	141.44	4.11	0.75		
pe17	7168	11.69		1750.6	18.78	7.09	437.6	201.60	4.00	0.87		
pe18	7508	10.59		1750.7	17.50	6.91	1286.5	880.00	1.36	0.36		
pe19	7755	10.48		1750.6	17.13	6.65	1446.9	1290.00	1.21	0.36		
pe20	8200	6.86		1750.6	16.41	9.55	1265.3	890.00	1.38	0.37		
pe21	8456	11.34		1750.5	16.03	4.70	1418.6	800.00	1.23	0.30		
pe22	9188	6.31		1749.9	14.65	8.34	1381.6	745.96	1.27	0.30		
pe23	9546	6.20		1749.4	14.40	8.20	2106.2	950.00	0.83	0.18		
pe24	9743	6.64		1749.2	14.10	7.46	1072.4	593.86	1.63	0.39		
pe25	10118	3.31		1748.7	13.73	10.43	2320.2	760.00	0.75	0.14		
pe26	10407	6.23		1748.2	13.54	7.31	1579.6	791.53	1.11	0.25		
pe27	10701	3.40		1747.9	13.40	10.00	2329.8	630.00	0.75	0.12		
pe28	11128	3.43		1747.7	12.91	9.48	626.4	126.23	2.79	0.40		
pe29	11440	5.25		1747.6	12.87	7.63	1265.5	297.95	1.38	0.21		
pe30	11718	5.10		1747.6	12.24	7.15	601.3	168.85	2.91	0.49		
pe31	12008	2.96		1747.6	11.50	8.54	679.2	169.47	2.57	0.41		
pe32	12383	2.83		1747.5	11.26	8.42	1228.9	294.56	1.42	0.22		
pe33	12650	2.96		1747.4	10.98	8.03	833.1	200.06	2.10	0.33		
pe34	13233	1.84		1747.2	10.19	8.36	722.4	211.46	2.42	0.42		
pe35	15008	-2.74		1746.4	8.41	11.14	1155.2	271.90	1.51	0.23		
pe36	15567	-2.83		1746.1	8.31	11.15	1272.0	251.07	1.37	0.19		
pe37	16441	-2.88		1745.9	7.89	10.77	885.7	165.88	1.97	0.27		
pe38	16870	-2.60		1745.9	7.44	10.04	658.3	155.67	2.65	0.41		
pe39	17423	-2.12		1745.8	6.70	8.82	580.6	161.16	3.01	0.51		
pe40	18219	-3.80		1745.7	5.32	9.11	557.2	175.85	3.13	0.56		
pe41	18824	-4.11		1745.6	4.12	8.22	538.7	182.06	3.24	0.60		
mare	21000	-5.00		1745.5	1.00	6.00	1800.0	300.00	0.97	0.13		

**Tabella 12: Risultati della simulazione con T = 200 anni per la configurazione di "stato attuale"**

Stato di progetto - T = 50 anni												
Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)	Q (m³/s)	h (mslm)	y (m)	A (m²)	b (m)	v (m/s)	Fr (-)	Argine (mslm)	Franco (m)
1	-920	30.75		970.0	37.92	7.17	2963.1	1314.42	0.33	0.07		
1.1	-748	30.87		969.9	37.04	6.17	1753.7	1041.52	0.55	0.14		
1.2	-695	30.42	42.50	969.9	36.57	6.15	405.0	143.09	2.39	0.45		
1.3	-682	30.42	42.50	969.9	36.33	5.91	461.9	179.11	2.10	0.42		
2	-583	30.43		969.8	36.33	5.90	694.0	704.69	1.40	0.45		
2.1	-484	30.44		969.8	36.30	5.86	964.0	713.21	1.01	0.28		
2.2	-352	30.35		969.7	36.27	5.92	1029.5	678.71	0.94	0.24		
2.3	-193	30.23		969.6	36.23	6.00	1071.1	588.80	0.91	0.21		
3	-61	30.13		969.6	35.99	5.86	907.7	566.63	1.07	0.27		
3.1	51	29.95	39.00	969.6	35.46	5.51	317.6	143.59	3.05	0.66		
3.2	58	28.95	39.00	969.6	34.49	5.54	386.1	189.92	2.51	0.56		
3.3	137	28.80		969.6	34.28	5.48	343.4	232.07	2.82	0.74	39.10	4.82
3.4	256	28.57		969.6	34.11	5.54	386.9	260.69	2.51	0.66	37.80	3.69
3.5	388	28.29		969.6	33.92	5.63	441.4	350.85	2.20	0.63	35.80	1.88
4	467	28.15		969.6	33.80	5.65	460.7	343.88	2.10	0.58	35.40	1.60
4.1	547	28.10		969.6	33.79	5.69	607.5	285.25	1.60	0.35	35.40	1.61
4.2	626	28.06		969.5	33.71	5.65	549.0	297.25	1.77	0.41	35.40	1.69
4.3	705	28.02		969.5	33.61	5.59	505.9	285.70	1.92	0.46	35.20	1.59
5	784	27.97		969.5	33.54	5.57	530.8	291.17	1.83	0.43	35.10	1.56
5.1	930	27.88		969.5	33.47	5.59	633.6	297.50	1.53	0.33	35.30	1.83
5.2	1088	27.76		969.5	33.01	5.25	317.6	192.34	3.05	0.76	35.20	2.19
6	1187	27.70		969.5	32.86	5.16	414.7	217.34	2.34	0.54	34.60	1.74
6.1	1419	27.52		969.4	32.47	4.95	730.4	553.80	1.33	0.37	34.10	1.63
6.2	1524	27.42		969.3	32.24	4.82	654.8	629.41	1.48	0.46	34.00	1.76
7	1531	27.41		969.2	32.23	4.82	635.1	607.48	1.53	0.48		
7.1	1610	27.35		969.1	32.16	4.81	642.5	596.77	1.51	0.46		
7.2	1696	27.26		969.0	32.15	4.89	956.5	571.98	1.01	0.25		
7.3	1762	27.20		968.9	32.13	4.93	949.6	574.62	1.02	0.25		
8	1828	27.14		968.8	32.13	4.99	1228.2	698.84	0.79	0.19		
8.1	1914	27.07		968.7	32.14	5.07	2159.7	633.45	0.45	0.08		
9	2000	27.00		968.6	32.14	5.14	2170.6	627.70	0.45	0.08		
cnora	2130	23.57		1268.6	32.11	8.54	2030.3	638.18	0.62	0.11		
pe7	2944	20.63		1268.4	30.73	10.09	370.5	201.71	3.42	0.81		
pe8	3396	19.20		1268.4	29.29	10.09	830.2	150.36	1.53	0.21		
pe9	3765	19.91		1268.4	27.63	7.72	239.6	75.50	5.29	0.95		
pe10	4394	18.84		1268.4	25.58	6.74	399.6	177.37	3.17	0.68		
pe11	4700	17.63		1268.4	25.46	7.83	912.7	268.64	1.39	0.24		
pe12	5192	18.41		1268.4	24.39	5.97	308.5	147.43	4.11	0.91		
pe13	5591	13.70		1268.3	22.85	9.15	709.1	284.04	1.79	0.36		
pe14	6073	14.61		1268.3	21.72	7.11	541.9	273.91	2.34	0.53		
pe15	6313	14.33		1268.3	21.15	6.82	672.9	277.53	1.88	0.39		
pe16	6741	11.41		1268.3	19.97	8.56	349.8	141.44	3.63	0.74		
pe17	7168	11.69		1268.3	18.30	6.60	340.4	200.83	3.73	0.91		
pe18	7508	10.59		1268.3	17.30	6.71	1107.8	880.00	1.14	0.33		
pe19	7755	10.48		1268.3	16.93	6.45	1193.5	1290.00	1.06	0.35		
pe20	8200	6.86		1268.2	16.14	9.28	1024.5	890.00	1.24	0.37		
pe21	8456	11.34		1268.0	15.73	4.39	1173.5	797.81	1.08	0.28		
pe22	9188	6.31		1267.6	14.12	7.81	992.8	732.29	1.28	0.35		
pe23	9546	6.20		1267.4	13.85	7.65	1583.0	950.00	0.80	0.20		
pe24	9743	6.64		1267.2	13.50	6.86	718.6	581.05	1.76	0.51		
pe25	10118	3.31		1266.9	13.03	9.73	1788.1	760.00	0.71	0.15		
pe26	10407	6.23		1266.6	12.73	6.51	945.7	783.83	1.34	0.39		
pe27	10701	3.40		1266.3	12.53	9.13	1781.7	630.00	0.71	0.13		
pe28	11128	3.43		1266.2	12.13	8.70	527.4	124.99	2.40	0.37		
pe29	11440	5.25		1266.1	12.07	6.83	1027.1	297.95	1.23	0.21		
pe30	11718	5.10		1266.1	11.44	6.34	465.6	167.58	2.72	0.52		
pe31	12008	2.96		1266.0	10.66	7.69	536.3	168.79	2.36	0.42		
pe32	12383	2.83		1265.9	10.39	7.55	972.5	294.56	1.30	0.23		
pe33	12650	2.96		1265.9	10.12	7.17	661.8	198.64	1.91	0.33		
pe34	13233	1.84		1265.7	9.31	7.47	537.0	209.33	2.36	0.47		
pe35	15008	-2.74		1264.7	7.33	10.06	862.1	271.90	1.47	0.26		
pe36	15567	-2.83		1264.4	7.23	10.06	998.9	251.07	1.27	0.20		
pe37	16441	-2.88		1264.2	6.86	9.74	739.5	135.06	1.71	0.23		
pe38	16870	-2.60		1264.1	6.44	9.04	512.3	137.96	2.47	0.41		
pe39	17423	-2.12		1264.1	5.75	7.86	441.6	133.50	2.86	0.50		
pe40	18219	-3.80		1264.0	4.32	8.12	382.4	175.28	3.31	0.71		
pe41	18824	-4.11		1263.9	3.16	7.27	379.4	145.64	3.33	0.66		
mare	21000	-5.00		1263.9	1.00	6.00	1800.0	300.00	0.70	0.09		

**Tabella 13: Risultati della simulazione con T = 50 anni per la configurazione di "stato di progetto"**

Stato di progetto - T = 100 anni												
Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)	Q (m³/s)	h (mslm)	y (m)	A (m²)	b (m)	v (m/s)	Fr (-)	Argine (mslm)	Franco (m)
1	-920	30.75		1152.0	38.28	7.53	3330.9	1346.56	0.35	0.07		
1.1	-748	30.87		1151.2	37.69	6.82	2288.9	1079.62	0.50	0.11		
1.2	-695	30.42	42.50	1151.2	37.36	6.94	508.9	154.41	2.26	0.40		
1.3	-682	30.42	42.50	1151.2	36.62	6.20	508.1	184.34	2.27	0.44		
2	-583	30.43		1151.1	36.67	6.24	878.1	711.90	1.31	0.38		
2.1	-484	30.44		1151.1	36.64	6.20	1159.2	736.04	0.99	0.25		
2.2	-352	30.35		1151.0	36.61	6.26	1219.0	682.70	0.94	0.23		
2.3	-193	30.23		1150.9	36.57	6.34	1235.9	596.25	0.93	0.21		
3	-61	30.13		1150.9	36.36	6.23	1082.6	574.39	1.06	0.25		
3.1	51	29.95	39.00	1150.9	35.85	5.90	363.3	151.25	3.17	0.65		
3.2	58	28.95	39.00	1150.9	34.75	5.80	429.7	196.64	2.68	0.58		
3.3	137	28.80		1150.9	34.55	5.75	395.4	238.94	2.91	0.72	39.10	4.55
3.4	256	28.57		1150.9	34.37	5.80	441.8	270.23	2.61	0.65	37.80	3.43
3.5	388	28.29		1150.9	34.20	5.91	520.3	359.38	2.21	0.59	35.80	1.60
4	467	28.15		1150.9	34.09	5.94	538.8	357.55	2.14	0.56	35.40	1.31
4.1	547	28.10		1150.9	34.07	5.97	674.7	294.92	1.71	0.36	35.40	1.33
4.2	626	28.06		1150.9	33.98	5.92	615.5	310.25	1.87	0.42	35.40	1.42
4.3	705	28.02		1150.8	33.88	5.86	567.7	296.46	2.03	0.47	35.20	1.32
5	784	27.97		1150.8	33.81	5.84	592.5	297.56	1.94	0.44	35.10	1.29
5.1	930	27.88		1150.8	33.73	5.85	695.2	300.57	1.66	0.35	35.30	1.57
5.2	1088	27.76		1150.7	33.25	5.49	356.0	202.43	3.23	0.78	35.20	1.95
6	1187	27.70		1150.7	33.10	5.40	455.5	220.53	2.53	0.56	34.60	1.50
6.1	1419	27.52		1150.6	32.77	5.25	861.3	562.50	1.34	0.34	34.10	1.33
6.2	1524	27.42		1150.5	32.60	5.18	835.3	640.88	1.38	0.39	34.00	1.41
7	1531	27.41		1150.5	32.58	5.17	811.3	617.62	1.42	0.40		
7.1	1610	27.35		1150.4	32.53	5.18	832.5	626.97	1.38	0.38		
7.2	1696	27.26		1150.3	32.52	5.26	1136.5	602.47	1.01	0.24		
7.3	1762	27.20		1150.2	32.50	5.30	1130.9	611.36	1.02	0.24		
8	1828	27.14		1150.1	32.51	5.37	1442.9	710.96	0.80	0.18		
8.1	1914	27.07		1150.0	32.52	5.45	2347.2	637.32	0.49	0.08		
9	2000	27.00		1149.9	32.51	5.51	2354.6	631.97	0.49	0.08		
cnora	2130	23.57		1507.7	32.49	8.92	2213.8	642.56	0.68	0.12		
pe7	2944	20.63		1507.6	31.16	10.52	439.8	210.44	3.43	0.76		
pe8	3396	19.20		1507.6	29.82	10.61	909.0	150.36	1.66	0.22		
pe9	3765	19.91		1507.6	28.09	8.17	263.8	76.22	5.72	0.98		
pe10	4394	18.84		1507.6	25.85	7.01	447.3	177.37	3.37	0.68		
pe11	4700	17.63		1507.6	25.74	8.11	987.6	268.64	1.53	0.25		
pe12	5192	18.41		1507.6	24.65	6.24	348.2	147.43	4.33	0.90		
pe13	5591	13.70		1507.5	23.18	9.48	802.6	285.57	1.88	0.36		
pe14	6073	14.61		1507.5	22.02	7.41	624.6	275.52	2.41	0.51		
pe15	6313	14.33		1507.5	21.46	7.13	758.4	277.53	1.99	0.38		
pe16	6741	11.41		1507.5	20.26	8.84	389.7	141.44	3.87	0.74		
pe17	7168	11.69		1507.5	18.55	6.85	390.7	201.22	3.86	0.88		
pe18	7508	10.59		1507.5	17.40	6.81	1199.7	880.00	1.26	0.34		
pe19	7755	10.48		1507.4	17.03	6.55	1323.1	1290.00	1.14	0.36		
pe20	8200	6.86		1507.4	16.29	9.43	1157.2	890.00	1.30	0.36		
pe21	8456	11.34		1507.4	15.90	4.56	1308.3	800.00	1.15	0.29		
pe22	9188	6.31		1507.0	14.38	8.07	1187.3	739.91	1.27	0.32		
pe23	9546	6.20		1506.6	14.12	7.92	1843.7	950.00	0.82	0.19		
pe24	9743	6.64		1506.4	13.80	7.16	894.7	584.38	1.68	0.43		
pe25	10118	3.31		1506.0	13.38	10.08	2053.7	760.00	0.73	0.14		
pe26	10407	6.23		1505.7	13.14	6.92	1267.7	790.50	1.19	0.30		
pe27	10701	3.40		1505.3	12.98	9.58	2062.6	630.00	0.73	0.13		
pe28	11128	3.43		1505.2	12.53	9.10	577.9	125.62	2.60	0.39		
pe29	11440	5.25		1505.2	12.48	7.24	1149.0	297.95	1.31	0.21		
pe30	11718	5.10		1505.1	11.85	6.75	535.0	168.23	2.81	0.50		
pe31	12008	2.96		1505.0	11.09	8.13	609.9	169.14	2.47	0.41		
pe32	12383	2.83		1504.9	10.84	8.00	1104.9	294.56	1.36	0.22		
pe33	12650	2.96		1504.9	10.57	7.61	750.3	199.38	2.01	0.33		
pe34	13233	1.84		1504.7	9.77	7.93	633.3	210.44	2.38	0.44		
pe35	15008	-2.74		1503.7	7.89	10.63	1015.5	271.90	1.48	0.24		
pe36	15567	-2.83		1503.4	7.80	10.63	1142.3	251.07	1.32	0.20		
pe37	16441	-2.88		1503.3	7.40	10.28	812.4	135.54	1.85	0.24		
pe38	16870	-2.60		1503.2	6.96	9.56	585.7	143.87	2.57	0.41		
pe39	17423	-2.12		1503.2	6.24	8.36	509.4	141.05	2.95	0.50		
pe40	18219	-3.80		1503.1	4.86	8.65	476.6	175.59	3.15	0.61		
pe41	18824	-4.11		1503.0	3.66	7.77	458.9	166.83	3.28	0.63		
mare	21000	-5.00		1503.0	1.00	6.00	1800.0	300.00	0.83	0.11		

**Tabella 14: Risultati della simulazione con T = 100 anni per la configurazione di "stato di progetto"**

Stato di progetto - T = 200 anni												
Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Intrad. (mslm)	Q (m³/s)	h (mslm)	y (m)	A (m²)	b (m)	v (m/s)	Fr (-)	Argine (mslm)	Franco (m)
1	-920	30.75		1338.0	39.36	8.61	4512.7	1437.20	0.30	0.05		
1.1	-748	30.87		1335.9	39.15	8.28	3553.8	1180.93	0.38	0.07		
1.2	-695	30.42	42.50	1335.9	38.99	8.57	744.1	170.53	1.80	0.27		
1.3	-682	30.42	42.50	1335.9	36.92	6.50	556.9	189.73	2.40	0.45		
2	-583	30.43		1335.8	37.00	6.57	1061.6	719.01	1.26	0.33		
2.1	-484	30.44		1335.8	36.98	6.54	1354.6	748.53	0.99	0.23		
2.2	-352	30.35		1335.7	36.95	6.60	1405.7	686.60	0.95	0.21		
2.3	-193	30.23		1335.6	36.91	6.68	1399.3	603.54	0.95	0.20		
3	-61	30.13		1335.6	36.73	6.60	1253.7	581.89	1.07	0.23		
3.1	51	29.95	39.00	1335.6	36.21	6.26	409.3	159.00	3.26	0.65		
3.2	58	28.95	39.00	1335.6	34.99	6.04	470.8	197.63	2.84	0.59		
3.3	137	28.80		1335.6	34.81	6.01	445.1	244.64	3.00	0.71	39.10	4.30
3.4	256	28.57		1335.6	34.62	6.05	495.9	279.17	2.69	0.65	37.80	3.18
3.5	388	28.29		1335.6	34.47	6.18	596.7	367.47	2.24	0.56	35.80	1.33
4	467	28.15		1335.6	34.36	6.21	616.0	368.40	2.17	0.54	35.40	1.04
4.1	547	28.10		1335.5	34.34	6.24	741.0	304.19	1.80	0.37	35.40	1.06
4.2	626	28.06		1335.5	34.25	6.19	682.1	322.77	1.96	0.43	35.40	1.15
4.3	705	28.02		1335.5	34.14	6.12	629.8	306.89	2.12	0.47	35.20	1.06
5	784	27.97		1335.5	34.06	6.09	653.8	303.78	2.04	0.44	35.10	1.04
5.1	930	27.88		1335.4	33.98	6.10	756.0	303.58	1.77	0.36	35.30	1.32
5.2	1088	27.76		1335.4	33.49	5.73	396.2	212.54	3.37	0.79	35.20	1.71
6	1187	27.70		1335.4	33.34	5.64	498.0	223.78	2.68	0.57	34.60	1.26
6.1	1419	27.52		1335.2	33.06	5.54	990.4	570.95	1.35	0.33	34.10	1.04
6.2	1524	27.42		1335.1	32.92	5.50	1004.0	650.18	1.33	0.34	34.00	1.08
7	1531	27.41		1335.1	32.91	5.50	977.2	638.76	1.37	0.35		
7.1	1610	27.35		1335.0	32.87	5.52	1006.7	635.43	1.33	0.34		
7.2	1696	27.26		1334.9	32.86	5.60	1306.5	639.05	1.02	0.23		
7.3	1762	27.20		1334.8	32.84	5.64	1307.4	678.69	1.02	0.23		
8	1828	27.14		1334.7	32.85	5.71	1638.8	721.84	0.81	0.17		
8.1	1914	27.07		1334.6	32.86	5.79	2516.7	640.79	0.53	0.09		
9	2000	27.00		1334.6	32.85	5.85	2520.9	635.80	0.53	0.08		
cnora	2130	23.57		1751.1	32.82	9.25	2379.4	646.49	0.74	0.12		
pe7	2944	20.63		1750.9	31.57	10.93	510.6	225.97	3.43	0.73		
pe8	3396	19.20		1750.9	30.29	11.09	981.2	150.36	1.78	0.22		
pe9	3765	19.91		1750.9	28.50	8.59	286.2	76.56	6.12	1.01		
pe10	4394	18.84		1750.9	26.10	7.26	491.2	177.37	3.56	0.68		
pe11	4700	17.63		1750.9	25.99	8.36	1055.9	268.64	1.66	0.27		
pe12	5192	18.41		1750.9	24.90	6.49	385.0	147.43	4.55	0.90		
pe13	5591	13.70		1750.9	23.47	9.77	884.3	285.90	1.98	0.36		
pe14	6073	14.61		1750.8	22.30	7.69	701.7	276.01	2.50	0.50		
pe15	6313	14.33		1750.8	21.74	7.41	836.5	277.53	2.09	0.38		
pe16	6741	11.41		1750.8	20.52	9.10	426.4	141.44	4.11	0.75		
pe17	7168	11.69		1750.8	18.78	7.09	437.7	201.60	4.00	0.87		
pe18	7508	10.59		1750.8	17.50	6.91	1286.5	880.00	1.36	0.36		
pe19	7755	10.48		1750.8	17.13	6.65	1447.0	1290.00	1.21	0.36		
pe20	8200	6.86		1750.7	16.41	9.55	1265.4	890.00	1.38	0.37		
pe21	8456	11.34		1750.6	16.03	4.70	1418.7	800.00	1.23	0.30		
pe22	9188	6.31		1750.0	14.65	8.34	1381.7	745.96	1.27	0.30		
pe23	9546	6.20		1749.6	14.40	8.20	2106.4	950.00	0.83	0.18		
pe24	9743	6.64		1749.3	14.10	7.46	1072.5	593.86	1.63	0.39		
pe25	10118	3.31		1748.8	13.73	10.43	2320.3	760.00	0.75	0.14		
pe26	10407	6.23		1748.4	13.54	7.31	1579.8	791.53	1.11	0.25		
pe27	10701	3.40		1748.1	13.40	10.00	2329.9	630.00	0.75	0.12		
pe28	11128	3.43		1747.9	12.92	9.49	626.4	126.23	2.79	0.40		
pe29	11440	5.25		1747.8	12.87	7.63	1265.6	297.95	1.38	0.21		
pe30	11718	5.10		1747.8	12.24	7.15	601.3	168.85	2.91	0.49		
pe31	12008	2.96		1747.7	11.50	8.54	679.2	169.47	2.57	0.41		
pe32	12383	2.83		1747.6	11.26	8.42	1229.0	294.56	1.42	0.22		
pe33	12650	2.96		1747.6	10.98	8.03	833.2	200.06	2.10	0.33		
pe34	13233	1.84		1747.3	10.19	8.36	722.4	211.46	2.42	0.42		
pe35	15008	-2.74		1746.5	8.41	11.14	1155.3	271.90	1.51	0.23		
pe36	15567	-2.83		1746.3	8.32	11.15	1272.1	251.07	1.37	0.19		
pe37	16441	-2.88		1746.1	7.89	10.77	885.7	165.88	1.97	0.27		
pe38	16870	-2.60		1746.0	7.44	10.04	658.3	155.68	2.65	0.41		
pe39	17423	-2.12		1746.0	6.71	8.82	580.6	161.16	3.01	0.51		
pe40	18219	-3.80		1745.9	5.32	9.11	557.3	175.85	3.13	0.56		
pe41	18824	-4.11		1745.8	4.12	8.23	538.7	182.07	3.24	0.60		
mare	21000	-5.00		1745.7	1.00	6.00	1800.0	300.00	0.97	0.13		

**Tabella 15: Risultati della simulazione con T = 200 anni per la configurazione di "stato di progetto"**



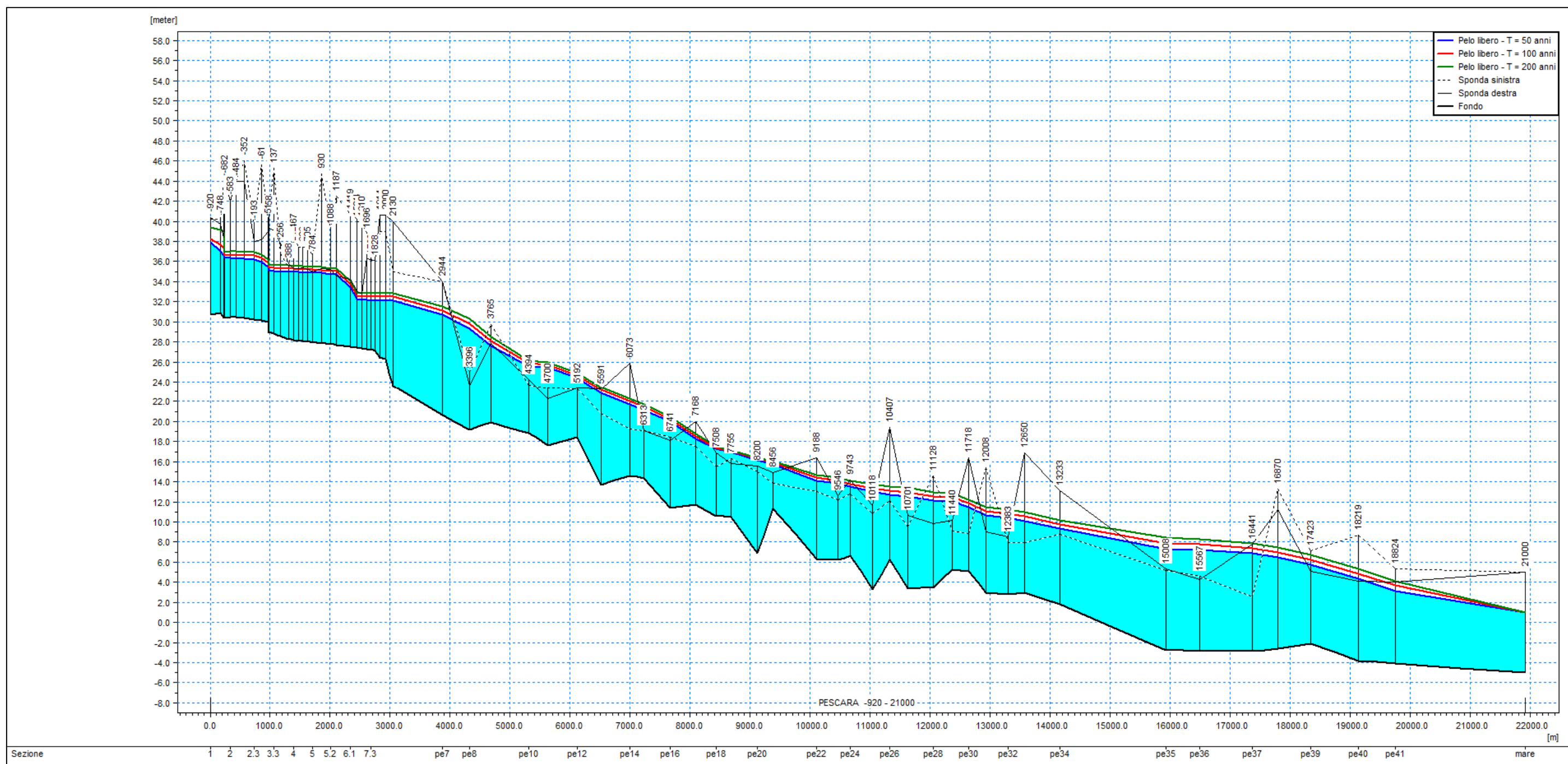


Figura 8: Profilo longitudinale nella configurazione di "stato attuale"

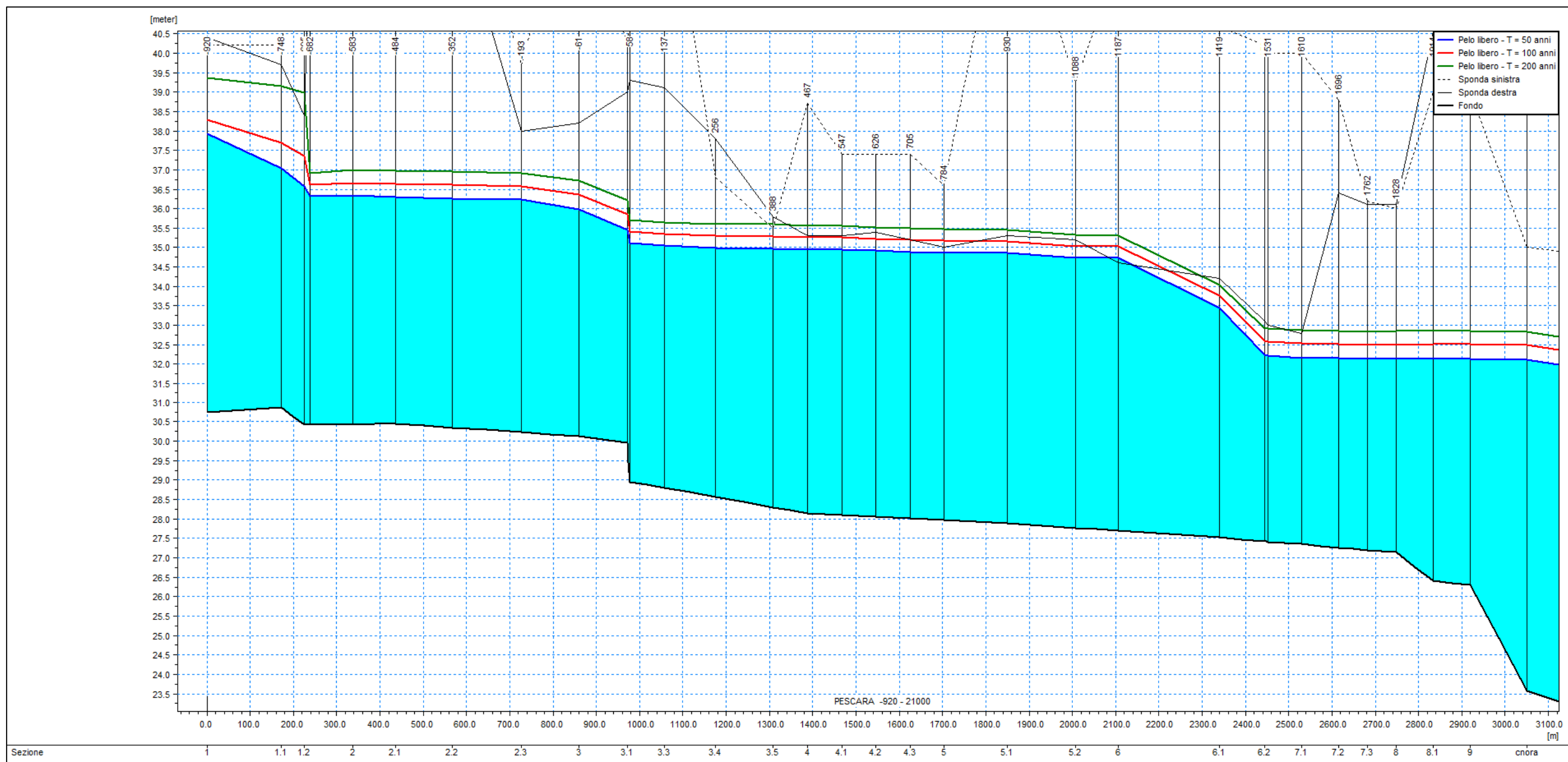


Figura 9: Profilo longitudinale nella configurazione di "stato attuale" con l'ingrandimento dell'area di interesse

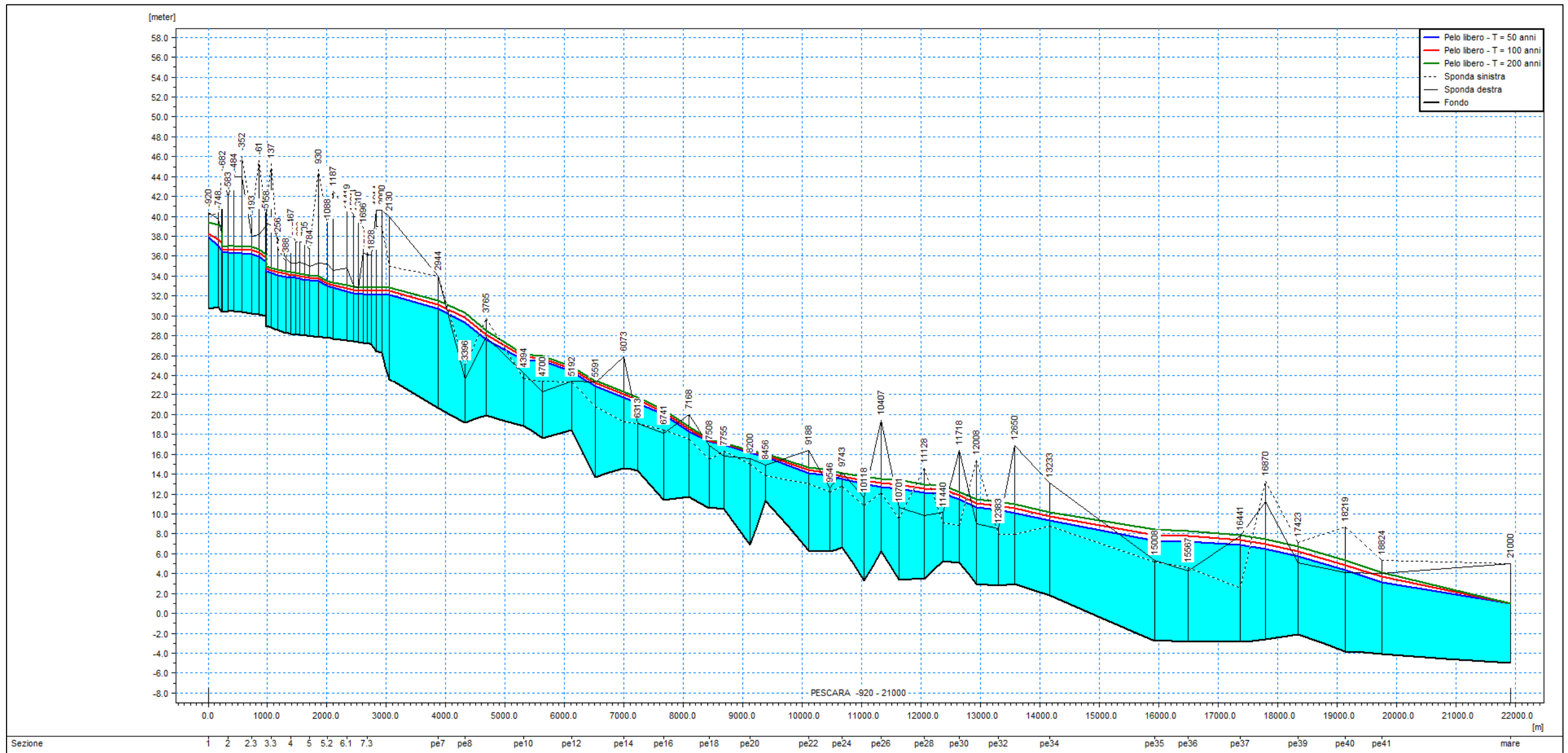


Figura 10: Profilo longitudinale nella configurazione di "stato di progetto"

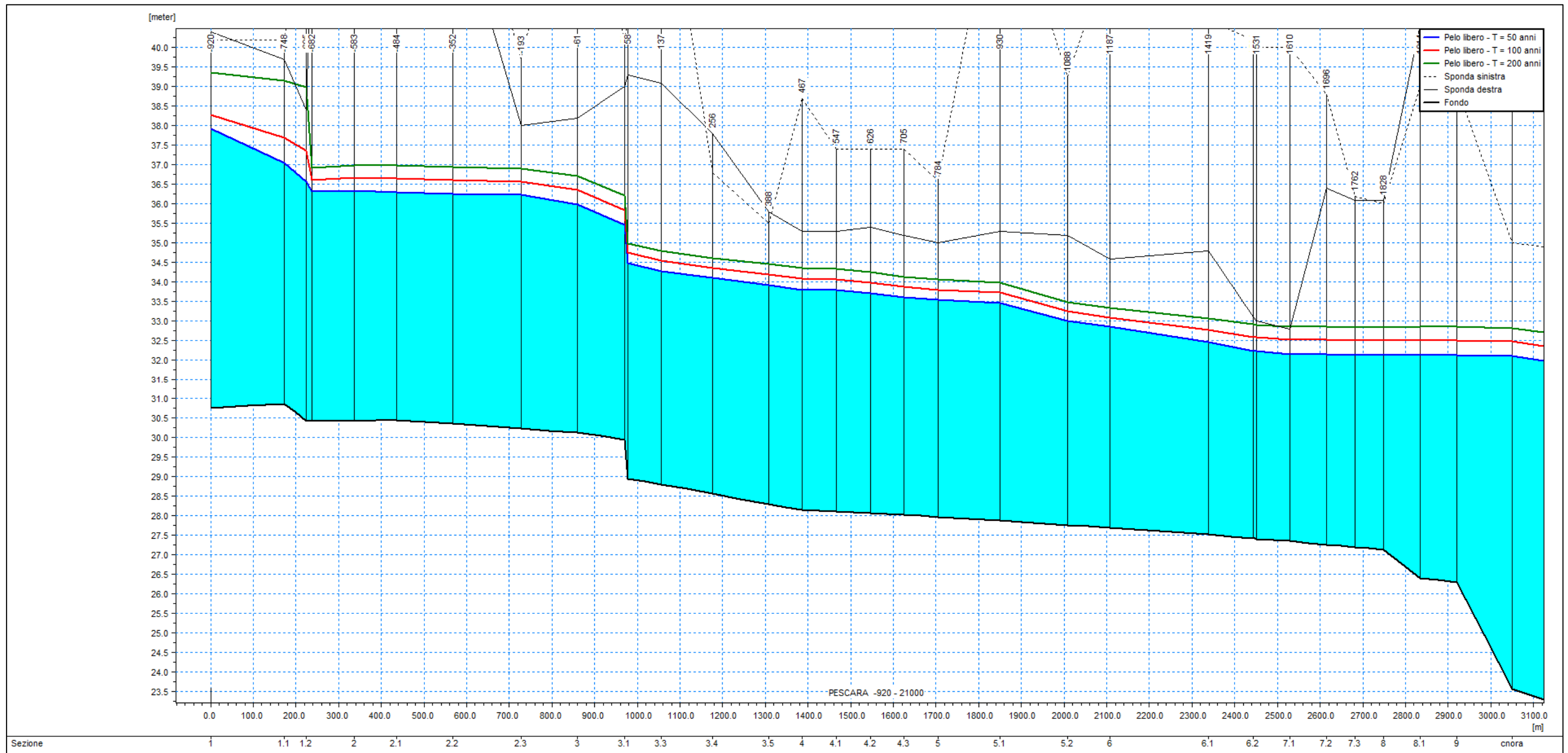


Figura 11: Profilo longitudinale nella configurazione di "stato di progetto" con l'ingrandimento dell'area di interesse

Da un confronto tra le figure precedenti si nota, come emerso anche nello Studio AB, che il tratto di rilevato arginale esistente impone un restringimento eccessivo dell'area golenale in sponda destra idraulica del fiume Pescara nel tratto compreso tra le 6 e 6.2. La sua rimozione, infatti, consente un abbattimento del livello di pelo libero che, nel caso di evento duecentennale, supera il metro (cfr. tabb. 12 e 15 e figg. 9 e 11).

Nel profilo longitudinale della configurazione di "stato attuale" (cfr. fig. 9), inoltre, si nota il sormonto della quota arginale destra in caso di evento con un tempo di ritorno superiore a 50 anni in corrispondenza della sezione 6, mentre nel caso di eventi superiori il sormonto avviene anche nel tratto compreso tra le sezioni 4 e 6. Per tali ragioni, pertanto, si è previsto nella configurazione di "stato di progetto" **l'adeguamento in quota del rilevato arginale destro come specificato nella tabella seguente al fine di raggiungere un franco di sicurezza superiore a 1.00 m sul livello di piena duecentennale** in linea con le Norme Tecniche di Attuazione del PSDA nonché con quanto richiesto dall'Ordinanza del Servizio del Genio Civile Regionale di Pescara del 12.12.2013.

Quote di sommità arginale					
Sez.	Progr. (m)	Argine attuale (mslm)	Argine in progetto (mslm)	Diffe- renza (m)	Attività da effettuare
1	-920				
1.1	-748				
1.2	-695				
1.3	-682				
2	-583				
2.1	-484				
2.2	-352				
2.3	-193				
3	-61				
3.1	51				
3.2	58				
3.3	137	39.10	39.10	0.00	
3.4	256	37.80	37.80	0.00	
3.5	388	35.80	35.80	0.00	
4	467	35.30	35.40	0.10	Innalzamento del rilevato arginale
4.1	547	35.30	35.40	0.10	Innalzamento del rilevato arginale
4.2	626	35.40	35.40	0.00	
4.3	705	35.20	35.20	0.00	
5	784	35.00	35.10	0.10	Innalzamento del rilevato arginale
5.1	930	35.30	35.30	0.00	
5.2	1088	35.20	35.20	0.00	
6	1187	34.60	34.60	0.00	
6.1	1419	34.20	34.10	-0.10	Demoliz. dell'argine prec. e realizz. di uno nuovo lungo la strada che conduce a Megalò
6.2	1524		34.00		Demoliz. dell'argine prec. e realizz. di uno nuovo lungo la strada che conduce a Megalò
7	1531				
7.1	1610				
7.2	1696				
7.3	1762				
8	1828				
8.1	1914				
9	2000				

**Tabella 16: Confronto tra le quote di sommità del rilevato arginale destro nelle configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto" al fine di garantire un franco di sicurezza minimo di 1.00 m rispetto al livello di pelo libero relativo ad un evento meteorico con un tempo di ritorno di 200 anni**

## 4 Compatibilità idraulica

Il presente capitolo verifica la compatibilità idraulica del presente studio con esplicito riferimento all'allegato D delle NA del PSDA. Secondo tale normativa, infatti, è necessario dimostrare che *«l'intervento sottoposto all'approvazione è stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente - fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all'intervento ammissibile - e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio mediante azioni future»* valutando sia *«le variazioni sull'assetto idrologico e/o idraulico del corso d'acqua conseguenti alla realizzazione degli interventi in progetto»* e sia *«le condizioni di sicurezza degli elementi che si prevede di inserire nel territorio in aree a potenziale rischio di alluvionamento»*.

Nel presente caso, in particolare, è necessario verificare l'effetto degli interventi in progetto in relazione ai seguenti aspetti:

- 1) *«descrivere e valutare gli effetti idrologici ovvero la variazione della risposta idrologica del terreno in seguito alla trasformazione dell'area;*
- 2) *«descrivere e valutare gli effetti idraulici ovvero la situazione di pericolosità idraulica sia dell'area in oggetto sia di quelle limitrofe al corso d'acqua nel tratto di valle;*
- 3) *«suggerire prescrizioni costruttive o azioni compensative finalizzate a ridurre o eliminare l'impatto dell'intervento in progetto.»*

### 4.1 Effetti idrologici

Secondo il PSDA, gli effetti idrologici devono essere descritti attraverso una serie di fattori che riguardano, in particolare:

- a) *«l'inquadramento dello stato attuale di sfruttamento dell'area con particolare riferimento all'uso del suolo, alle caratteristiche di permeabilità delle superfici suddividendo e quantificando l'estensione delle zone omogenee, al sistema di raccolta e smaltimento delle acque;»*
- b) *«la definizione dello stato di progetto mettendo in evidenza le modifiche apportate ai fattori esposti al punto precedente;»*
- c) *«la valutazione dell'eventuale diminuzione della permeabilità media dell'area in termini di variazione del coefficiente di deflusso mediante analisi delle singole parti dell'intera area;»*
- d) *«la valutazione della modificazione della risposta idrologica quantificando i deflussi totali trasferiti al corpo idrico riceettore ed il loro eventuale incremento in termini assoluti e relativi ovvero rapportati all'estensione dell'area oggetto di intervento.»*

Relativamente al primo aspetto è possibile far riferimento alle tavole allegate alla presente relazione che descrivono la tipologia di superficie e di uso del suolo delle aree poste a tergo del rilevato arginale destro del fiume Pescara e di cui è mostrato un estratto nella figura seguente. In tale figura si nota come nello "stato attuale di sfruttamento dell'area" vi è la notevole presenza di parcheggi, strade ed edifici che, di fatto, costituiscono delle superfici impermeabilizzate con un coefficiente di deflusso compreso tra 0.90 e 1.00. La porzione di area attualmente situata in zona a rischio idraulico ed occupata da tale tipologia di superficie presenta un'estensione pari a circa 360'000 m<sup>2</sup>.



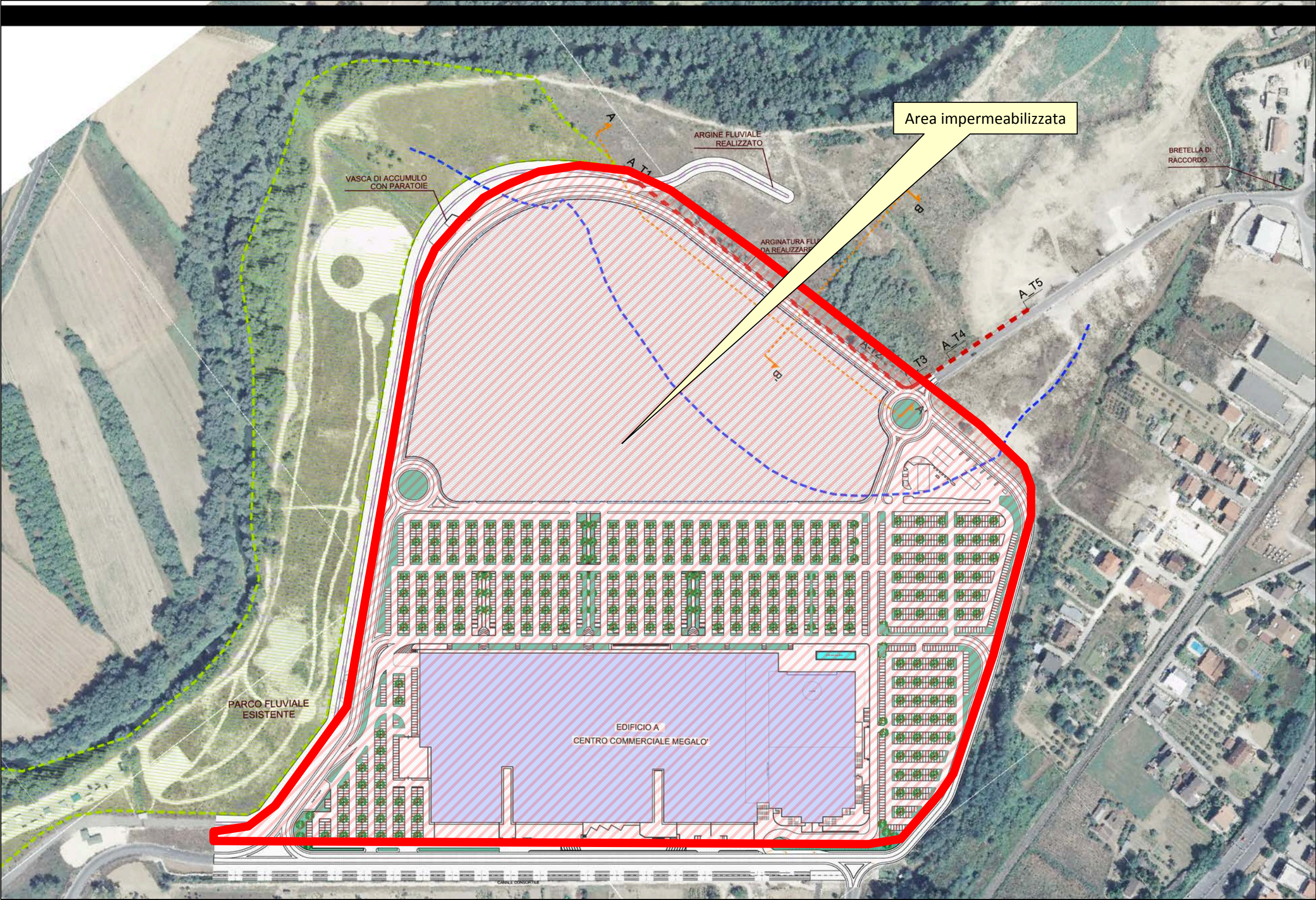


Figura 12: Planimetria dell'uso del suolo dell'area di intervento



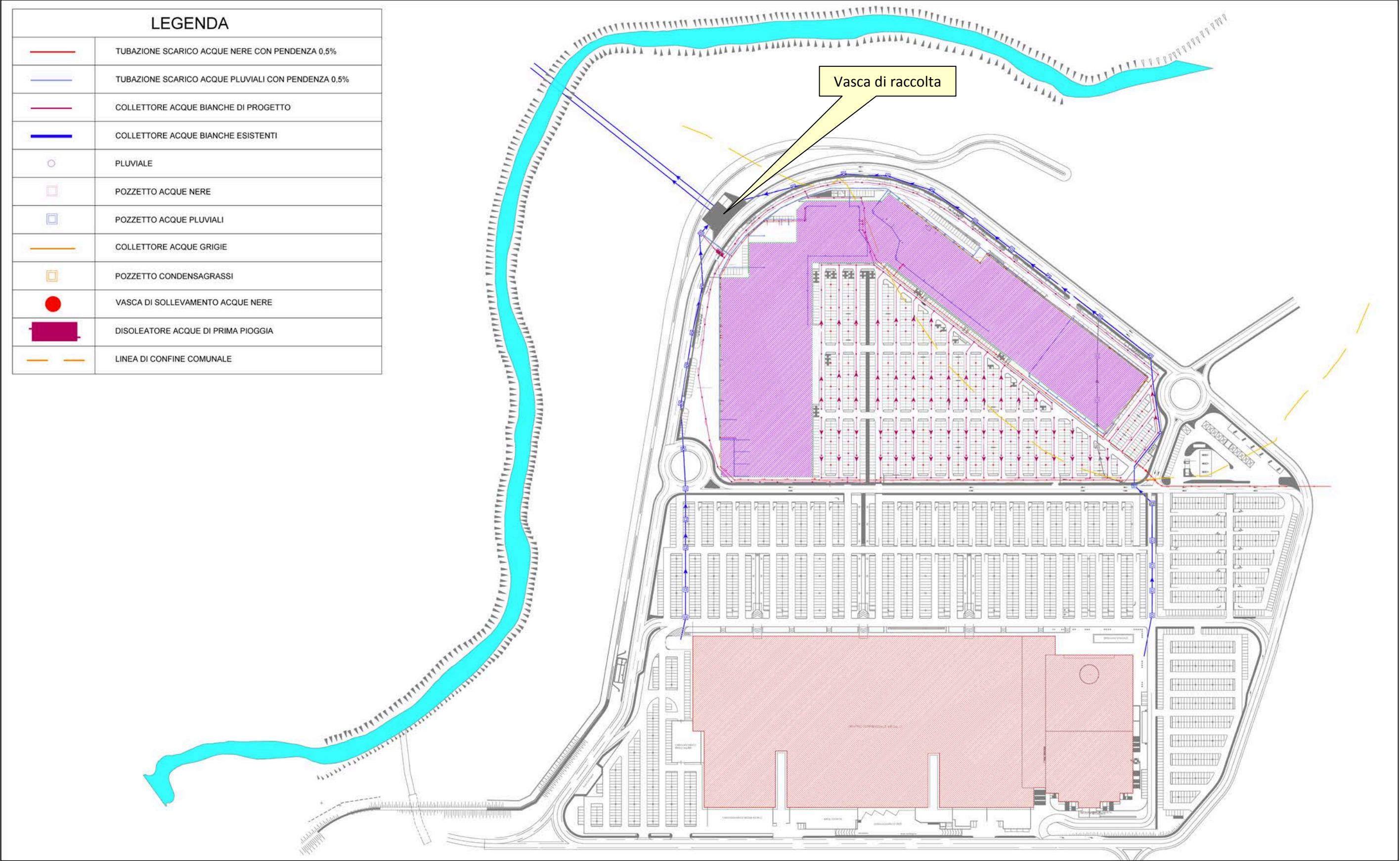


Figura 13: Planimetria con l'individuazione degli elementi che costituiscono il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche



Relativamente al secondo aspetto, vale a dire le modifiche introdotte nella configurazione "stato di progetto" risulta evidente che l'area suddetta risulta essere, come specificato in dettaglio nel seguito, priva di rischio idraulico per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

Dal punto di vista dello smaltimento delle acque, inoltre, è possibile descrivere il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche mediante la figura precedente nella quale si nota la presenza di una serie di tubazioni e collettori oltre ad una vasca di raccolta. In tale figura, in particolare, si nota la presenza di due collettori in PVC per lo smaltimento delle acque meteoriche che, situati a valle della rete di raccolta che copre sia la zona dei parcheggi che i piazzali che le coperture degli edifici esistenti, convogliano le acque in una vasca interrata situata a ridosso dell'argine destro del fiume Pescara.

Tale vasca in condizioni ordinarie (vale a dire in caso di piogge brevi e poco intense) provvede a smaltire le portate raccolte dalle aree dell'insediamento a superficie libera per mezzo di un canale a sezione chiusa (scatolare) in cls che attraversa l'argine e sbocca in una vasca situata all'esterno dell'area. Nel caso in cui si verificassero eventi di piena del fiume Pescara associati a tempi di ritorno elevati, che potrebbero verificarsi in coincidenza con quelli della rete scolante, è stato previsto un apparato costituito da un by-pass regolato da una paratoia piana con regolatore di livelli che consente di chiudere lo scarico a superficie libera e di provvedere allo scarico delle acque piovane che raggiungono la vasca tramite un sistema di pompaggio costituito da tubazioni in acciaio passanti sopra la sommità dell'argine e terminanti in corrispondenza della medesima vasca esterna, ad una quota di sbocco di poco superiore al livello, pari a +32.00 mslm, corrispondente alla piena con tempo di ritorno di 200 anni del fiume Pescara.

Il sistema di pompaggio si compone di un impianto di sollevamento con relativo quadro elettrico di controllo e comando equipaggiato da 4 pompe CP3500 con girante 1230 da 80 KW e relativo quadro in lamiera per interno con avviamento ad autotrasformatore con rifasamento per ciascuna pompa. La logica di gestione prevede l'utilizzo di due sensori per il controllo delle paratoie di sezionamento; i sensori, di tipo piezoceramico, sono installati rispettivamente nella vasca di sollevamento e nel canale di uscita della stazione, subito dietro la paratoia. La logica prevede che la paratoia di ingresso delle acque nella vasca rimanga chiusa (paratoia laterale rispetto al canale di uscita delle acque), mentre la paratoia frontale resti aperta. Tale situazione permette all'acqua di defluire a gravità verso il fiume Pescara.

Quando il livello nel canale di uscita supera il valore preimpostato nella centralina viene attivata un'uscita digitale che commuta lo stato delle paratoie, in modo da deviare l'uscita dell'acqua verso la vasca di sollevamento. A questo punto la vasca viene riempita e le pompe avviate secondo la sequenza normale di pompaggio. Quando il livello del canale di uscita decresce sotto una ulteriore soglia preimpostata nella centralina, le paratoie vengono di nuovo invertite riportando la stazione in condizione iniziale. Tale centralina, tramite opportuno upgrade del software, potrebbe anche effettuare il telecontrollo a distanza delle stazioni.

Utilizzando il sistema di scarico nel fiume Pescara appena descritto, le acque raccolte dalle coperture dell'insediamento commerciale e quelle provenienti dai piazzali e dalle strade, adibiti al transito ed al parcheggio degli autoveicoli, vengono sversate nel corpo recettore (fiume Pescara) in osservanza delle vigenti disposizioni di legge nazionale e regionale a seguito dell'autorizzazione degli scarichi delle acque reflue da parte dell'Amministrazione Provinciale competente (DLgs. 152 dell'11.5.1999 e s.m.i. e LR 60 del 22.11.2001).

La definizione dello stato di progetto rimane la medesima descritta poc'anzi con la precisazione che le aree descritte, per effetto della realizzazione delle opere previste in progetto,

non saranno più situate in area a rischio idraulico e, come dimostrato in dettaglio nel seguito, risulteranno escluse dal fenomeno degli allagamenti del fiume Pescara per tempi di ritorno fino a 200 anni.

Al fine di valutare la eventuale variazione della permeabilità media dell'area appare opportuno far notare che, nel presente caso, la superficie complessivamente interessata attualmente dal rischio idraulico verrà ridotta per effetto della realizzazione degli interventi in progetto (cfr. paragrafo seguente). Dato che le superfici che verranno sottratte al rischio idraulico sono attualmente pavimentate, risulta evidente che il coefficiente di deflusso subirà variazioni in senso negativo, vale a dire che il coefficiente di deflusso tenderà a diminuire per effetto degli interventi previsti in progetto. Tali variazioni, tuttavia, sono da ritenersi assolutamente trascurabili dato che la superficie del bacino idrografico sotteso è pari a 2'855.2 km<sup>2</sup> (fiume Pescara a monte del torrente Nora), mentre le superfici sottratte hanno un'estensione di circa 0.36 km<sup>2</sup> (cfr. par. seguente) che, rispetto al bacino sotteso, rappresentano circa lo 0.013%.

Per poter valutare, infine, le eventuali modificazioni alla risposta idrologica verso il corpo idrico ricettore è possibile confrontare gli idrogrammi di piena nelle configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto" in corrispondenza sia della sezione 4.3, situata in posizione centrale rispetto agli interventi in progetto, che nella sezione 6.2 che rappresenta la prima sezione del fiume Pescara situata a valle dell'intervento.

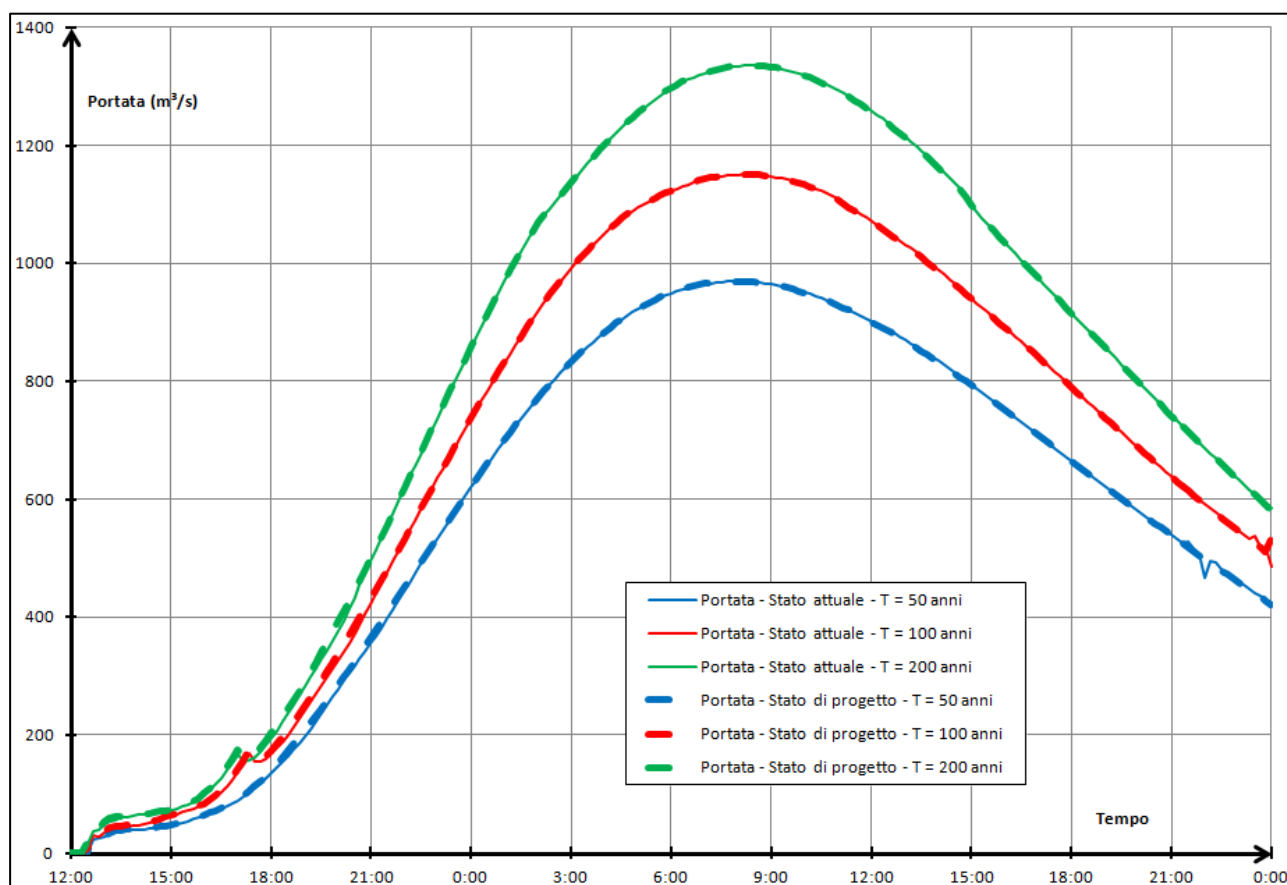


Figura 14: Confronto tra gli idrogrammi di piena per le configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto" per i tre tempi di ritorno di riferimento in corrispondenza della sezione 4.3

Sia nella figura precedente che in quella successiva non si apprezzano variazioni tra la configurazione di "stato attuale" e di "stato di progetto" relativamente agli idrogrammi di piena registrabili in corrispondenza di diverse sezioni. Tali idrogrammi, infatti, risultano perfettamente sovrapponibili. Di conseguenza, è possibile affermare che, dopo aver analizzato i deflussi trasferiti al corpo idrico ricettore, tra le due configurazioni non è possibile apprezzare variazioni in termini di risposta idrologica.

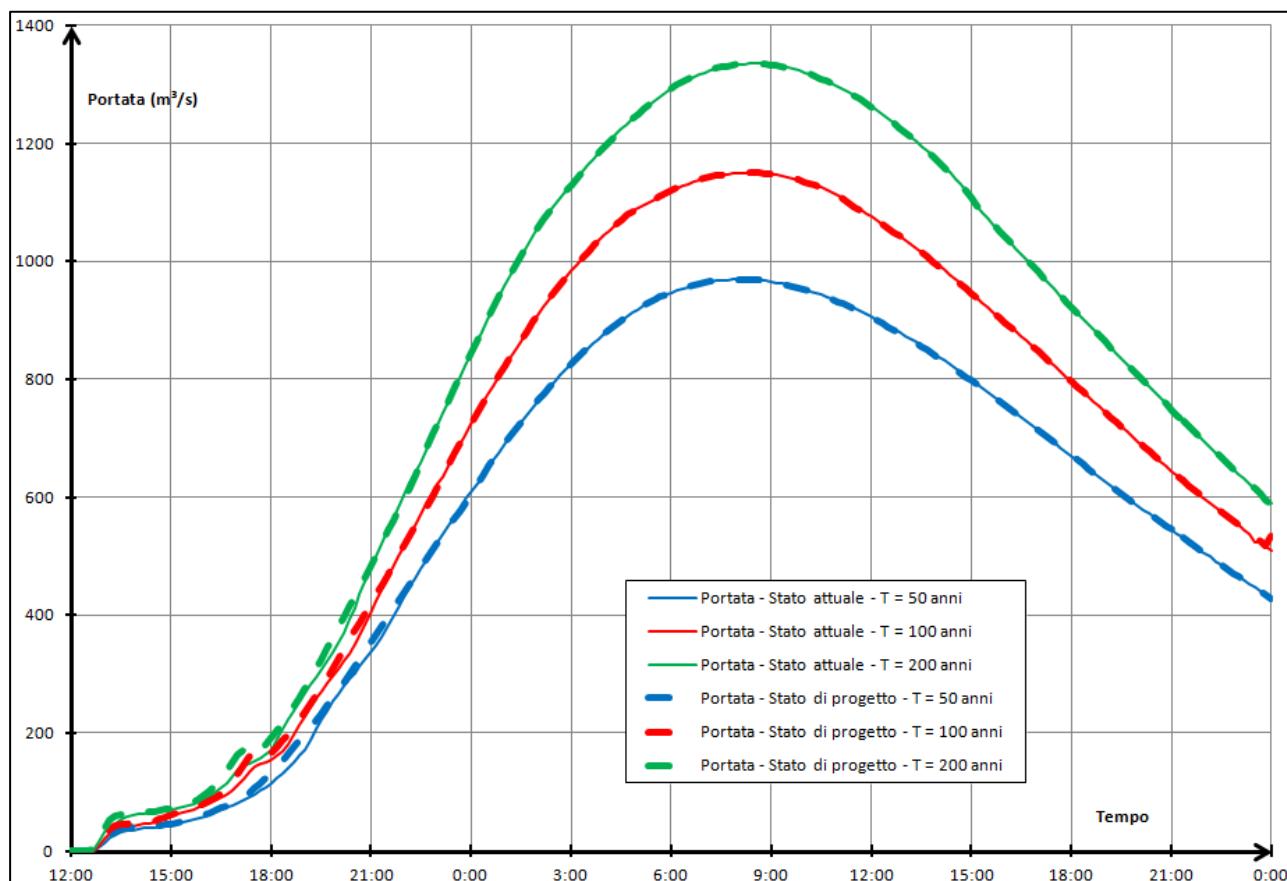


Figura 15: Confronto tra gli idrogrammi di piena per le configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto" per i tre tempi di ritorno di riferimento in corrispondenza della sezione 6.2

## 4.2 Comportamento idraulico

Secondo il PSDA, gli effetti idraulici devono essere evidenziati attraverso le seguenti azioni:

- «inquadrare la situazione di pericolosità idraulica attuale, riportando i risultati del PSDA, sia per quanto riguarda la stessa area oggetto di intervento sia per le aree ubicate lungo il tratto di valle del corpo idrico che potrebbero subire le conseguenze degli interventi in progetto;»*
- «evidenziare le eventuali sottrazioni al fiume di aree idonee all'espansione in caso di eventi eccezionali come quelli presi a riferimento dello studio allegato al PSDA;»*
- «valutare le modificazioni sul regime idrometrico del corso d'acqua che potrebbe avere conseguenza sullo stato di sicurezza del territorio, modificando l'estensione o il livello delle aree aventi pericolosità idraulica.»*

Relativamente al primo aspetto è possibile far riferimento allo Studio AB citato in precedenza che ha trattato l'argomento con dovizia di particolari.

Relativamente al secondo aspetto, inoltre, appare opportuno far notare, come anticipato in precedenza, che le aree sottratte al rischio idraulico sono attualmente occupate da parcheggi, piazzali e dagli edifici che costituiscono l'area Megalò e che, per effetto della realizzazione delle opere previste in progetto, risulteranno, come dimostrato in dettaglio nel seguito, escluse dalle aree a rischio idraulico e, quindi, non interessate dal fenomeno degli allagamenti del fiume Pescara per eventi meteorici con tempi di ritorno fino a 200 anni.

Al fine di valutare il regime idrometrico del fiume Pescara appare necessario confrontare tra loro i livelli idrici già illustrati in precedenza. Nella tabella seguente, in particolare, sono stati posti a confronto diretto i valori dei livelli di pelo libero per le configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto" per i tre tempi di ritorno di riferimento. In tale tabella si nota che le modifiche al regime idrometrico del corso d'acqua in esame, per effetto degli interventi previsti in progetto, sono da intendersi positive in quanto tali interventi tenderanno a ridurre i livelli di pelo libero e, di conseguenza, anche il rischio idraulico nelle aree circostanti grazie alla riduzione dell'estensione delle aree a pericolosità idraulica.

Nelle figure successive, infatti, sono mostrate le planimetrie delle aree allagabili per entrambe le configurazioni analizzate. Tali figure mostrano la riduzione dell'estensione di tali aree grazie agli interventi previsti che, pertanto, tendono a ridurre il livello di rischio idraulico nelle aree adiacenti a quella di intervento. La figura 16, in particolare, risulta essere in linea con le considerazioni emerse all'interno dello Studio AB che indica l'area a tergo dell'argine esistente ed occupata parzialmente l'area Megalò come a pericolosità P2 (anche se il PSDA attualmente vigente prevede una pericolosità P1), mentre la figura 17 mostra la riduzione dell'estensione delle aree a rischio per una superficie di circa 360'000 m<sup>2</sup>. L'area Megalò, pertanto, avrà, per effetto della realizzazione delle opere in progetto, una pericolosità idraulica "Pzero".

Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Confronto Stato di progetto - Stato attuale (SP - SA)								
			T = 30 anni			T = 100 anni			T = 200 anni		
			hSA (mslm)	hSP (mslm)	dh (m)	hSA (mslm)	hSP (mslm)	dh (m)	hSA (mslm)	hSP (mslm)	dh (m)
1	-920	30.75	37.92	37.92	0.00	38.28	38.28	0.00	39.36	39.36	0.00
1.1	-748	30.87	37.04	37.04	0.00	37.69	37.69	0.00	39.15	39.15	0.00
1.2	-695	30.42	36.57	36.57	0.00	37.36	37.36	0.00	38.99	38.99	0.00
1.3	-682	30.42	36.33	36.33	0.00	36.62	36.62	0.00	36.92	36.92	0.00
2	-583	30.43	36.33	36.33	0.00	36.67	36.67	0.00	37.00	37.00	0.00
2.1	-484	30.44	36.30	36.30	0.00	36.64	36.64	0.00	36.98	36.98	0.00
2.2	-352	30.35	36.27	36.27	0.00	36.61	36.61	0.00	36.95	36.95	0.00
2.3	-193	30.23	36.23	36.23	0.00	36.57	36.57	0.00	36.91	36.91	0.00
3	-61	30.13	35.99	35.99	0.00	36.36	36.36	0.00	36.73	36.73	0.00
3.1	51	29.95	35.46	35.46	0.00	35.85	35.85	0.00	36.21	36.21	0.00
3.2	58	28.95	35.11	34.49	-0.62	35.42	34.75	-0.67	35.71	34.99	-0.71
3.3	137	28.80	35.04	34.28	-0.76	35.36	34.55	-0.81	35.65	34.81	-0.85
3.4	256	28.57	35.00	34.11	-0.89	35.31	34.37	-0.94	35.61	34.62	-0.99
3.5	388	28.29	34.97	33.92	-1.05	35.29	34.20	-1.09	35.59	34.47	-1.13
4	467	28.15	34.95	33.80	-1.14	35.26	34.09	-1.18	35.56	34.36	-1.20
4.1	547	28.10	34.94	33.79	-1.15	35.26	34.07	-1.19	35.55	34.34	-1.22
4.2	626	28.06	34.92	33.71	-1.21	35.23	33.98	-1.25	35.53	34.25	-1.28
4.3	705	28.02	34.89	33.61	-1.28	35.20	33.88	-1.32	35.50	34.14	-1.36
5	784	27.97	34.87	33.54	-1.33	35.18	33.81	-1.38	35.48	34.06	-1.41
5.1	930	27.88	34.86	33.47	-1.39	35.16	33.73	-1.43	35.46	33.98	-1.47
5.2	1088	27.76	34.74	33.01	-1.74	35.04	33.25	-1.79	35.32	33.49	-1.83
6	1187	27.70	34.74	32.86	-1.88	35.03	33.10	-1.93	35.31	33.34	-1.97
6.1	1419	27.52	33.45	32.47	-0.98	33.75	32.77	-0.98	34.04	33.06	-0.98
6.2	1524	27.42	32.24	32.24	0.00	32.60	32.60	0.00	32.92	32.92	0.00
7	1531	27.41	32.23	32.23	0.00	32.58	32.58	0.00	32.91	32.91	0.00
7.1	1610	27.35	32.15	32.16	0.00	32.53	32.53	0.00	32.87	32.87	0.00
7.2	1696	27.26	32.15	32.15	0.00	32.52	32.52	0.00	32.86	32.86	0.00
7.3	1762	27.20	32.13	32.13	0.00	32.50	32.50	0.00	32.84	32.84	0.00
8	1828	27.14	32.13	32.13	0.00	32.51	32.51	0.00	32.85	32.85	0.00
8.1	1914	27.07	32.14	32.14	0.00	32.52	32.52	0.00	32.86	32.86	0.00
9	2000	27.00	32.13	32.14	0.00	32.51	32.51	0.00	32.85	32.85	0.00
cnora	2130	23.57	32.11	32.11	0.00	32.49	32.49	0.00	32.82	32.82	0.00
pe7	2944	20.63	30.73	30.73	0.00	31.16	31.16	0.00	31.57	31.57	0.00
pe8	3396	19.20	29.29	29.29	0.00	29.81	29.82	0.00	30.29	30.29	0.00
pe9	3765	19.91	27.63	27.63	0.00	28.09	28.09	0.00	28.50	28.50	0.00
pe10	4394	18.84	25.58	25.58	0.00	25.85	25.85	0.00	26.10	26.10	0.00
pe11	4700	17.63	25.46	25.46	0.00	25.74	25.74	0.00	25.99	25.99	0.00
pe12	5192	18.41	24.38	24.39	0.00	24.65	24.65	0.00	24.90	24.90	0.00
pe13	5591	13.70	22.85	22.85	0.00	23.18	23.18	0.00	23.47	23.47	0.00
pe14	6073	14.61	21.72	21.72	0.00	22.02	22.02	0.00	22.30	22.30	0.00
pe15	6313	14.33	21.15	21.15	0.00	21.46	21.46	0.00	21.74	21.74	0.00
pe16	6741	11.41	19.97	19.97	0.00	20.26	20.26	0.00	20.52	20.52	0.00
pe17	7168	11.69	18.30	18.30	0.00	18.55	18.55	0.00	18.78	18.78	0.00
pe18	7508	10.59	17.30	17.30	0.00	17.40	17.40	0.00	17.50	17.50	0.00
pe19	7755	10.48	16.93	16.93	0.00	17.03	17.03	0.00	17.13	17.13	0.00
pe20	8200	6.86	16.14	16.14	0.00	16.29	16.29	0.00	16.41	16.41	0.00
pe21	8456	11.34	15.73	15.73	0.00	15.90	15.90	0.00	16.03	16.03	0.00
pe22	9188	6.31	14.12	14.12	0.00	14.38	14.38	0.00	14.65	14.65	0.00
pe23	9546	6.20	13.85	13.85	0.00	14.12	14.12	0.00	14.40	14.40	0.00
pe24	9743	6.64	13.50	13.50	0.00	13.80	13.80	0.00	14.10	14.10	0.00
pe25	10118	3.31	13.03	13.03	0.00	13.38	13.38	0.00	13.73	13.73	0.00
pe26	10407	6.23	12.73	12.73	0.00	13.14	13.14	0.00	13.54	13.54	0.00
pe27	10701	3.40	12.53	12.53	0.00	12.97	12.98	0.00	13.40	13.40	0.00
pe28	11128	3.43	12.13	12.13	0.00	12.53	12.53	0.00	12.91	12.92	0.00
pe29	11440	5.25	12.07	12.07	0.00	12.48	12.48	0.00	12.87	12.87	0.00
pe30	11718	5.10	11.44	11.44	0.00	11.85	11.85	0.00	12.24	12.24	0.00
pe31	12008	2.96	10.66	10.66	0.00	11.09	11.09	0.00	11.50	11.50	0.00
pe32	12383	2.83	10.39	10.39	0.00	10.84	10.84	0.00	11.26	11.26	0.00
pe33	12650	2.96	10.12	10.12	0.00	10.57	10.57	0.00	10.98	10.98	0.00
pe34	13233	1.84	9.31	9.31	0.00	9.77	9.77	0.00	10.19	10.19	0.00
pe35	15008	-2.74	7.33	7.33	0.00	7.89	7.89	0.00	8.41	8.41	0.00
pe36	15567	-2.83	7.23	7.23	0.00	7.80	7.80	0.00	8.31	8.32	0.00
pe37	16441	-2.88	6.86	6.86	0.00	7.40	7.40	0.00	7.89	7.89	0.00
pe38	16870	-2.60	6.44	6.44	0.00	6.96	6.96	0.00	7.44	7.44	0.00
pe39	17423	-2.12	5.75	5.75	0.00	6.24	6.24	0.00	6.70	6.71	0.00
pe40	18219	-3.80	4.32	4.32	0.00	4.86	4.86	0.00	5.32	5.32	0.00
pe41	18824	-4.11	3.16	3.16	0.00	3.66	3.66	0.00	4.12	4.12	0.00
mare	21000	-5.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00

Tab. 16: Confronto tra i massimi livelli di pelo libero nelle configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto"



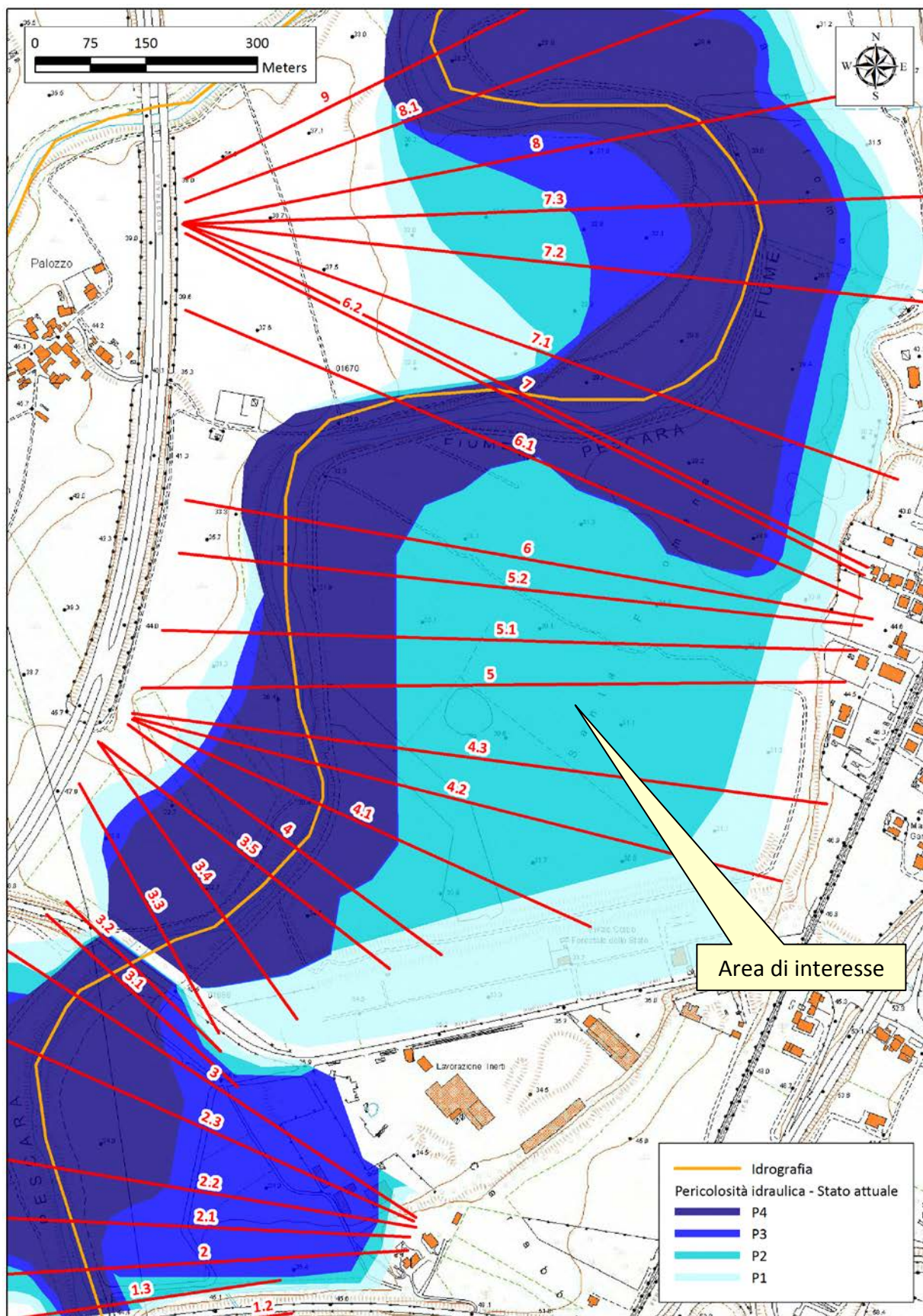


Figura 16: Planimetria delle aree allagabili nella configurazione di "stato attuale"



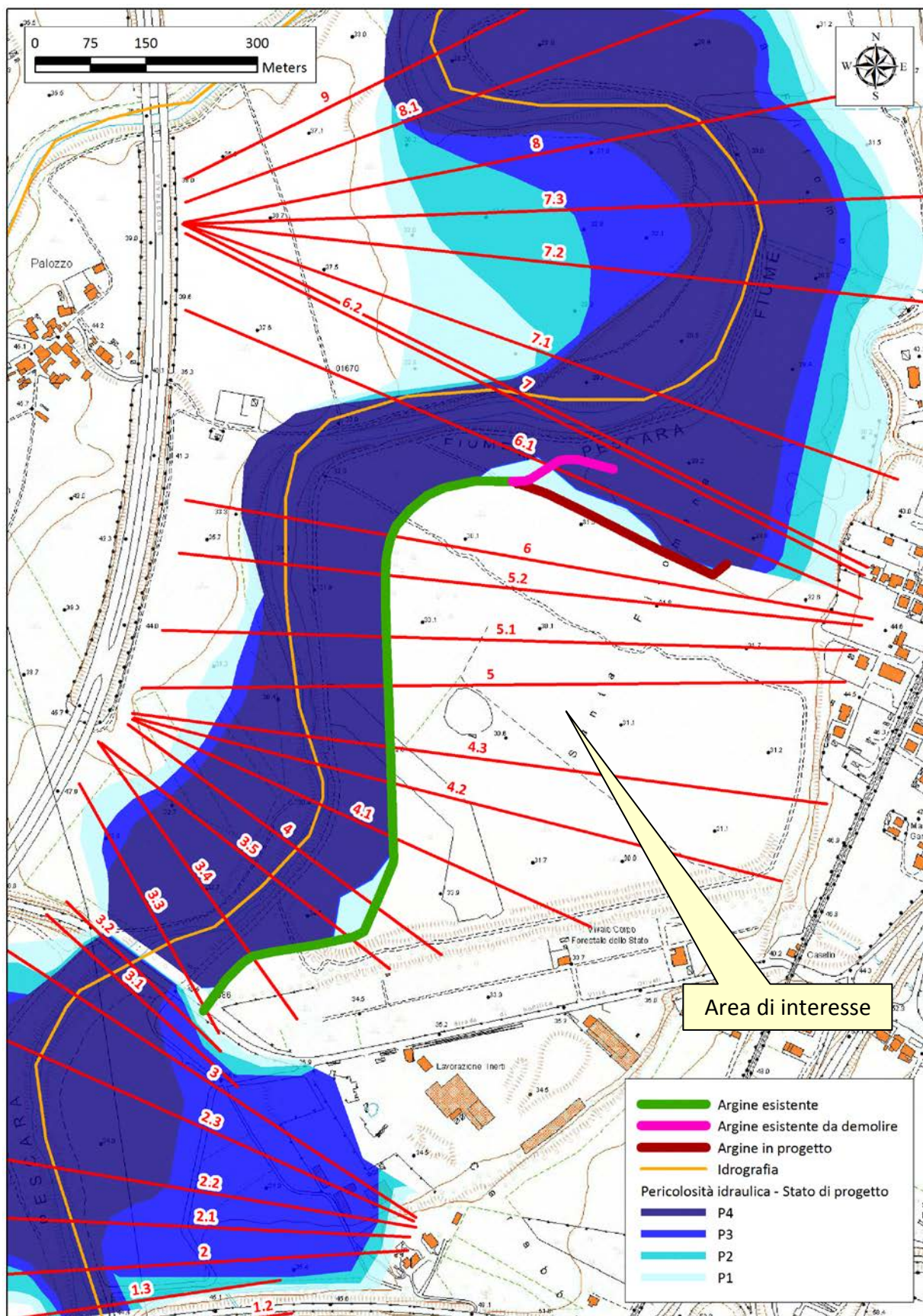


Figura 17: Planimetria delle aree allagabili nella configurazione di "stato di progetto"

### 4.3 Prescrizioni costruttive o azioni compensative

Secondo il PSDA, «*gli eventuali impatti negativi sulle condizioni di sicurezza idraulica causati dagli interventi in progetto dovranno essere mitigati o annullati attraverso opportuni accorgimenti costruttivi, come l'utilizzo di materiali o tecnologie in grado di aumentare la permeabilità del suolo o la realizzazione di opere in grado di ritardare il rilascio dei deflussi nella rete idrica, e attraverso l'individuazione di azioni compensative in grado di apportare effetti migliorativi di pari entità*».

Nel presente caso, tuttavia, non sono previste prescrizioni costruttive o azioni compensative perché non sono presenti impatti negativi sulle condizioni di sicurezza idraulica per via della realizzazione degli interventi in progetto.

### 4.4 Aspetti specifici per progetti di realizzazione di opere di difesa o di regolazione dei deflussi

Come indicato nel citato allegato D delle Norme di Attuazione del PSDA, «*per quanto riguarda i progetti di sistemazione fluviale o realizzazione di opere di difesa o di regolazione dei deflussi che interferiscono in modo diretto con il regime idraulico del corso d'acqua in quanto finalizzati a modificare in regime delle portate o l'assetto morfodinamico naturale, lo Studio di Compatibilità Idraulica deve essere orientato alla valutazione della variazione delle condizioni di sicurezza con riferimento al tratto di corso d'acqua a valle fino ad una distanza per la quale gli effetti si ritengono essere significativi*» attraverso l'evidenziazione dei seguenti aspetti:

- a) «*l'aumento della capacità di deflusso del tratto fluviale;*»
- b) «*la variazione della capacità di laminazione naturale dell'alveo;*»
- c) «*la variazione della portata rilasciata a valle;*»
- d) «*gli effetti sulla capacità di trasporto solido della corrente.*»

Relativamente al primo aspetto, in particolare, è possibile affermare che nel tratto in esame si potrà osservare, per effetto della realizzazione degli interventi previsti in progetto, un aumento della capacità di deflusso dato che, come dimostrato in precedenza, a parità di portata corrisponde un livello di pelo libero inferiore nel caso della configurazione di "stato di progetto" e, di conseguenza, a parità di livello corrisponde una portata maggiore. Per il tratto di valle del fiume Pescara, inoltre, non si apprezzano modifiche significative (cfr. par. 4.2).

Relativamente al secondo e terzo aspetto, si rimanda a quanto affermato in precedenza (cfr. par. 4.1) riguardo ai confronti in termini di idrogrammi di piena nella sezione immediatamente a valle della zona degli interventi in progetto: si è dimostrato, infatti, che non si apprezzano né variazioni alla capacità di laminazione dell'alveo e né variazioni alla portata rilasciata a valle.

Per quanto riguarda gli effetti sulla capacità di trasporto solido della corrente appare opportuno precisare che tale quantità è direttamente proporzionale alla velocità della corrente (cfr. trattazione di Shields, Marchi E., Rubatta A., "Meccanica dei fluidi", UTET, 1981). Per tali ragioni, pertanto, nella tabella seguente sono illustrate, in maniera analoga a quanto effettuato in precedenza per i livelli di pelo libero, le differenze in termini di velocità media della corrente per le configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto".



Sez.	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Confronto Stato di progetto - Stato attuale (SP - SA)								
			T = 30 anni			T = 100 anni			T = 200 anni		
			vSA (m/s)	vSP (m/s)	dv (m/s)	vSA (m/s)	vSP (m/s)	dv (m/s)	vSA (m/s)	vSP (m/s)	dv (m/s)
1	-920	30.75	0.33	0.33	0.00	0.35	0.35	0.00	0.30	0.30	0.00
1.1	-748	30.87	0.55	0.55	0.00	0.50	0.50	0.00	0.38	0.38	0.00
1.2	-695	30.42	2.39	2.39	0.00	2.26	2.26	0.00	1.80	1.80	0.00
1.3	-682	30.42	2.10	2.10	0.00	2.27	2.27	0.00	2.40	2.40	0.00
2	-583	30.43	1.40	1.40	0.00	1.31	1.31	0.00	1.26	1.26	0.00
2.1	-484	30.44	1.01	1.01	0.00	0.99	0.99	0.00	0.99	0.99	0.00
2.2	-352	30.35	0.94	0.94	0.00	0.94	0.94	0.00	0.95	0.95	0.00
2.3	-193	30.23	0.91	0.91	0.00	0.93	0.93	0.00	0.95	0.95	0.00
3	-61	30.13	1.07	1.07	0.00	1.06	1.06	0.00	1.07	1.07	0.00
3.1	51	29.95	3.05	3.05	0.00	3.17	3.17	0.00	3.26	3.26	0.00
3.2	58	28.95	1.98	2.51	0.53	2.12	2.68	0.56	2.25	2.84	0.58
3.3	137	28.80	1.97	2.82	0.86	2.06	2.91	0.85	2.15	3.00	0.85
3.4	256	28.57	1.67	2.51	0.84	1.76	2.61	0.84	1.84	2.69	0.85
3.5	388	28.29	1.30	2.20	0.90	1.36	2.21	0.85	1.42	2.24	0.82
4	467	28.15	1.23	2.10	0.87	1.31	2.14	0.83	1.38	2.17	0.79
4.1	547	28.10	1.08	1.60	0.51	1.17	1.71	0.53	1.26	1.80	0.54
4.2	626	28.06	1.13	1.77	0.64	1.22	1.87	0.65	1.31	1.96	0.65
4.3	705	28.02	1.19	1.92	0.73	1.28	2.03	0.75	1.37	2.12	0.75
5	784	27.97	1.14	1.83	0.69	1.23	1.94	0.71	1.32	2.04	0.72
5.1	930	27.88	1.00	1.53	0.53	1.10	1.66	0.55	1.19	1.77	0.57
5.2	1088	27.76	1.52	3.05	1.53	1.64	3.23	1.59	1.75	3.37	1.62
6	1187	27.70	1.28	2.34	1.06	1.41	2.53	1.12	1.53	2.68	1.15
6.1	1419	27.52	4.00	1.33	-2.67	4.17	1.34	-2.83	4.33	1.35	-2.98
6.2	1524	27.42	1.48	1.48	0.00	1.38	1.38	0.00	1.33	1.33	0.00
7	1531	27.41	1.53	1.53	0.00	1.42	1.42	0.00	1.37	1.37	0.00
7.1	1610	27.35	1.51	1.51	0.00	1.38	1.38	0.00	1.33	1.33	0.00
7.2	1696	27.26	1.01	1.01	0.00	1.01	1.01	0.00	1.02	1.02	0.00
7.3	1762	27.20	1.02	1.02	0.00	1.02	1.02	0.00	1.02	1.02	0.00
8	1828	27.14	0.79	0.79	0.00	0.80	0.80	0.00	0.81	0.81	0.00
8.1	1914	27.07	0.45	0.45	0.00	0.49	0.49	0.00	0.53	0.53	0.00
9	2000	27.00	0.45	0.45	0.00	0.49	0.49	0.00	0.53	0.53	0.00
cnora	2130	23.57	0.62	0.62	0.00	0.68	0.68	0.00	0.74	0.74	0.00
pe7	2944	20.63	3.42	3.42	0.00	3.43	3.43	0.00	3.43	3.43	0.00
pe8	3396	19.20	1.53	1.53	0.00	1.66	1.66	0.00	1.78	1.78	0.00
pe9	3765	19.91	5.29	5.29	0.00	5.72	5.72	0.00	6.12	6.12	0.00
pe10	4394	18.84	3.17	3.17	0.00	3.37	3.37	0.00	3.56	3.56	0.00
pe11	4700	17.63	1.39	1.39	0.00	1.53	1.53	0.00	1.66	1.66	0.00
pe12	5192	18.41	4.11	4.11	0.00	4.33	4.33	0.00	4.55	4.55	0.00
pe13	5591	13.70	1.79	1.79	0.00	1.88	1.88	0.00	1.98	1.98	0.00
pe14	6073	14.61	2.34	2.34	0.00	2.41	2.41	0.00	2.49	2.50	0.00
pe15	6313	14.33	1.88	1.88	0.00	1.99	1.99	0.00	2.09	2.09	0.00
pe16	6741	11.41	3.63	3.63	0.00	3.87	3.87	0.00	4.11	4.11	0.00
pe17	7168	11.69	3.73	3.73	0.00	3.86	3.86	0.00	4.00	4.00	0.00
pe18	7508	10.59	1.14	1.14	0.00	1.26	1.26	0.00	1.36	1.36	0.00
pe19	7755	10.48	1.06	1.06	0.00	1.14	1.14	0.00	1.21	1.21	0.00
pe20	8200	6.86	1.24	1.24	0.00	1.30	1.30	0.00	1.38	1.38	0.00
pe21	8456	11.34	1.08	1.08	0.00	1.15	1.15	0.00	1.23	1.23	0.00
pe22	9188	6.31	1.28	1.28	0.00	1.27	1.27	0.00	1.27	1.27	0.00
pe23	9546	6.20	0.80	0.80	0.00	0.82	0.82	0.00	0.83	0.83	0.00
pe24	9743	6.64	1.76	1.76	0.00	1.68	1.68	0.00	1.63	1.63	0.00
pe25	10118	3.31	0.71	0.71	0.00	0.73	0.73	0.00	0.75	0.75	0.00
pe26	10407	6.23	1.34	1.34	0.00	1.19	1.19	0.00	1.11	1.11	0.00
pe27	10701	3.40	0.71	0.71	0.00	0.73	0.73	0.00	0.75	0.75	0.00
pe28	11128	3.43	2.40	2.40	0.00	2.60	2.60	0.00	2.79	2.79	0.00
pe29	11440	5.25	1.23	1.23	0.00	1.31	1.31	0.00	1.38	1.38	0.00
pe30	11718	5.10	2.72	2.72	0.00	2.81	2.81	0.00	2.91	2.91	0.00
pe31	12008	2.96	2.36	2.36	0.00	2.47	2.47	0.00	2.57	2.57	0.00
pe32	12383	2.83	1.30	1.30	0.00	1.36	1.36	0.00	1.42	1.42	0.00
pe33	12650	2.96	1.91	1.91	0.00	2.01	2.01	0.00	2.10	2.10	0.00
pe34	13233	1.84	2.36	2.36	0.00	2.38	2.38	0.00	2.42	2.42	0.00
pe35	15008	-2.74	1.47	1.47	0.00	1.48	1.48	0.00	1.51	1.51	0.00
pe36	15567	-2.83	1.27	1.27	0.00	1.32	1.32	0.00	1.37	1.37	0.00
pe37	16441	-2.88	1.71	1.71	0.00	1.85	1.85	0.00	1.97	1.97	0.00
pe38	16870	-2.60	2.47	2.47	0.00	2.57	2.57	0.00	2.65	2.65	0.00
pe39	17423	-2.12	2.86	2.86	0.00	2.95	2.95	0.00	3.01	3.01	0.00
pe40	18219	-3.80	3.31	3.31	0.00	3.15	3.15	0.00	3.13	3.13	0.00
pe41	18824	-4.11	3.33	3.33	0.00	3.28	3.28	0.00	3.24	3.24	0.00
mare	21000	-5.00	0.70	0.70	0.00	0.83	0.83	0.00	0.97	0.97	0.00

Tab. 17: Confronto tra i valori massimi della velocità nelle configurazioni di "stato attuale" e di "stato di progetto"

Nella tabella precedente è possibile notare un incremento della velocità massima nel tratto compreso tra le sezioni 3.2 e 6. Tale incremento, ovviamente, è strettamente connesso con la diminuzione del livello di pelo libero (cfr. par. 4.2 e tab. 16) dato che, a parità di portata, una diminuzione del tirante idrico impone una diminuzione dell'area della sezione bagnata che implica un aumento della velocità media.

Ad ogni modo, le velocità riscontrabili nel caso della configurazione di "stato di progetto" sono assolutamente in linea con quelle determinate nella configurazione di "stato attuale" sia a monte che a valle dell'area di intervento. Per tali ragioni, pertanto, è possibile affermare che non si attendono, per effetto della realizzazione degli interventi previsti in progetto, modifiche alla capacità di trasporto solido della corrente del fiume Pescara.

## 5 Conclusioni

La presente relazione riguarda l'Accordo di Programma PRUSST 7-93 e, in particolare, ha come obiettivo la verifica dell'**Argine fluviale a protezione dell'area Megalò in ottemperanza ai dettami dell'Ordinanza del Servizio del Genio Civile Regionale di Pescara prot. RA/312705 del 12.12.2013**.

Tale Ordinanza prevede che la SIRECC srl, in qualità di soggetto attuatore del PRUSST, effettui i seguenti **interventi di urgenza**:

- 1) sottoscrivere un accordo col Centro Funzionale della Regione Abruzzo per un tempestivo servizio di allertamento;
- 2) predisporre un piano di emergenza idraulica da sottoporre all'Autorità di Bacino e al Servizio Prevenzione Rischi della Protezione Civile;
- 3) provvedere al **completamento della struttura arginale** come previsto nello Studio di compatibilità idraulica originario tramite apposito studio propedeutico tecnico-funzionale delle condizioni di sicurezza;
- 4) effettuare una verifica tecnica-funzionale delle arginature esistenti e provvedere al conseguente adeguamento e/o integrazione delle opere, qualora risulti necessario; il tutto con apposito progetto esecutivo.

La presente Relazione idrologica e idraulica, pertanto, ha lo scopo di **valutare, con riferimento ai precedenti punti 3 e 4, le modalità di adeguamento del rilevato arginale attuale** anche al fine di verificare il rispetto del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA).

Nella relazione si è fatto esplicito riferimento anche allo studio commissionato dall'Autorità di Bacino con Determina 14 del 16.07.2013 all'ing. De Vito per la verifica delle attuali condizioni di sicurezza idraulica dell'area. Per ragioni di semplicità tale studio è stato indicato come "Studio AB".

Per tali scopi, quindi, sono state effettuate le seguenti attività:

- analisi idrologica volta alla determinazione degli idrogrammi di piena corrispondenti ad eventi meteorici con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni; come sezione di chiusura di riferimento per le analisi idrologiche è stato considerato il punto di confluenza del torrente Nora nel fiume Pescara situato circa 700 m a valle dell'area Megalò;
- analisi idraulica in grado di valutare le modalità di deflusso di tali onde di piena per gli scenari di "stato attuale" e di "stato di progetto".

Le attività suddette sono state svolte, in confronto diretto con lo Studio AB, nelle seguenti condizioni:

- A) **le portate al colmo di piena sono state adeguate a quanto riportato nello Studio AB** per ragioni cautelative;
- B) al fine di eliminare l'influenza delle condizioni al contorno, **il modello idrodinamico del fiume Pescara è stato esteso verso valle** fino alla foce nel Mar Adriatico;
- C) **le distanze tra le sezioni sono state adeguate a quanto effettivamente riscontrato sul territorio**, sulla cartografia e su quanto affermato nello stesso Studio AB (cfr. pag. 13 dell'elaborato 1 "Relazione generale");
- D) **non sono state inserite sezioni interpolate** al fine di non influenzare i risultati delle modellazioni con sezioni non rilevate direttamente;
- E) il fondo alveo, nonostante non lo si ritenga corretto, non è stato modificato rispetto allo Studio AB per ragioni cautelative;
- F) **le simulazioni sono state condotte in regime di moto vario** in base agli idrogrammi mostrati nel PSDA (cfr. pag. 56 dell'elaborato 7.1 "Studi idraulici per la mappatura delle aree sondabili - Relazione illustrativa delle elaborazioni condotte" del PSDA);
- G) le sezioni trasversali sono state mantenute, nonostante le difformità emerse in fase di rilievo, identiche a quelle dello Studio AB per ragioni cautelative.

Come detto, le verifiche idrauliche sono state effettuate nelle condizioni più cautelative avendo assunto, come precisato nei punti A, E e G precedenti, i dati utilizzati nello Studio AB.

Le analisi effettuate dimostrano che la configurazione di "stato di progetto" è in grado di contenere l'onda di piena con un tempo di ritorno di 200 anni con un franco di sicurezza superiore o uguale a 1.00 m.

In tali condizioni, pertanto, l'area di interesse è priva di rischio idraulico e, quindi, deve essere classificata con pericolosità idraulica "Pzero" anche senza modificare la forma delle sezioni e le quote di fondo derivate dallo Studio AB. Ciò significa, quindi, che la realizzazione delle opere in progetto impone una riclassificazione dell'area Megalò da "P1" a "Pzero".

Gli interventi previsti in progetto sono in linea con l'Ordinanza del Genio Civile Regionale di Pescara del 12.12.2013 e sono i seguenti:

- **completamento dell'argine lungo il lato nord-est dell'area Megalò** mediante l'adeguamento in quota dell'argine esistente oltre al prolungamento dello stesso verso valle (cfr. gli altri elaborati progettuali allegati alla presente relazione);
- **demolizione del tratto di argine destro dell'area Megalò, lungo circa 150 m, che attualmente restringe l'area golenale del fiume Pescara** nel segmento compreso tra le sezioni 6 e 6.2.

Tali interventi, tra l'altro, sono in linea con lo studio iniziale redatto dal prof. Togna.

La presente relazione integra e sostituisce la precedente versione in quanto affianca alle conclusioni pregresse anche alcuni approfondimenti richiesti specificatamente dall'allegato D delle Norme di Attuazione del PSDA. La presente relazione, pertanto, deve essere considerata uno Studio di Compatibilità Idraulica ai sensi del medesimo allegato.



## **Allegato 1 Descrizione del codice di calcolo** **MIKE 11 HD del DHI**

## 1.PREMESSA

Il programma MIKE 11 è stato realizzato dal DHI (Danish Hydraulic Institute) a partire dal programma SYSTEM 11 che dal 1972, anno della sua messa a punto, ad oggi, è stato usato in un grande numero di applicazioni in tutto il mondo con ottimi risultati e riconoscimenti.

MIKE 11 è un programma generale per la simulazione del flusso idrico a pelo libero in estuari, fiumi, sistemi di irrigazione e simili corpi idrici. MIKE 11 simula il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali. E' possibile tenere conto di:

- portate laterali;
- condizioni di corrente veloce o lenta;
- flusso libero o rigurgitato in corrispondenza di sfioratori;
- differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi;
- resistenze localizzate e perdite di carico concentrate;
- casse d'espansione;
- condizioni di flusso bidimensionale sulle pianure alluvionali;
- azione del vento;
- nodi idraulici (biforcazioni e convergenti).

L'adozione del programma di simulazione DHI\MIKE 11, consente la soluzione del problema idrodinamico di moto vario con uno schema di soluzione numerica molto efficiente che limita i tempi di calcolo consentendo una adeguata rappresentazione dell'evolversi temporale dei transitori idraulici legati al passaggio dell'onda di piena.

## 2.DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI MOTO SIMULATE

Il modello consente di attivare tre diverse descrizioni del moto, mediante tre differenti formulazioni matematiche:

Approccio dell'"onda cinematica". Le condizioni di moto sono calcolate imponendo il bilancio tra le forze di gravità e di attrito. Questa semplificazione non permette di simulare gli effetti di rigurgito.

Approccio dell'"onda diffusiva". Oltre alle forze di gravità ed attrito viene tenuto conto del gradiente idrostatico in modo tale da poter valutare anche gli effetti a monte delle condizioni al contorno di valle, cioè simulare i fenomeni di rigurgito.

Approccio dell'"onda dinamica". Utilizzando le equazioni complete del moto, comprese le forze di accelerazione, è possibile simulare con questa formulazione transitori veloci, flussi di marea ecc.

In funzione del tipo di problema da risolvere è possibile scegliere la descrizione del moto più appropriata. Ognuna delle tre formulazioni consente di simulare sia sistemi idrici ramificati sia reti idrauliche con maglie chiuse.

## 3.EQUAZIONI GENERALI DI DE SAINT VENANT

MIKE 11 mediante il terzo tipo di formulazione risolve le equazioni di conservazione del volume e della quantità di moto (equazioni di De Saint Venant) che sono derivate sulla base delle seguenti assunzioni:

- a) Il fluido (acqua) è incomprimibile ed omogeneo, cioè senza significativa variazione di densità.
- b) La pendenza del fondo è piccola.
- c) Le lunghezze d'onda sono grandi se paragonate all'altezza d'acqua, in modo da poter considerare in ogni punto parallela al fondo la direzione della corrente: è cioè trascurabile la componente verticale dell'accelerazione e su ogni sezione trasversale alla corrente si può assumere una variazione idrostatica della pressione.

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = 0$$

ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali addotte:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2AR} = 0$$

dove:

A = area della sezione bagnata (m<sup>2</sup>);

C = coefficiente di attrito di Chèzy (m<sup>1/2</sup>s<sup>-1</sup>);

g = accelerazione di gravità (m s<sup>-2</sup>);

h = altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);

Q = portata (m<sup>3</sup>/s);

R = raggio idraulico (m);

α = coefficiente di distribuzione della quantità di moto;

q = portata laterale addotta (m<sup>2</sup>/s).

#### 4.SIMULAZIONE DELLE CORRENTI VELOCI CON L'APPROCCIO DELL'ONDA DINAMICA

Per le correnti veloci viene applicata una equazione "ridotta" del moto, ottenuta trascurando il termine non lineare:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2AR} = 0$$

La descrizione del moto è tanto più accurata quanto meno rapidamente variabile è la velocità della corrente.

Il vantaggio di questa schematizzazione è rappresentato dal fatto che è possibile ottenere una soluzione stabile con la stessa metodologia usata per le correnti lente. Nella transizione tra corrente lenta e veloce viene applicata una riduzione graduale del termine non lineare.



## 5. APPROSSIMAZIONE DELL'ONDA DIFFUSIVA

L'approssimazione dell'"onda diffusiva" consiste nel trascurare tutti i termini legati alla quantità di moto nelle equazioni generali di De Saint Venant:

$$gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

Questa formulazione assicura ancora la descrizione dell'effetto di rigurgito attraverso il termine  $\partial h / \partial x$ . Per ragioni di stabilità questo termine nella soluzione viene smorzato; ciò significa che vengono risolti soltanto fenomeni di rigurgito relativamente stazionari (confrontati con lo step di tempo utilizzato).

## 6. DESCRIZIONE IN CORRISPONDENZA DI STRUTTURE

Dal punto di vista matematico la descrizione della corrente attraverso stramazzi o soglie e sezioni trasversali strette è abbastanza simile. In MIKE 11 la descrizione di ogni struttura viene effettuata in un segmento di corso d'acqua.

### **Tipi di strutture simulate**

#### Tipo 1. Stramazzo a larga soglia

Il programma automaticamente determina le caratteristiche di funzionamento standard dello stramazzo sulla base della geometria e dei coefficienti di perdita di carico specificati dall'utente. Viene assunta una distribuzione idrostatica delle pressioni sulla soglia e vengono utilizzati diversi algoritmi per la simulazione del deflusso libero e di quello rigurgitato.

#### Tipo 2. Relazione Q-h

Nel caso in cui le condizioni standard di funzionamento (tipo 1) dello stramazzo non risultino adeguate (ad esempio quando è evidente una significativa curvatura delle linee di corrente) è possibile specificare le relazioni Q-h (portate-livelli) valide per la data struttura. La relazione Q-h viene utilizzata per il deflusso libero in condizioni critiche, mentre per il deflusso rigurgitato (o sommerso) vengono utilizzati gli stessi algoritmi della struttura "tipo 1".

#### Tipo 3. Tombino

Un tombino può essere descritto mediante diversi algoritmi validi per condizioni di deflusso critico, rigurgitato o a "tubo pieno". Il funzionamento a "tubo pieno" è a sua volta suddiviso in deflusso libero a valle, flusso rigurgitato e flusso sommerso. Deve essere inserita una relazione Q-h che contempli tutti i casi di deflusso critico allo sbocco del tombino. La portata critica è determinata da una formulazione di stramazzo a larga soglia quando l'imbocco è libero e da una formulazione di luce sotto battente quando l'imbocco è sommerso.

#### Tipo 4. Relazione Q-t

E' possibile inserire una qualsiasi relazione Q-t esterna per descrivere ad esempio il deflusso da una diga o un pompaggio. Questa relazione sostituisce localmente l'equazione di conservazione della quantità di moto.

#### Tipo 5. Relazione $Q = A(Z_{i1}) \cdot Z_{i2}$

Il deflusso nell'ambito di una struttura può essere posto in relazione, in modo dinamico, a due qualsiasi variabili indipendenti del sistema consentendo di simulare regole operative particolari. Il deflusso da un invaso può per esempio essere correlato alla portata in ingresso e al livello nell'invaso (o al livello a valle di esso).

#### Tipo 6. Strutture mobili

E' possibile simulare la presenza di strutture mobili con condizioni di deflusso di tipo sfioro o luce sotto battente. Viene assegnata la geometria fissa della struttura (larghezza, quota del fondo per sistemi a sfioro tipo ventola, quota del livello massimo della paratoia per sistemi con luce sotto battente) ed una regola operativa che determina la quota della parte mobile della struttura in funzione di una delle seguenti condizioni idrodinamiche calcolate dal modello: un livello, una differenza di livelli, una portata, una differenza di portate, il tempo. Il modulo simula dinamicamente la variazione della geometria della struttura ed il flusso che ne consegue.

### **7.RESISTENZA D'ATTRITO**

MIKE 11 consente di utilizzare due diverse formulazioni della resistenza d'attrito: l'espressione di Chèzy e quella di Strickler.

Secondo la formula di Chèzy, nell'equazione del moto il termine di resistenza risulta pari a:

$$\tau_r = \frac{gQ|Q|}{C^2AR}$$

dove C è il coefficiente di attrito di Chèzy.

Secondo la formula di Strickler, lo stesso termine diventa:

$$\tau_r = \frac{gQ|Q|}{M^2AR^{4/3}}$$

dove M è il coefficiente di Strickler, pari a  $1/n$ , essendo n il coefficiente di Manning.

### **8.CONDIZIONI INIZIALI**

Le condizioni iniziali possono essere specificate dall'utente oppure essere calcolate automaticamente. Nel secondo caso viene usata la formula di Chèzy per determinare i livelli idrici e le portate da considerare all'inizio della simulazione su tutta la rete o schema idraulico. In

alternativa a queste due opzioni è possibile anche assumere come condizioni iniziali i risultati di una precedente simulazione effettuata sullo stesso schema idraulico.

## 9.METODO DI SOLUZIONE

La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti).

La griglia di calcolo viene generata dal modello in base alle richieste dell'utente:

- i punti Q sono posizionati sempre a metà tra due punti h vicini;
- la distanza tra due punti h può essere variabile;
- ad ogni sezione trasversale d'alveo viene assegnato un punto h;
- ad ogni struttura viene assegnato un punto Q.

## 10.CONDIZIONI AL CONTORNO

In MIKE 11 le condizioni al contorno sono distinte in esterne ed interne. Le condizioni al contorno interne sono: legami tra punti nodali, strutture, portate interne, attrito indotto dal vento. Le condizioni al contorno esterne sono: valori costanti di h e Q, valori di h e Q variabili nel tempo, relazioni tra h e Q (ad es. scala di deflusso per una sezione d'alveo).

## 11.DEFINIZIONE DEI PASSI DI CALCOLO

La scelta ottimale dei passi di calcolo Dx (spazio) e Dt (tempo) da utilizzare nell'ambito di una simulazione è molto importante perché questi parametri possono condizionare pesantemente la stabilità del calcolo numerico e quindi i risultati stessi della simulazione.

Esistono due differenti criteri per determinare correttamente i passi di calcolo Dx e Dt. Essi sono descritti nel seguito.

### 1)Criterio di Courant

$$Cr = \frac{\sqrt{g \cdot d} + V}{Dx} \cdot Dt$$

dove:

Cr= numero di Courant;

d= altezza d'acqua media;

V= velocità media della corrente;

g= accelerazione di gravità;

Dt, Dx= passi di calcolo.

Il numero di Courant esprime quanti Dx vengono percorsi da un'onda, causata da una piccola perturbazione, che si muove in un intervallo di tempo Dt unitario.



Per correnti lente ( $Fr < 1$ ), il valore massimo del numero di Courant deve essere inferiore a 20.

## 2) Criterio della velocità

Il criterio della velocità stabilisce che i passi  $Dx$  e  $Dt$  di calcolo siano definiti in modo tale che la corrente si muova di uno spazio  $Dx$  in un tempo maggiore di  $Dt$ , e cioè:

$$V * Dt < Dx$$

dove  $V$  è velocità media della corrente.

In definitiva entrambi i criteri esprimono il concetto che, per un dato passo di tempo  $Dt$ ,  $Dx$  deve essere maggiore di un valore definito; contemporaneamente sia  $Dt$  che  $Dx$  devono essere inferiori a valori prestabiliti, in modo da descrivere correttamente il fenomeno in esame.

Il modello DHI/MIKE 11 genera automaticamente una griglia di calcolo sulla quale i nodi che rappresentano le altezze d'acqua sono localizzati in corrispondenza delle sezioni trasversali di rilievo. Nel caso in cui la distanza tra due sezioni sia maggiore di  $Dx$ , vengono inseriti ulteriori nodi intermedi di calcolo, distanti fra loro  $Dx$  o meno.

In osservanza ai sovraccitati criteri è possibile definire unicamente intervalli di valori per  $Dx$  e  $Dt$  e non valori univoci per ogni simulazione.

## **Allegato 2 Sezioni trasversali**

Nel presente allegato sono mostrate le principali sezioni trasversali utilizzate nelle simulazioni (viste da monte verso valle) con l'indicazione dei livelli idrici di piena in occasione dell'evento con tempo di ritorno di 200 anni nel tratto compreso tra la prima sezione di monte e quella di immissione del torrente Nora nel fiume Pescara (per ragioni di semplicità).

### Configurazione di "stato di progetto"

