

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
S.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE SUD

PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Ottemperanza alle prescrizioni Delibera cipe 28/01/2015

Canale idraulico di collegamento tra la lama San Marco e la lama Valenzano e strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D
LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO

SCALA:

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


IA1U 03 E 78 RI ID0002 301 B

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. MARSON	OTTOBRE 2016	A. TORTORA	OTTOBRE 2016	F. GERNONE	OTTOBRE 2016	
B	EMISSIONE ESECUTIVA	V. Olanesta	Luglio 2021	G. De Cianni	Luglio 2021	G. De Cianni	Luglio 2021	

File: IA1U03E78RIID0002301B.doc

n. Elab.

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10376

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	SINTESI TECNICO DESCRITTIVA	7
2.1	Elenco elaborati annessi	10
3.	CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE	11
4.	MODELLAZIONE IDRAULICA BIDIMENSIONALE	13
4.1	Il modello numerico	13
4.2	Geometria del modello	16
4.3	Canale di progetto	22
4.4	Condizioni al contorno e definizione delle portate	31
4.5	Taratura del modello	31
5.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE	34
5.1	Simulazione Ante Operam	34
5.2	Simulazione Post Operam	39
6.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE	45
6.1	Verifica del grado di riempimento del canale	45
6.2	Verifica dell'erosione dell'alveo	45
6.3	Verifica del Franco di Progetto per le opere di scavalco	47
7.	PRESIDI IDRAULICI	48
7.1	Normativa di riferimento	50
7.2	Presidi idraulici	51
7.3	Risultati delle verifiche viabilità definitiva FASE FINALE	56
8.	STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	57
8.1	CRITERI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	57
8.1.1	<i>Sintesi della normativa di riferimento</i>	57
8.1.2	<i>Le nuove norme tecniche di costruzione (D.M. 1401/08)</i>	60
8.1.3	<i>Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico</i>	63
8.2	RISPETTO DEI CRITERI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	75
8.2.1	<i>Le nuove norme tecniche di costruzione (D.M. 1401/08)</i>	75
8.2.2	<i>Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico</i>	77
	BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	83

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Inquadramento geografico della zona in esame.....	7
Figura 2 - Planimetria dell'attraversamento ferroviario e stradale della Lama Valenzano e della Lama San Marco.....	9
Figura 3 – Onde di piena fornite dall' AdB Puglia, TR 200 anni.....	11
Figura 4 – ADB Puglia: bacino idrografico della Lama San Marco.....	12
Figura 5 – Inquadramento territoriale dell'area modellata.....	17
Figura 6 – Immagini del DTM fornito dall'AdB della Puglia.....	18
Figura 7 – Tracce delle sezioni utilizzate per la definizione della mesh di calcolo.....	19
Figura 8 – Ante Operam: mesh di calcolo e condizioni al contorno.....	20
Figura 9 – Post Operam: mesh di calcolo e dettaglio del canale.....	21
Figura 10 – Stralcio planimetrico del canale di progetto.....	22
Figura 11 – Planimetria dell'opera di scavalco Lama San Marco SS16.....	23
Figura 12 – Sezione tipo dell'opera di scavalco Lama San Marco SS16.....	24
Figura 13 – Planimetria rampa di dissipazione.....	25
Figura 14 – Planimetria rampa manufatto di restituzione.....	26
Figura 15 – Sezione tipo 1.....	27
Figura 16 – Sezione tipo 2.....	28
Figura 17 – Sezione tipo 3.....	28
Figura 18 – Sezione tipo 4.....	28
Figura 19 - Sezione tipo 5.....	28
Figura 20 – Profilo canale San Marco.....	30
Figura 21 – Dettaglio del rivestimento in massi cementati della rampa di dissipazione.....	33
Figura 22 – SDF: livelli massimi, tratto di monte della Lama San Marco.....	35
Figura 23 – SDF, livelli massimi, Lama San Marco a valle della SS 16.....	36
Figura 24 – Ricostruzione 3D di una parte del DTM fornito.....	37
Figura 25 – SDF, livelli massimi, Lama Valenzano, tratto di valle.....	38
Figura 26 – SDP, livelli massimi, Lama San Marco, tratto di monte.....	40
Figura 27 – SDP, livelli massimi, nuovo tracciato San Marco.....	41
Figura 28 – SDP, velocità massime, tratto terminale Lama San Marco e recapito nella Lama Valenzano.....	42
Figura 29 – SDP, livelli massimi, Lama Valenzano, tratto a valle dell'immissione.....	43
Figura 30 – Confronto tra le portate e i livelli idrici del Valenzano in una sezione al valle dell'immissione.....	44
Figura 31 – Schema dell'impianto di trattamento con accumulo delle acque di prima pioggia.....	52
Figura 32 – Sovrapposizione del tracciato con le aree di pericolosità idraulica.....	78
Figura 33 – Sovrapposizione del tracciato con le aree di rischio.....	78

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.....	10
Tabella 2 – Tipologie di sezione lungo il canale.....	27
Tabella 3 - Valori di scabrezza secondo la deliberazione n. 2/99, in data 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del Po (idraulica dei ponti).....	32
Tabella 4 – Confronto tra tensioni applicate e tensioni critiche dei rivestimenti.....	46
Tabella 5 – Lama San Marco: verifica del franco di progetto-scavalco SS16.....	47
Tabella 6 – Lama San Marco: verifica del franco di progetto-viabilità di ricucitura n° 1.....	47
Tabella 7 – Caratteristiche delle vasche previste dalla relazione idrologico-idraulica del drenaggio di piattaforma della Tangenziale di Bari, parte integrante del progetto di Riassetto del Nodo di Bari (IA1U02E11RIID0002101B).....	54
Tabella 8 – Caratteristiche dell'impianto di prima pioggia 1.....	55
Tabella 9 – Caratteristiche dell'impianto di prima pioggia 2.....	55

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

1. PREMESSA

Il progetto esecutivo “Riaspetto Nodo di Bari - Tratta a Sud di Bari: variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare”- Opere Anticipate - Canale idraulico di collegamento tra la lama San Marco e la lama Valenzano e strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi è relativo alla realizzazione di alcune opere incluse nel complesso progettuale della variante di tracciato Bari – Lecce nella tratta compresa tra Bari C.le e Bari Torre a Mare (sviluppo 10,130 km) che prevede la variante della tratta ferroviaria Bari C.le – Bari Torre a Mare, la realizzazione della nuova Fermata Campus, la realizzazione della nuova Stazione Executive, la realizzazione della nuova Fermata Triggiano, la soppressione di un passaggio a livello delle Ferrovie Sud Est, la dismissione della linea ferroviaria esistente, le opere di mitigazione ambientale e di riambientalizzazione. Il territorio attraversato dalla linea presenta un’articolata rete idrografica superficiale essendo solcato dall’alveo della Lama Valenzano, della Lama San Marco, della Lama Cutizza 1, della Lama Cutizza 2 e della Lama San Giorgio e altri bacini idrografici sottesi dalla linea che hanno estensione sostanzialmente limitata e per questo considerati attraversamenti minori.

Oggetto della presente progettazione è il canale idraulico di collegamento tra la Lama San Marco e la Lama Valenzano, al fine di ottemperare la prescrizione dettata dall’Autorità di Bacino di progettare l’attraversamento ferroviario della lama San Marco, in modo tale che i relativi deflussi subito a valle di un nuovo manufatto sottoposto alla SS16, possano essere recapitati a gravità nell’alveo della lama Valenzano, proteggendo il tessuto urbano della città di Bari.

Il progetto comprende le opere relative alle strade di ricucitura urbana necessarie per la ricucitura delle aree lasciate intercluse dalle opere variante altimetrica della tangenziale di Bari e canale idraulico San Marco – Valenzano.

Il progetto qui esposto, quindi, deve considerarsi come parte di un più vasto complesso progettuale relativo all’evoluzione del Nodo ferroviario di Bari, volto alla razionalizzazione, riorganizzazione e miglioramento del trasporto ferroviario ed al miglior inserimento delle reti ferroviarie nel territorio della città di Bari.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Nella presente relazione vengono descritti gli aspetti idrologici ed idraulici connessi con la progettazione della inalveazione e relativa sistemazione idraulica della Lama San Marco a valle dell'attraversamento ferroviario ubicato alla progressiva 3+386.64 km. Tale valutazione è stata richiesta in accordo con l'Autorità di Bacino della Regione Puglia al fine di definire una soluzione al potenziale rischio di esondazione della Lama San Marco a valle della SS16.


Le verifiche sono state condotte facendo riferimento al Manuale di Progettazione RFI/Italferr, al Piano di bacino stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) della Regione Puglia (approvato il 30/11/2005), al D.M. 1401 del 2008 contenente le Nuove norme tecniche per le costruzioni e alla circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 contenente le istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni». La progettazione delle opere è stata sviluppata sulla base delle indicazioni del CIPE del 26/10/12.

L'inserimento della inalveazione idraulica e dei manufatti di attraversamento è stata valutata mediante il supporto della modellazione numerica bidimensionale al fine valutare il deflusso delle portate di progetto sia nella configurazione ante, sia post operam, i cui risultati consentiranno di valutare la compatibilità idraulica degli interventi stessi. Per le simulazioni idrauliche e per il calcolo degli effetti locali si è fatto uso del codice di calcolo denominato BASEMENT v 2.2.1, sviluppato presso il Laboratorio di Idraulica, Idrologia e Glaciologia (VAW) dell'Istituto Federale Svizzero di Tecnologia di Zurigo (ETH).

Il presente elaborato comprende anche il dimensionamento di due impianti di trattamento di acque di prima pioggia e i relativi elementi di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche. Tali opere completano il sistema di drenaggio della viabilità SS16, così come definito nell'ambito del progetto Esecutivo 'Opere di viabilità: variante altimetrica della tangenziale di Bari' nell'ambito del progetto di Riassetto del Nodo di Bari - Tratta a Sud di Bari: variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare.

In particolare, nell'ambito del progetto Esecutivo della Variante Altimetrica della Tangenziale di Bari il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato suddiviso in tre fasi:

1. fase provvisoria

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B	FOGLIO 6 DI 83

2. fase definitiva nello scenario intermedio

3. fase finale

La fase 3 (finale), su indicazione della committenza, è stata stralciata dall'appalto della variante altimetrica della tangenziale di Bari e inserita nel presente progetto. Maggiori dettagli in merito sono riportati al capitolo 7 del presente documento.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

2. SINTESI TECNICO DESCRITTIVA

Nell'ambito del riassetto del Nodo di Bari è prevista la realizzazione della variante di tracciato tra Bari Centrale e S. Giorgio – Torre a Mare (Figura 1).



Figura 1 - Inquadramento geografico della zona in esame.

La variante di tracciato tra Bari Centrale e San Giorgio Torre a Mare si sviluppa per 10 km, impegnando in uscita dalla stazione di Bari Centrale il corridoio attualmente occupato dalle Ferrovie del Sud Est e ricongiungendosi con la linea storica circa 2.5 km dopo l'abitato di San Giorgio (BA). Il nuovo tracciato ferroviario attraversa il territorio dei Comuni di Bari e Triggiano. La ferrovia attraversa una zona sostanzialmente pianeggiante, in cui il tracciato della linea si sviluppa parte in rilevato parte in trincea. La variante di tracciato prevede l'attraversamento di quattro corsi d'acqua a carattere spiccatamente torrentizio, denominati Lama Valenzano, Lama San Marco, Lama Cutizza 1, Lama Cutizza 2 e Lama San Giorgio. In particolare, viste le caratteristiche

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

idrologiche, la Lama San Marco è classificata come corso d'acqua secondario.

Stante il potenziale rischio idraulico della Lama San Marco in corrispondenza dell'attraversamento stradale, come confermato dalla Autorità di Bacino della Regione Puglia, è stata valutata una opportuna inalveazione idraulica mediante la realizzazione di un canale artificiale con lo scopo di convogliare la portata raccolta dal bacino della Lama verso la limitrofa Lama Valenzano.

Stante il rischio idraulico riscontrato, l'assenza di un ben definito alveo della Lama San Marco e l'urbanizzazione presente a valle della SS16, si è reso necessario lo svolgimento delle verifiche idrauliche mediante modellazione numerica di tipo bidimensionale, al fine di valutare la potenziale impronta degli allagamenti nella configurazione ante operam.

Mediante lo stesso strumento sono stati valutati diversi scenari di progetto al fine di ridurre il rischio idraulico. La soluzione ha trovato convergenza nella realizzazione di un canale derivatore di scolo verso la limitrofa Lama Valenzano. Tale configurazione di progetto definisce il post operam analizzato nel presente progetto.

Si ricorda, in particolare, che i corsi d'acqua analizzati sono denominati "lame" per la particolare morfologia della sezione poco accentuata e caratterizzate dall'assenza di deflussi significativi per lunghi periodi nel corso dell'anno, anche nelle stagioni più piovose.

Le simulazioni numeriche sono state eseguite utilizzando il programma di calcolo bidimensionale in moto vario BASEMENT, Basic Simulation for Computation of Environmental Flow and Natural Hazard Simulation. Tale software è sviluppato presso il Laboratorio di Idraulica, Idrologia e Glaciologia (VAW) dell'Istituto Federale Svizzero di Tecnologia di Zurigo (ETH), i cui fondamenti concettuali sono riportati nel paragrafo dedicato alla metodologia di calcolo.

I modelli numerici sono stati implementati sulla base delle sezioni idrauliche rilevate mediante battuta topografica estesa alle intere aree da indagare e del rilievo dei manufatti esistenti. Accanto a tali rilievi di tipo "tradizionale" è stato accostato un modello digitale del terreno (DTM) sufficientemente dettagliato, ottenuto da una scansione con sensore LIDAR.

I valori dei coefficienti di scabrezza utilizzati per la modellazione numerica dei corsi

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

d'acqua in oggetto sono stati definiti sia sulla base dei sopralluoghi eseguiti, sia delle indicazioni disponibili in letteratura. I valori dei coefficienti sono stati scelti tenendo conto delle attuali condizioni di manutenzione in cui versano i corsi d'acqua e di un loro possibile peggioramento.

Nell'analisi idraulica eseguita sono stati confrontati i massimi livelli idrici e le planimetrie di allagamento ottenuti dalle simulazioni effettuate relativamente allo STATO ATTUALE (ante operam) ed a quello di PROGETTO (post operam).

Successivamente è stata effettuata la verifica delle sezioni e dei profili del nuovo tratto della Lama San Marco, così come stabilito dal manuale di progettazione RFI/Italferr. Una prima versione del progetto dell'opera di deviazione è stata sviluppata in sede di progetto definitivo relativo alla "variante ANAS". Infine, si tenga presente che le verifiche idrauliche relative alle opere di scavalco della Lama San Marco e della Lama Valenzano sono state svolte in sede di progetto definitivo, precedentemente alla "variante ANAS".

Nella seguente figura è ripotata l'ubicazione planimetrica della sistemazione idraulica e degli attraversamenti della Lama Valenzano e San Marco.



Figura 2 - Planimetria dell'attraversamento ferroviario e stradale della Lama Valenzano e della Lama San Marco.

2.1 Elenco elaborati annessi

ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Relazione idrologica-idraulica modello 2D Lama San Marco e Lama Valenzano	-	IA1U03E78RIID0002301B
Planimetrie aree di esondazione modello 2D – livelli idrici e velocità ante operam	1/4000	IA1U03E78PZIN0202301A
Planimetrie aree di esondazione modello 2D – livelli idrici e velocità post operam	1/4000	IA1U03E78PZIN0202302A
Planimetrie aree di esondazione modello 2D – livelli idrici post operam	1/1000	IA1U03E78P7IN0202301A
Planimetrie aree di esondazione modello 2D – velocità post operam	1/1000	IA1U03E78P7IN0202302A
Planimetria Aree di pericolosità e rischio idraulico - PAI Puglia	1/5000	IA1U03E78P5IN0202301B
Sistemazione idraulica canale San Marco - planimetria di progetto 1/2	1/500	IA1U03E78P8IN0202301A
Sistemazione idraulica canale San Marco - planimetria di progetto 2/2	1/500	IA1U03E78P8IN0202302A
Profilo Canale San Marco	1/100/2000	IA1U03E78FZIN0202301A
Sezione tipo e particolari costruttivi	VARIE	IA1U03E78WZIN0202301A
Sistemazione canale San Marco - sezioni di progetto 1/2	1/200	IA1U03E78W9IN0202301A
Sistemazione canale San Marco - sezioni di progetto 2/2	1/200	IA1U03E78W9IN0202302A
Pianta e dettagli - Attraversamento strada tangenziale	varie	IA1U03E78BZIN0202301A
Pianta e dettagli - Opera di sbocco nella lama Valenzano	varie	IA1U03E78BZIN0202302A
Pianta e dettagli rampa di dissipazione	varie	IA1U03E78BZIN0202303A
Pianta e prospetti – Opera di scavalco ricucitura 1	varie	IA1U03E78BZIN0202304A

Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.

3. CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE

Allo stato attuale la Lama San Marco non presenta, a valle della SS 16, un alveo ben definito, inoltre la stessa infrastruttura costituisce un ostacolo al normale deflusso delle portate (Figura 2). È lecito supporre che nello stato di fatto il transito di una piena lungo la lama suddetta generi a partire dall'asse viario un'esondazione di cui a priori è difficile ipotizzare la direzione di propagazione e l'entità dell'area interessata. I fenomeni esondativi costituiscono un'importanza rilevante nella propagazione delle piene, per cui si è preferito eseguire l'analisi idraulica mediante elaborazione con modello di calcolo bidimensionale ed in condizioni di moto vario. All'interno del modello bidimensionale le portate vengono immesse nelle sezioni di monte dei due corsi d'acqua.

Le onde di piena con portate massime caratterizzate da tempi di ritorno pari a 200 anni sono state fornite dall' A.d.B. della Puglia, gli idrogrammi sono rappresentati in Figura 3. Per la Lama San Marco la portata massima è pari a circa 22 m³/s, per la Lama Valenzano tale valore è pari a 165 m³/s; lo sfasamento temporale dei due picchi è di circa quattro ore.

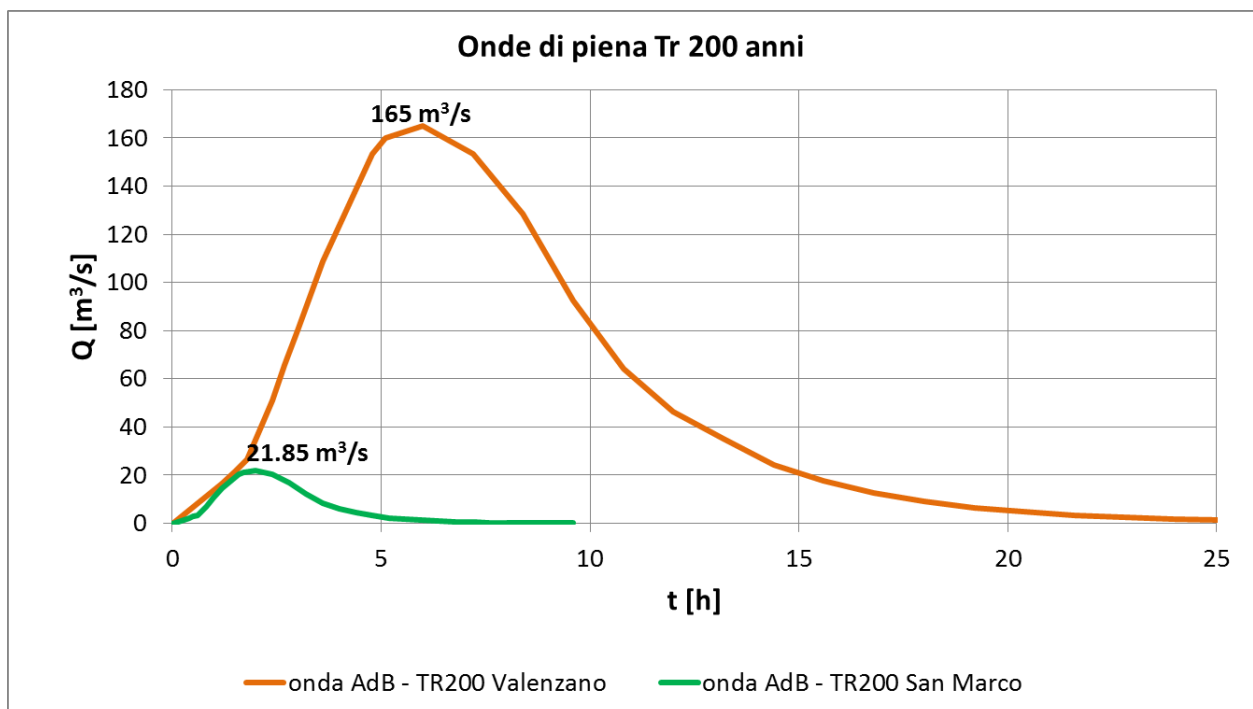


Figura 3 – Onde di piena fornite dall' AdB Puglia, TR 200 anni.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

L'onda di piena della Lama San Marco è generata da un bacino idrografico con estensione poco inferiore ai 6 km², la perimetrazione è stata indicata dall'A.d.B. della Puglia, è rappresentata in Figura 4.

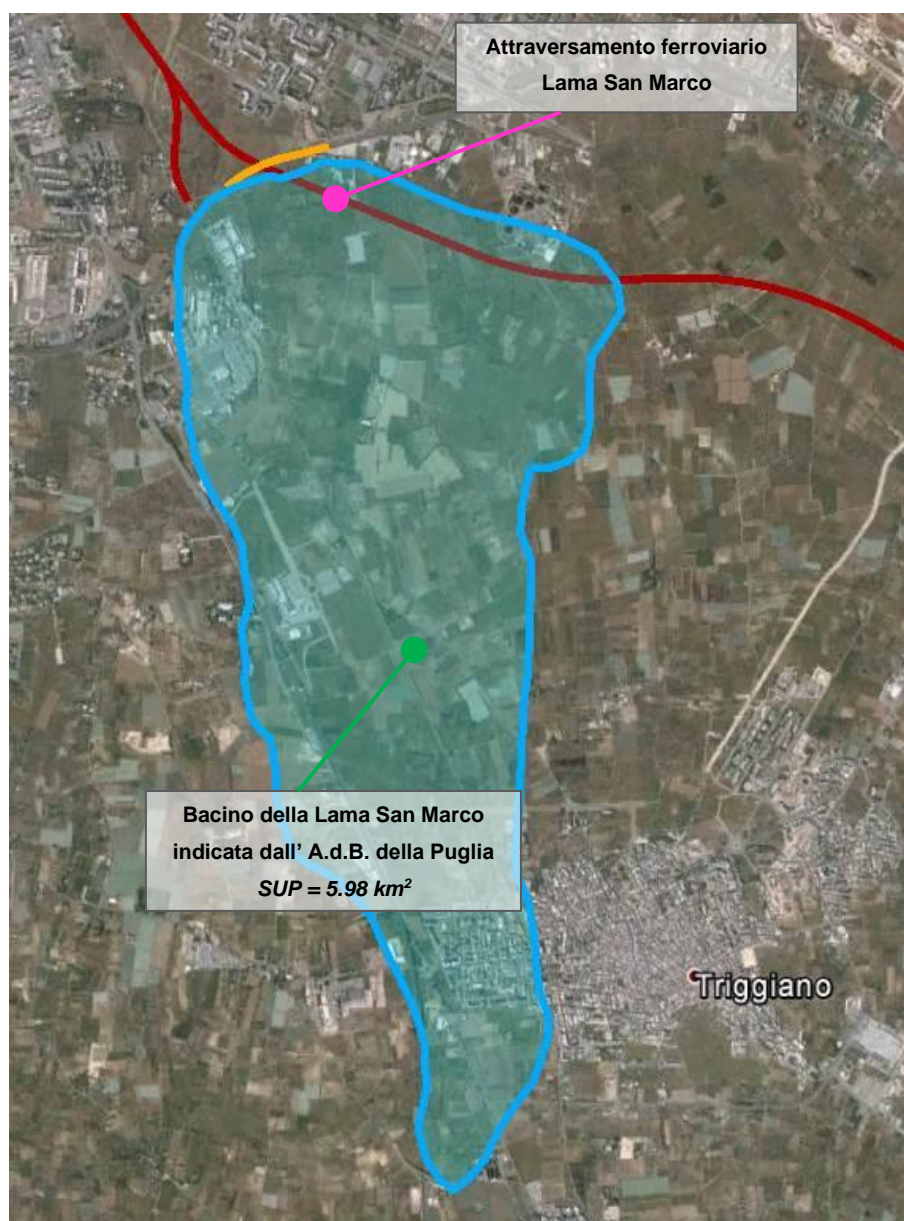


Figura 4 – ADB Puglia: bacino idrografico della Lama San Marco.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

4. MODELLAZIONE IDRAULICA BIDIMENSIONALE

Le simulazioni idrauliche condotte in questo studio sono state svolte mediante un modello di calcolo di tipo bidimensionale ai volumi finiti in moto vario, denominato BASEMENT. La scelta di tale approccio deriva dal fatto che questa famiglia di modelli sono in grado di rappresentare con accuratezza brusche variazioni planimetriche del flusso come restringimenti e forti curvature del corso d'acqua. Allo stesso tempo la rappresentazione bidimensionale del campo di velocità in termini non stazionari consente di analizzare l'evoluzione degli allagamenti indotti dal propagarsi delle onde di piena all'interno dell'area esaminata. Tali peculiarità ben si adattano alle problematiche proposte dal presente studio idraulico.

La corretta implementazione di un modello bidimensionale non stazionario necessita di una rappresentazione planimetrica e altimetrica semplificata dell'area in esame, riassunta nella mesh di calcolo, di adeguate condizioni al contorno e di un'accurata taratura del modello numerico.

4.1 Il modello numerico

Il modello numerico utilizzato per valutare il campo di moto è di tipo bidimensionale basato sulla risoluzione delle equazioni di continuità e quantità di moto mediate lungo la verticale ossia:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{1}{\rho h} \frac{\partial h \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{1}{\rho h} \frac{\partial h \tau_{xy}}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho h} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial y} = \frac{1}{\rho h} \frac{\partial h \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{1}{\rho h} \frac{\partial h \tau_{yy}}{\partial x} - \frac{\tau_{by}}{\rho h}$$

dove: h rappresenta il tirante, u e v le componenti della velocità lungo le direzioni x ed y , t il tempo, g l'accelerazione di gravità, η la quota del livello idrico, ρ la densità, τ_{xx} , τ_{yy} , τ_{xy} e τ_{yx} le componenti del tensore di Reynolds mentre τ_{bx} e τ_{by} rappresentano le

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

tensioni tangenziali di parete.

Le tensioni tangenziali alla parete sono calcolate nel seguente modo:

$$\tau_{bx} = \rho c_f u |\vec{V}| \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\tau_{by} = \rho c_f v |\vec{V}|$$

dove: $|\vec{V}|$ è il modulo del vettore velocità, $c_f = gn^2/h^{1/3}$ e n il numero di Manning rappresentante la scabrezza del fondo.

Le tensioni di Reynolds, invece, sono modellate adottando l'ipotesi di Boussinesq, ossia:

$$\tau_{xx} = 2\rho\nu_t \frac{\partial u}{\partial x}$$

$$\tau_{yx} = \tau_{xy} = \rho\nu_t \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\tau_{yy} = 2\rho\nu_t \frac{\partial v}{\partial y}$$

dove ν_t rappresenta la viscosità turbolenta.

Il sistema di equazioni così descritto è risolto mediante la tecnica dei volumi finiti mediante discretizzazione del dominio di calcolo con elementi triangolari di opportune dimensioni in grado di interpretare le caratteristiche peculiari del campo di moto stesso.

La chiusura del sistema di equazioni (Eq. 1) necessita l'assegnazione di due insiemi di parametri: la viscosità turbolenta (ν_t) e la scabrezza del fondo (n di Manning).

È evidente l'importanza di una corretta assegnazione di tali parametri per una accurata rappresentazione del campo di moto; a tale merito diversi sono i lavori presenti in letteratura, fra i quali si citano: Zanichelli, Caroni e Fiorotto, J.Hydr.Eng., 2002, Rodi, Turbulence models and their application in hydraulics—A state of the art review, IAHR, 1993, Shiono e Knight, JFM, 1991, Magistrato per il Po, Studio SIMPO, 1980, King e Norton, Finite elements in water resources II, 1978 e Chow, Open channel hydraulics, 1959.

Per la soluzione dello schema numerico descritto fin qui si è scelto di adottare il programma denominato BASEMENT – Basic Simulation for Computation of Environmental Flow and Natural Hazard Simulation. BASEMENT è un software

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

sviluppato presso il Laboratorio di Idraulica, Idrologia e Glaciologia (VAW) dell'Istituto Federale Svizzero di Tecnologia di Zurigo (ETH) e permette di realizzare simulazioni numeriche monodimensionali e bidimensionali di corsi d'acqua. Il programma consente inoltre la modellazione del trasporto solido.

Le peculiarità di BASEMENT sono la stabilità del modello numerico, la flessibilità della griglia computazionale e l'efficienza del metodo di calcolo. Accuratezza, stabilità e consistenza rendono il codice affidabile per le applicazioni pratiche.

BASEMENT può essere utilizzato per simulare flussi d'acqua nel caso in cui le componenti verticali di velocità ed accelerazione siano sufficientemente piccole rispetto alle componenti orizzontali. Infatti il modello numerico risolve le equazioni di De Saint Venant mediate sulla verticale o equazioni delle acque poco profonde SWE (Shallow Water Equations). Questo sistema di equazioni non lineari di tipo differenziale alle derivate parziali viene risolto in maniera numerica con la discretizzazione delle equazioni ai volumi finiti. Le equazioni sono integrate su un volume che è definito dai nodi della griglia della mesh di calcolo. I termini integrali di volume possono essere sostituiti da integrali di superficie utilizzando la formula di Gauss che definisce i flussi convettivi e diffusivi attraverso le superfici. A causa dell'integrazione sul volume, il metodo è completamente conservativo.

La forma conservativa del sistema di equazioni SWE può essere riscritta come:

$$\int_{\Omega} \mathbf{U}_t d\Omega + \int_{\Omega} \nabla \cdot (\mathbf{F}, \mathbf{G}) d\Omega + \int_{\Omega} \mathbf{S} d\Omega = 0 \quad (\text{Eq. 4})$$

Dove Ω rappresenta il dominio di calcolo.

Utilizzando la relazione di Gauss l'equazione diventa:

$$\int_{\Omega} \mathbf{U}_t d\Omega + \int_{\partial\Omega} (\mathbf{F}, \mathbf{G}) \cdot \mathbf{n}_s dl + \int_{\Omega} \mathbf{S} d\Omega = 0 \quad (\text{Eq. 5})$$

Assumendo \mathbf{U}_t e \mathbf{S} costanti sul dominio con un'accuratezza del primo ordine, è possibile scrivere:

$$\mathbf{U}_t + \frac{1}{\Omega} \int_{\partial\Omega} (\mathbf{F}, \mathbf{G}) \cdot \mathbf{n}_s dl + \mathbf{S} = 0 \quad (\text{Eq. 6})$$

La stessa equazione può essere discretizzata utilizzando un metodo numerico a due

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

step del tipo predictor-corrector:

$$\mathbf{U}_t^{n+1} = \mathbf{U}_t^n - \frac{\Delta t}{\Omega} \sum_{j=1}^3 (\mathbf{F}, \mathbf{G})_{i,j}^n \times \mathbf{n}_j l_j - \Delta t \mathbf{S}_i^n \quad (\text{Eq. 7})$$

dove: $(\mathbf{F}, \mathbf{G})_{i,j}$ flusso attraverso i lati degli elementi;
 n numero dei lati degli elementi;
 $\mathbf{n}_{s,i}$ vettore normale al lato della i-esima cella.

Il vantaggio di utilizzare un metodo a due step è l'accuratezza del secondo ordine.

Nel metodo ai volumi finiti, il problema fondamentale risulta essere quello di stimare il flusso attraverso ogni lato del dominio cioè $((\mathbf{F}, \mathbf{G})\mathbf{n}_s)$. Esistono diversi algoritmi in grado di valutare tale flusso. Il sistema di equazioni SWE è iperbolico e quindi esso ha un'insita proprietà direzionale di propagazione. Per questo sistema viene utilizzato il solutore di Riemann in grado di tener conto di questa proprietà. Il solutore nella formulazione del metodo ai volumi finiti è particolarmente adatto perché è in grado di catturare le discontinuità nel flusso sia subcritico che supercritico.

Nel codice di calcolo è stato implementato oltre ad un solutore esatto del problema di Riemann anche un solutore approssimato detto HLL.

4.2 Geometria del modello

La modellazione idraulica bidimensionale prevede la schematizzazione piano altimetrica dei corsi d'acqua, alvei e golene, e delle aree circostanti potenzialmente allagabili mediante una mesh di calcolo in grado di riprodurre con sufficiente precisione l'andamento del territorio.

L'area analizzata nel presente studio si estende per una superficie di circa 4.46 km², è rappresentata in Figura 5. La Lama San Marco è rappresentata nel suo tratto terminale, per una lunghezza di circa 1.6 km, la Lama Valenzano per un tratto di 3.25 km circa fino alla foce nel Mare Adriatico. All'interno del dominio di calcolo i due corsi d'acqua intersecano il tracciato di progetto della nuova linea ferroviaria, come mostrato nella figura sottostante. Poiché la Lama San Marco non possiede a valle della SS16 un alveo ben definito, si è scelto di rappresentare la porzione di territorio ben più ampia rispetto a quella del corso d'acqua, in modo da intercettare i diversi filoni di corrente che si

innescano nel propagarsi delle piene.



Figura 5 – Inquadramento territoriale dell'area modellata.

L'esecuzione di un modello numerico bidimensionale si basa su un'accurata descrizione della geomorfologia della zona interessata. Nel caso specifico, è stato impiegato come "dato base" un DTM con risoluzione 2 m fornito dall' Autorità di Bacino della Puglia, dedotto da un rilievo laser LIDAR. Degli stralci di tale rilievo sono riportati in Figura 6. Come si evince dalle figure, il livello di dettaglio del rilievo è molto elevato, i due corsi d'acqua sono ben rappresentati e facilmente riconoscibili, come le singolarità artificiali presenti nel territorio, rilevati stradali, arginature ecc.

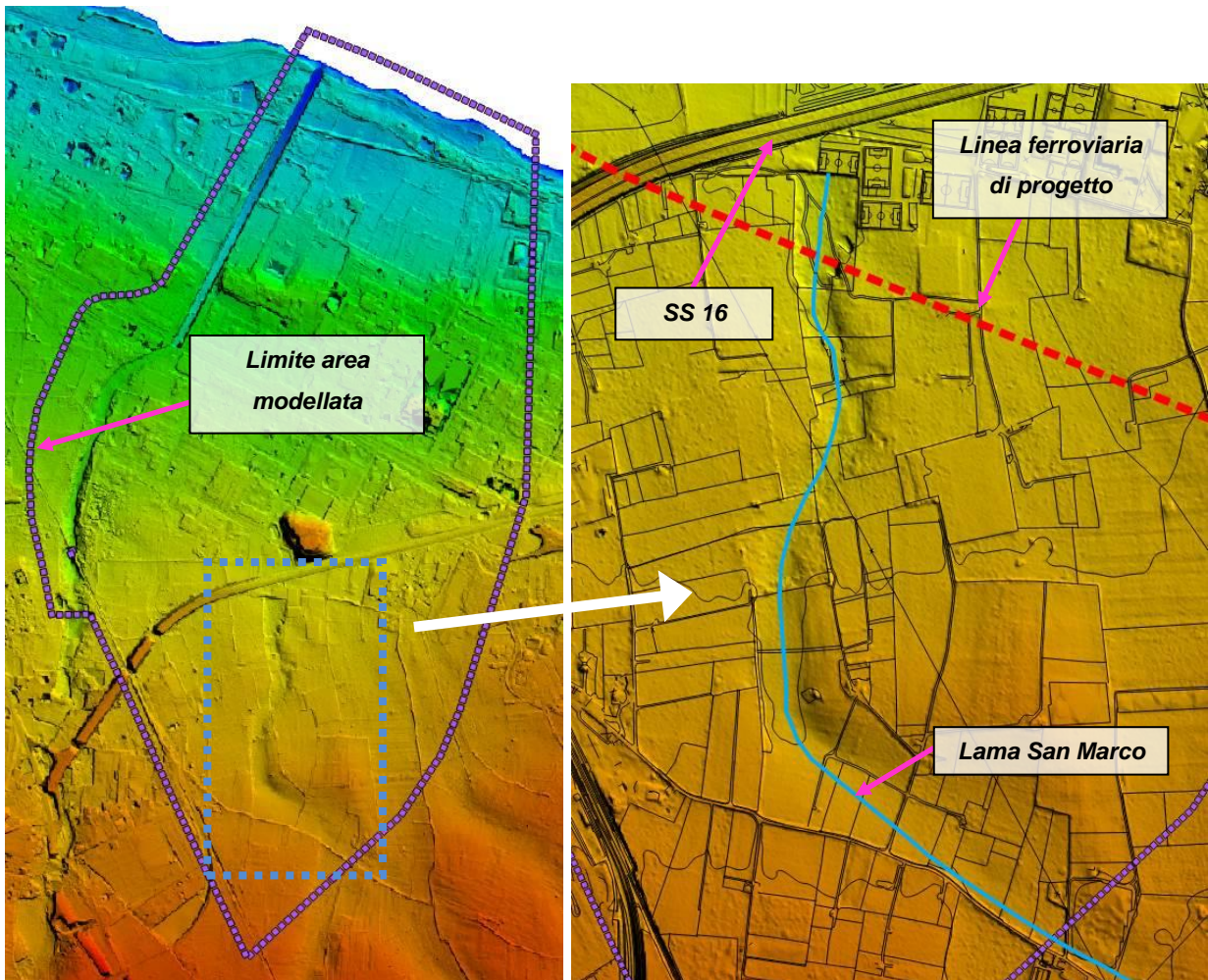


Figura 6 – Immagini del DTM fornito dall'AdB della Puglia.

Assieme al rilievo laser sono state inserite nella mesh di calcolo le informazioni dedotte da 23 sezioni di dettaglio dei due corsi d'acqua. I rilievi topografici sono stati eseguiti nell'anno 2008 e 2013. Le tracce delle sezioni sono riportate in Figura 7.

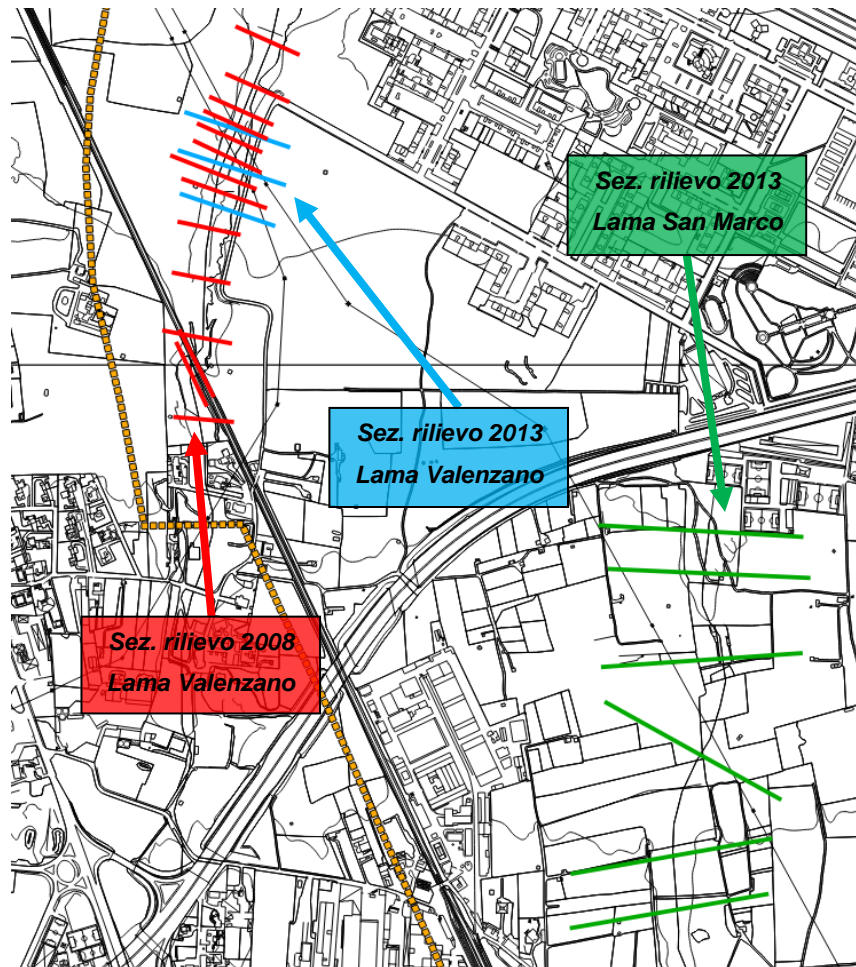


Figura 7 – Tracce delle sezioni utilizzate per la definizione della mesh di calcolo.

In questo modo è stato possibile ottenere per lo stato di fatto, una mesh ad elementi triangolari a tre nodi con lati di lunghezza variabile. Il numero di elementi del modello numerico è pari a circa 61'600, mentre il numero di nodi è circa pari 31'050. L'alveo di magra del corso d'acqua, dove i gradienti locali plano-altimetrici sono più elevati, è stato schematizzato mediante triangoli con lati medi di lunghezza pari a circa 8÷10 m. Viceversa, le ampie zone golenali, a causa dei limitati gradienti del terreno, sono state modellate con triangoli con lato di lunghezza dell'ordine di 20÷25 m. In corrispondenza delle singolarità come salti di fondo, scivoli ed attraversamenti la risoluzione della mesh è stata ulteriormente affinata, con dimensioni dei lati dei triangoli dell'ordine dei 3÷4 m (Figura 8). Le dimensioni così assegnate rendono i risultati indipendenti dalla dimensione della *mesh* e permettono una descrizione sufficientemente accurata del campo di velocità e della distribuzione dei tiranti.

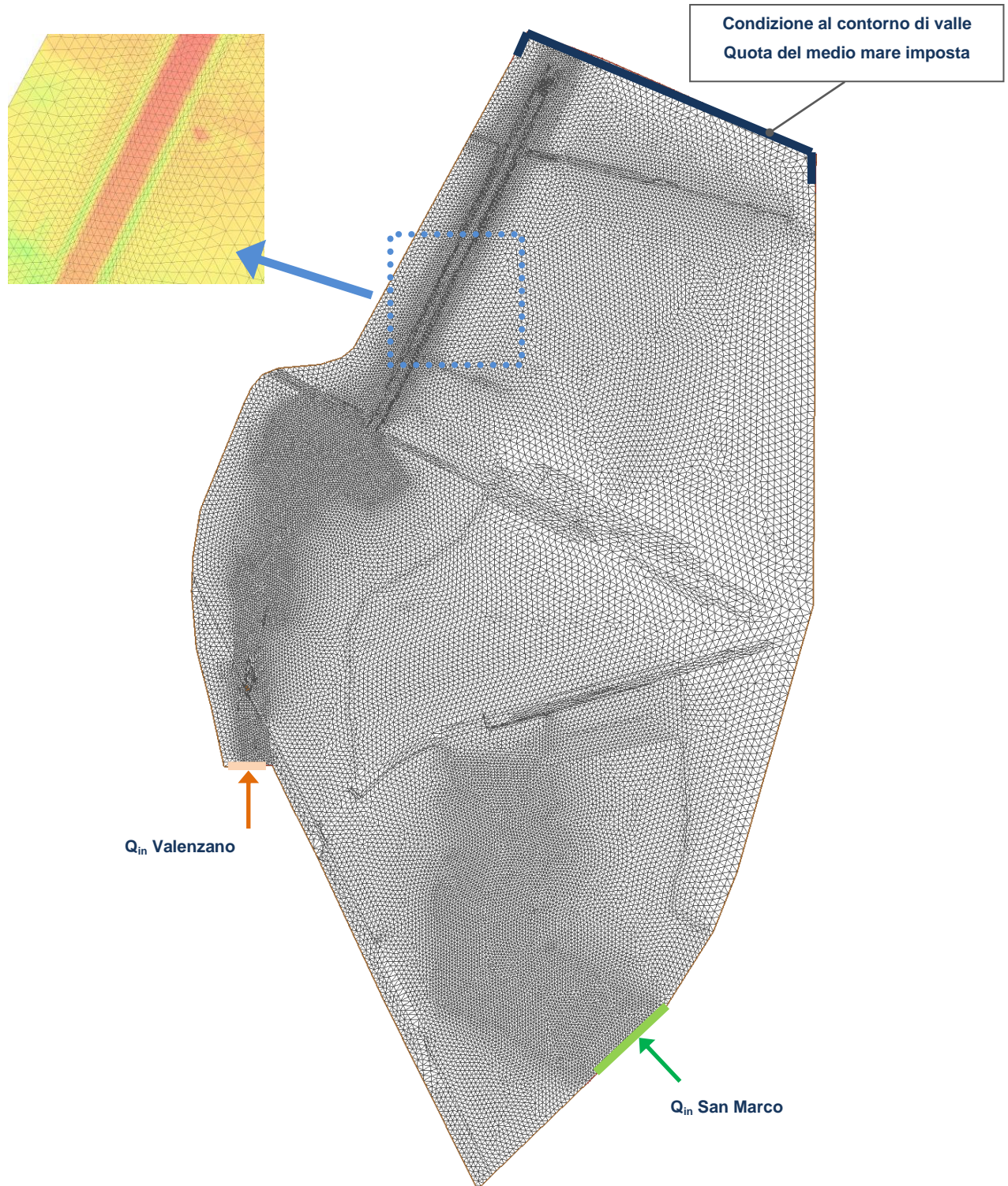


Figura 8 – Ante Operam: mesh di calcolo e condizioni al contorno.

All'interno della mesh dello stato di fatto è stato successivamente inserito il canale di progetto (Figura 9), assieme alla sistemazione di monte del nuovo attraversamento ferroviario sulla Lama San Marco. Il nuovo tracciato della lama è stato rappresentato in modo particolarmente accurato, con elementi triangolari di lato 2÷2.5 m. Questa nuova griglia di calcolo costituisce la mesh della configurazione di progetto.

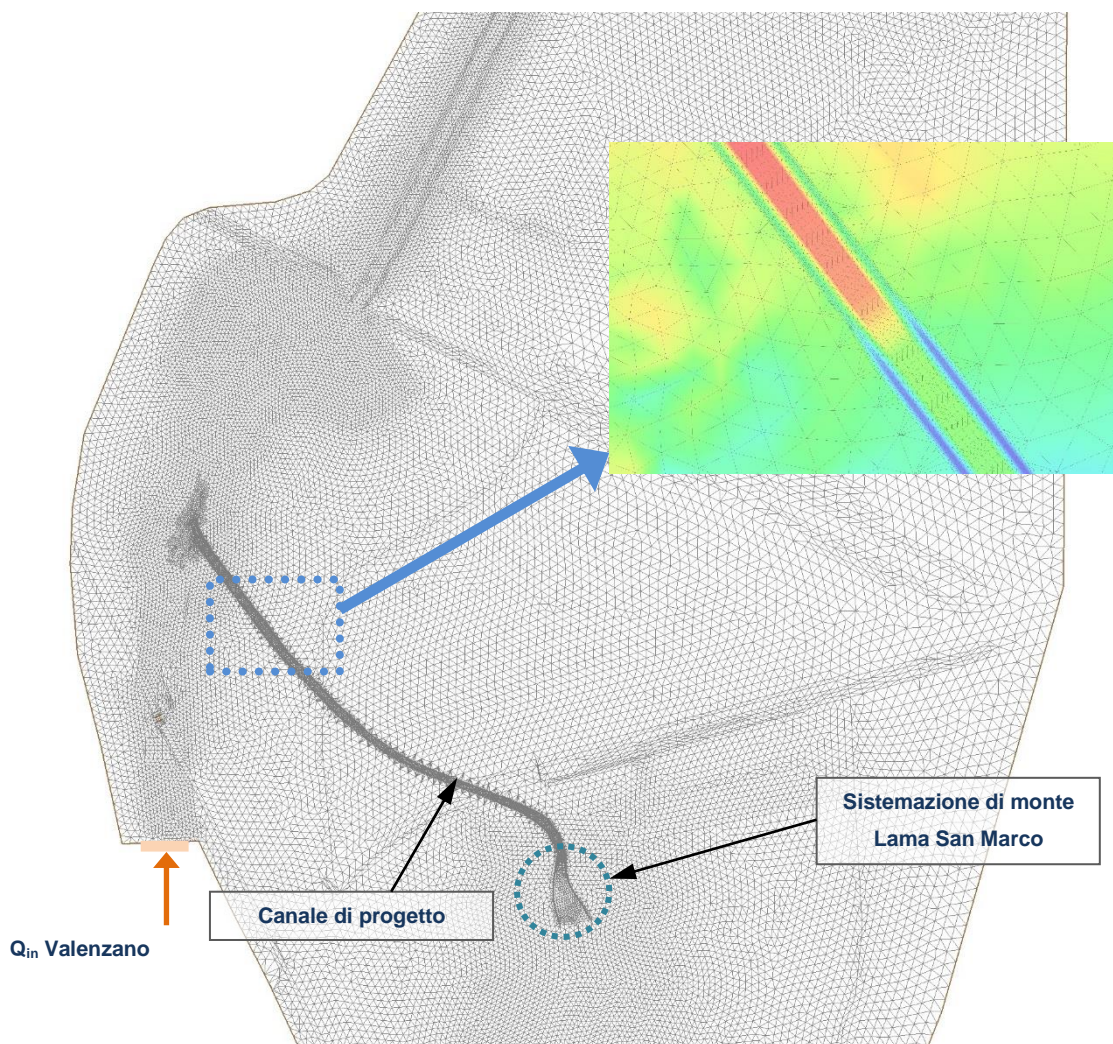


Figura 9 – Post Operam: mesh di calcolo e dettaglio del canale.

4.3 Canale di progetto

Uno stralcio planimetrico del canale di progetto è riportato in Figura 10, la rappresentazione più accurata dell'intervento è riportata negli elaborati grafici annessi. L'opera idraulica di deviazione della Lama San Marco si estende dalla sezione immediatamente a valle dell'attraversamento ferroviario di progetto, fino alla Lama Valenzano, per una lunghezza di circa 1130 m, mantenendo per buona parte della sua estensione una pendenza pari a 0.48%.

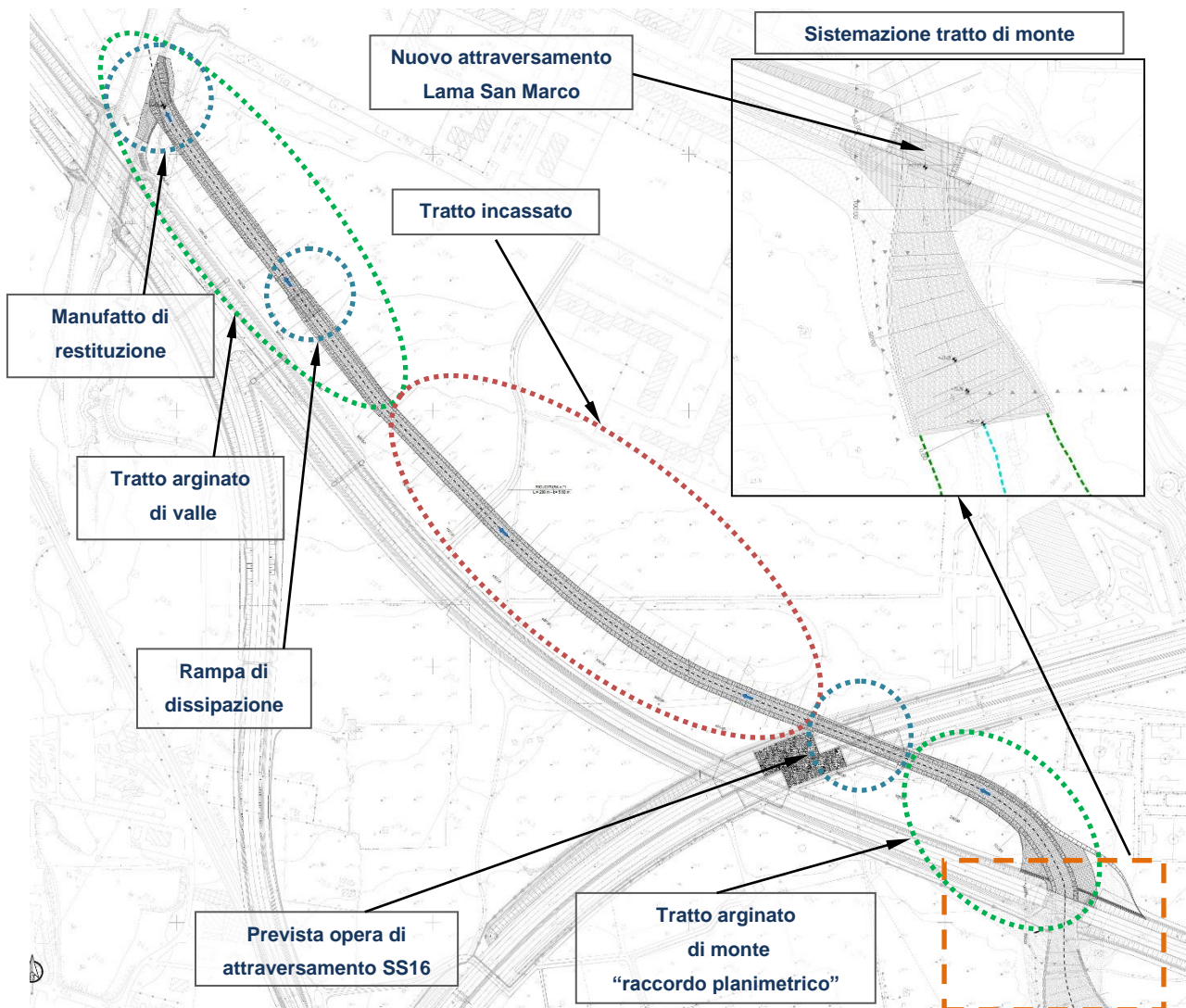


Figura 10 – Stralcio planimetrico del canale di progetto.

Tra la progressiva 310 m e la progressiva 390 m circa, l'asse del canale di progetto interseca il tracciato della SS16. In questo tratto verrà realizzata un'opera di scavalco della Lama San Marco (Figura 11).

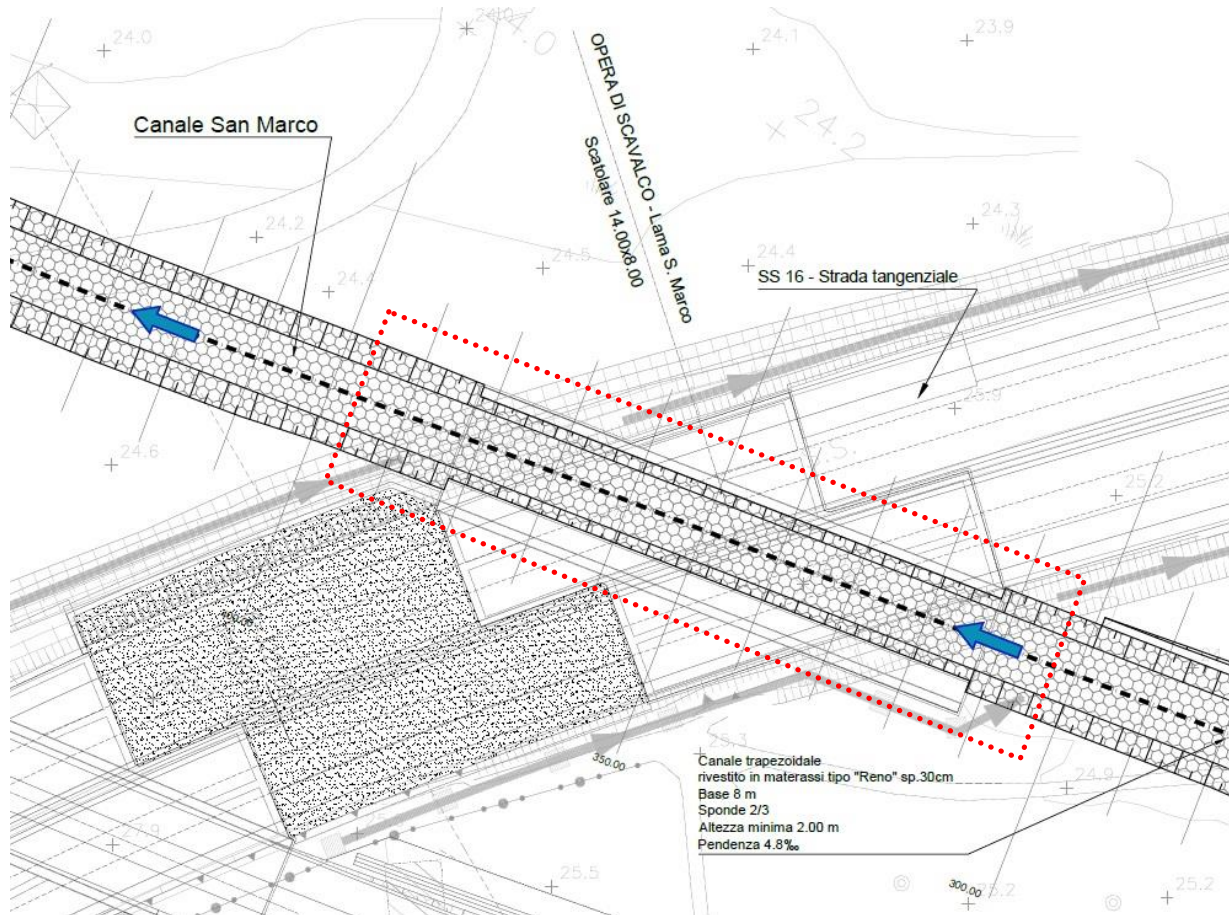


Figura 11 – Planimetria dell'opera di scavalco Lama San Marco SS16

L'attraversamento del rilevato stradale garantisce la "trasparenza idraulica" dell'opera. Il flusso, legato alla portata di progetto duecentennale, non interferirà in alcun modo con l'opera di scavalco (Figura 12), la sezione idrica sarà confinata all'interno dell'alveo di progetto per tutta l'estensione dell'opera.

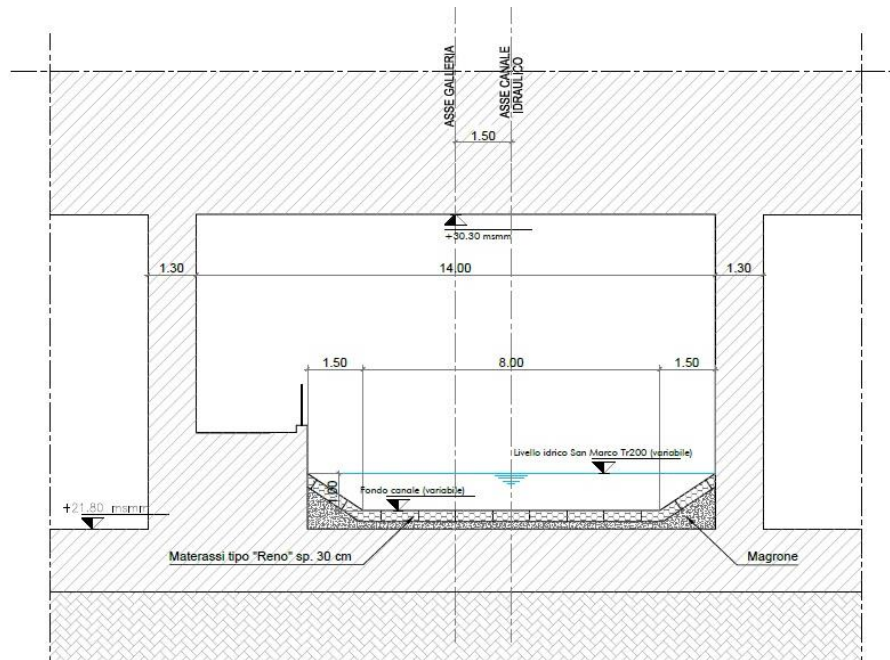


Figura 12 – Sezione tipo dell'opera di scavalco Lama San Marco SS16

A valle della SS16 il canale si sviluppa quasi parallelamente al tracciato della linea ferroviaria. Tra la progressiva 900 e la progressiva 940 è prevista la realizzazione di una rampa di dissipazione rivestita in massi cementati, con pendenza pari a 7.03%, superiore a quella del segmento di monte (0.48%). Il manufatto ha la funzione di raccordo altimetrico dei due tratti di canale. La lunghezza della rampa è pari a 20 m, per ulteriori 20 m a valle sarà mantenuta la medesima tipologia di rivestimento.

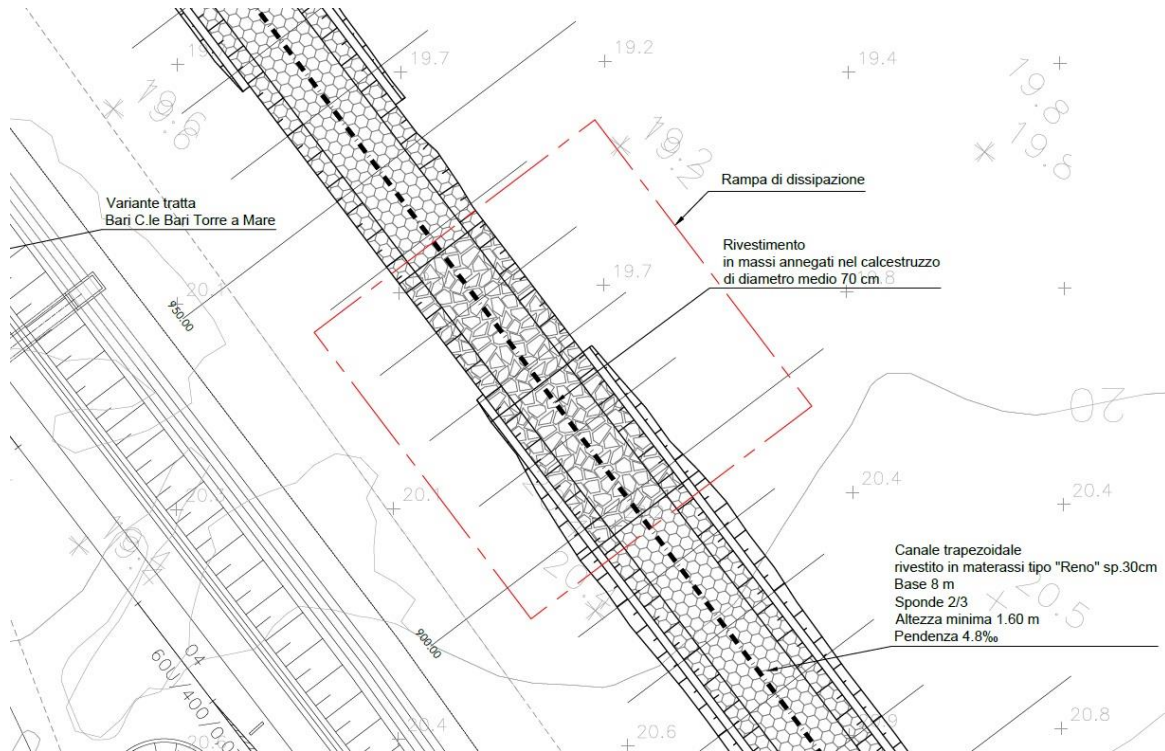


Figura 13 – Planimetria rampa di dissipazione.

A valle della rampa di dissipazione il canale si mantiene rettilineo con una pendenza dello 0.48%. Nel tratto successivo, in corrispondenza della progressiva 1100 m è prevista la realizzazione di un'ulteriore rampa in massi cementati di pendenza pari a 16.03%. Il manufatto, che costituisce l'opera di recapito della Lama San Marco nella Lama Valenzano, ha un'estensione di circa 31.5 m. L'opera di recapito verrà completata con un rivestimento in materassi "tipo Reno" e gabbioni, in continuità con la sistemazione della sponda destra della Lama Valenzano, già prevista in sede di progetto definitivo ferroviario (Figura 14).

La funzione dei rivestimenti in massi cementati è quella dissipare, per effetto delle macro-scabrezze, l'energia cinetica acquisita della corrente nei tratti ad elevata pendenza. Allo stesso tempo si garantisce un'elevata resistenza meccanica e durabilità delle superfici laddove si potrebbero localizzare elevate tensioni tangenziali al fondo e risalti idraulici.

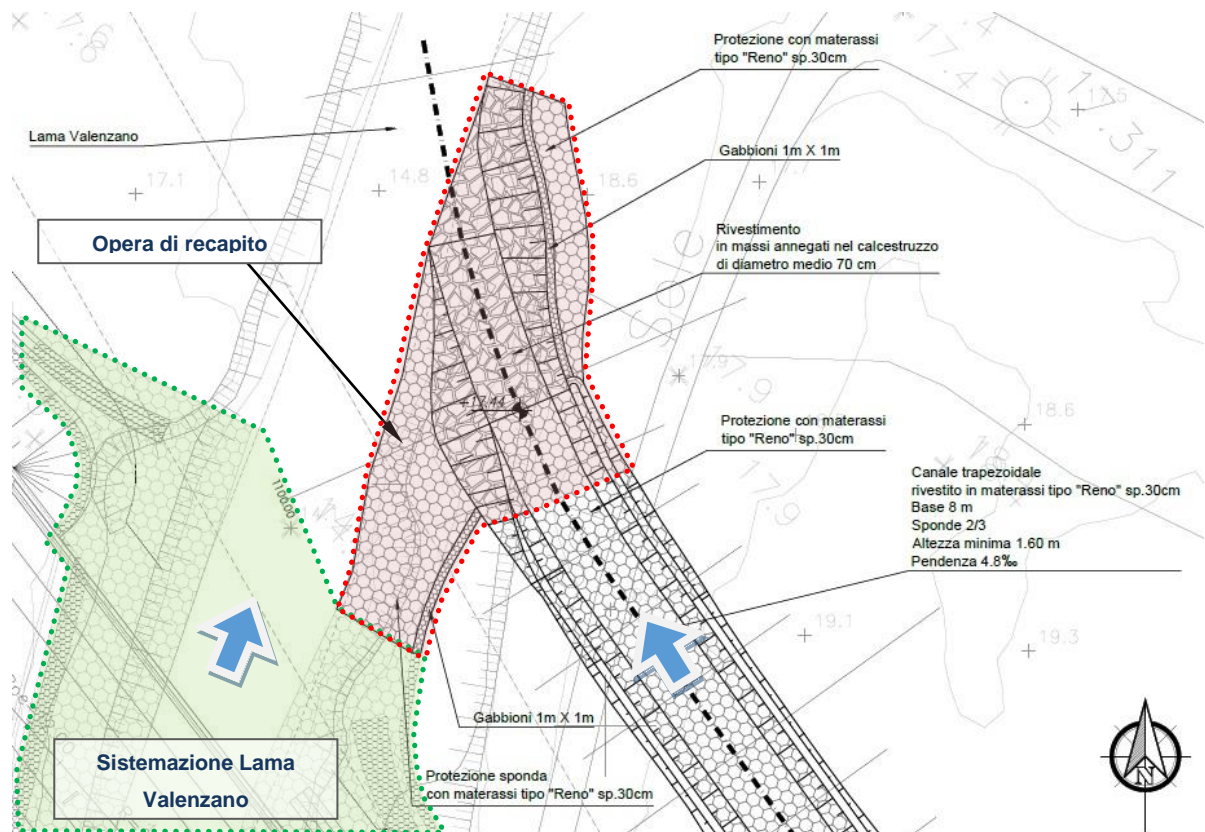


Figura 14 – Planimetria rampa manufatto di restituzione.

La sezione trasversale di progetto del canale è di forma trapezoidale, con delle sponde di pendenza 2/3. Per il tratto a monte della SS16 l'altezza minima della sezione sarà pari a 2 m con base variabile tra il 14 m (sezione più a monte) a 8 m, tratto a valle del raccordo planimetrico (Figura 15). A valle dell'attraversamento stradale la sezione avrà base minore costante, pari a 8 m, ed altezza minima 1.6 m.

Ad esclusione della rampa di dissipazione e dell'opera di restituzione, il canale sarà internamente rivestito da materassi di tipo "Reno" dello spessore di 30 cm. Questo tipo di protezione assicura una particolare resistenza all'azione erosiva della corrente, garantisce una superficie idraulicamente poco scabra, e allo stesso tempo il rivestimento possiede un ottimo livello di permeabilità all'acqua, nonché una buona durabilità. La sponda interna destra del tratto di canalizzazione iniziale curvilineo sarà rivestita in massi cementati del diametro medio di 40 cm, con il fine di incrementare la resistenza all'azione erosiva della corrente che localmente presenta una maggiore velocità dovuta alla particolare curvatura del tracciato. I materiali impiegati sono tra

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

quelli tipicamente adottati nell'ingegneria naturalistica.

Le dimensioni e i rivestimenti delle sezioni del canale sono descritti nelle figure sottostanti. I tratti di canale per cui sono state adottate le diverse tipologie di sezione descritte di seguito sono desumibili dalla Tabella 2.

TIPOLOGIE DI SEZIONE		
	Inizio progressiva	Fine progressiva
sezione tipo 1	133.70	200.00
sezione tipo 2	200.00	260.00
sezione tipo 5	260.00	269.00
sezione tipo 3	269.00	299.15
sezione tipo 4	299.17	806.25
sezione tipo 5	806.25	897.35
vedi tavola IA1U03E78BZID0002303A	897.35	937.45
sezione tipo 4	937.45	955.15
sezione tipo 3	955.15	967.70
sezione tipo 5	967.70	1'067.70
vedi tavola IA1U03E78BZID0002302A	1'067.70	1'130.00

Tabella 2 – Tipologie di sezione lungo il canale.

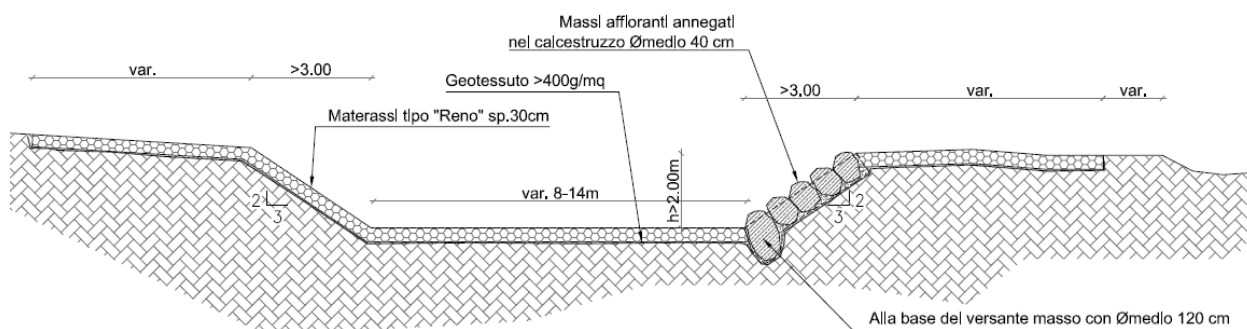


Figura 15 – Sezione tipo 1.

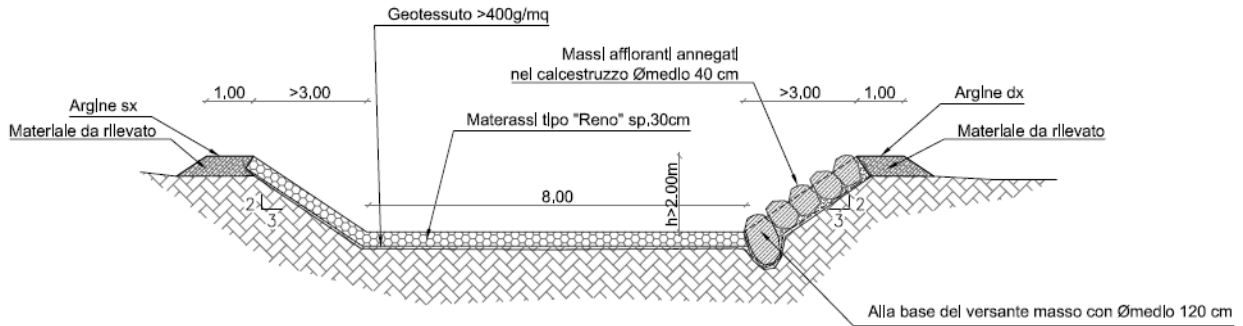


Figura 16 – Sezione tipo 2.

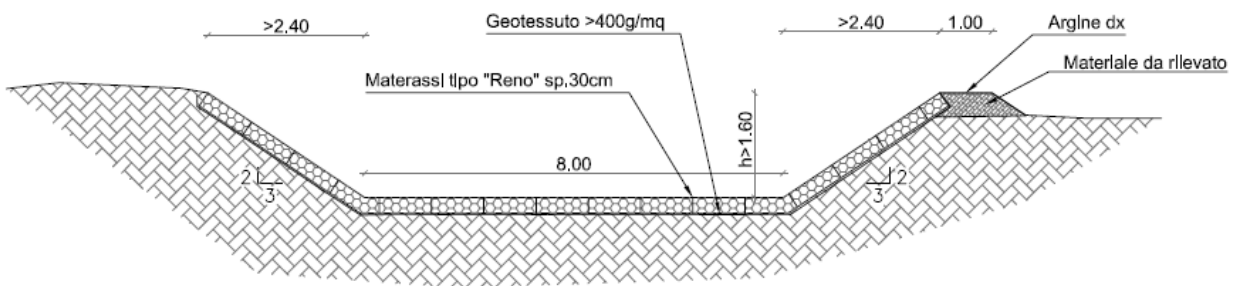


Figura 17 – Sezione tipo 3.

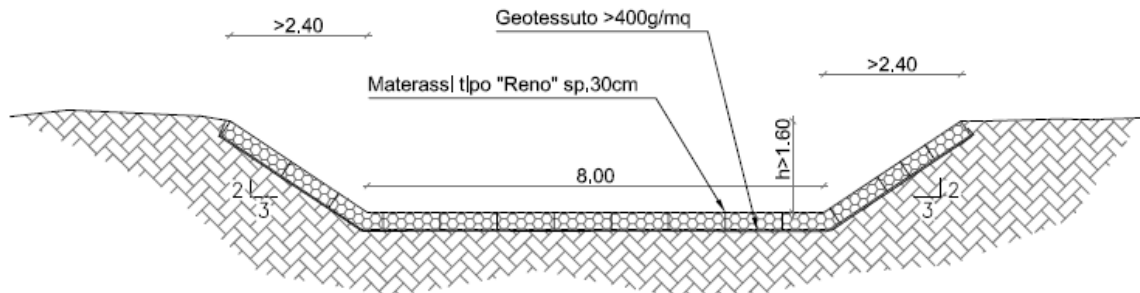


Figura 18 – Sezione tipo 4.

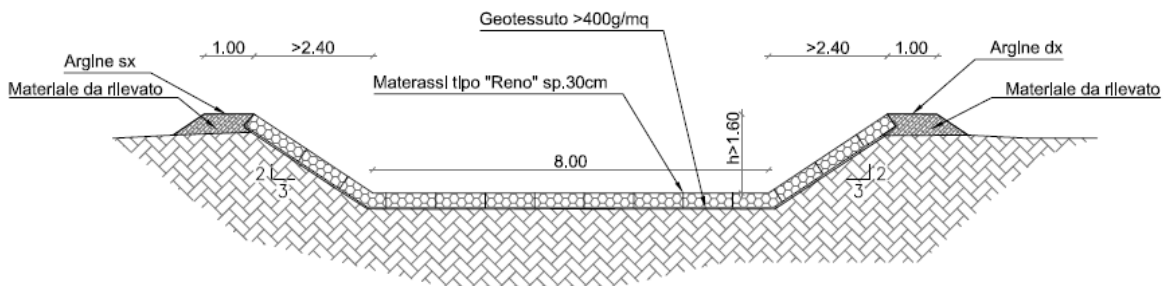



Figura 19 - Sezione tipo 5.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B	FOGLIO 29 DI 83

In Figura 20 è riportato il profilo altimetrico del canale di progetto con evidenziate le principali opere e le pendenze dei tratti di canale.

La soluzione progettuale della sistemazione di monte della Lama San Marco è stata sviluppata in sede di progetto definitivo, precedente alla variante "ANAS", assieme alla sistemazione idraulica dell'attraversamento ferroviario.

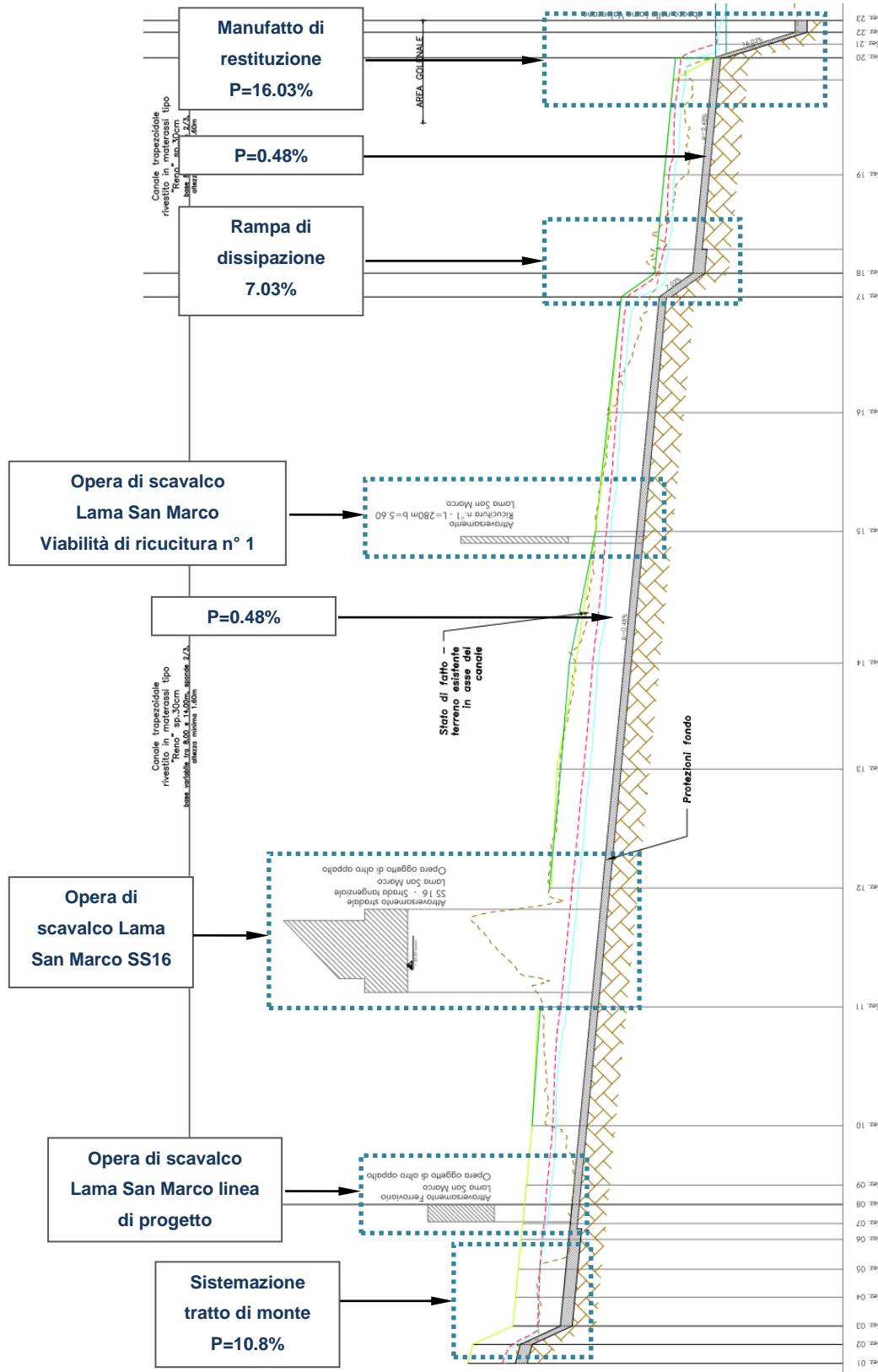


Figura 20 – Profilo canale San Marco

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

4.4 Condizioni al contorno e definizione delle portate

Come già detto in precedenza, il modello bidimensionale verrà impiegato in condizioni di moto vario, le onde di piena in ingresso saranno immesse dalle sezioni di monte dei corsi d'acqua, indicate in Figura 8.

Sempre in Figura 8 è rappresentata la sezione di valle nella quale viene imposta la condizione al contorno di chiusura. Essendo tale polilinea posizionata a ridosso della linea costiera, deve essere imposto un livello del medio mare, che si ipotizza costante lungo l'arco della simulazione numerica. In favore di sicurezza, non avendo a disposizione una serie storica di misure di marea, è stata imposta come condizione al contorno di valle un valore pari a 1 m s.m.m.

4.5 Taratura del modello

La taratura del modello numerico ricopre un aspetto particolarmente delicato, nel nostro caso essa consiste nello stimare i coefficienti di scabrezza delle superfici. Tale operazione è caratterizzata da un notevole grado di incertezza dal momento che questi parametri presentano un ampio spettro di valori in dipendenza dello stato dell'alveo, dal grado di manutenzione e pulizia detto stesso, dalla presenza e dal tipo di vegetazione, dai cicli stagionali, dalla granulometria del fondo, ecc.

La relazione di piano del PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia non individua delle scabrezze da utilizzare nel calcolo idraulico ma cita *“Nella verifica idraulica occorre sempre considerare quelle che sono le attuali condizioni del reticolo idraulico. Nella stima del coefficiente di scabrezza occorre però valutare le condizioni di manutenzione in cui versa il corso d'acqua ed in particolare è necessario tener conto di un possibile peggioramento delle condizioni di manutenzione e quindi di un aumento del coefficiente di scabrezza, con ripercussioni sulla capacità di smaltimento del deflusso da parte della sezione.”*

I dati di letteratura (Tabella 3) forniscono dei valori massimi e minimi per i coefficienti di scabrezza che sono stati presi a riferimento. Dopo un'attenta analisi del materiale fotografico disponibile, si è scelto di adottare per l'alveo e le golene di entrambi i corsi d'acqua un valore di $K_s=35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ secondo Gauckler-Strickler, mentre per le aree

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

circostanti è stato imposto un valore di $K_s=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico $\geq 2 \text{ m}$; larghezza in piena $< 30 \text{ m}$)	
Corsi d'acqua di pianura	
- alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
- alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
- alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
- alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
- fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
- alveo in roccia regolare	30-25
- fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	20-15
- alveo in roccia irregolare	20-15
CORSI D'ACQUA MAGGIORI (Raggio idraulico $\geq 4 \text{ m}$; larghezza in piena $> 30 \text{ m}$)	
- sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa	45-40
- sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa	35
- sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea	25-30
- in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea	20-25
AREE GOLENALI (Raggio idraulico $\geq 1 \text{ m}$)	
- a pascolo, senza vegetazione arbustiva	40-20
- coltivate	50-20
- con vegetazione arbustiva spontanea	25-10
- con vegetazione arborea coltivata	30-20
Alveo artificiale in terra	
- materiale compatto, liscio	60
- sabbia compatta, con argilla o pietrisco	50
- sabbia e ghiaia, scarpata lastricata	50-45
- ghiaietto 10-30 mm	45
- ghiaia media 20-60 mm	40
- ghiaia grossa 50-150 mm	35
- limo in zolle	30
- grosse pietre	30-25
- sabbia, limo o ghiaia, con forte rivestimento vegetale	25-20
Alveo artificiale in roccia	
- con lavorazione accurata	30-25
- con lavorazione media	25-20
- con lavorazione grossolana	20-15
Alveo artificiale in muratura	
- muratura in pietra da taglio	80-70
- muratura accurata in pietra da cava	70
- muratura normale in pietra da cava	60
- pietre grossolanamente squadrate	50
- scarpate lastricate, fondo in sabbia e ghiaia	50-45
Alveo artificiale in calcestruzzo	
- pavimentazione in cemento	100
- calcestruzzo con casseforme metalliche	100-90
- calcestruzzo con intonaco	95-90
- calcestruzzo liscio	90
- intonaco di cemento intatto	90-80
- calcestruzzo con casseforme in legno, senza intonaco	70-65
- calcestruzzo costipato, superficie liscia	65-60
- calcestruzzo vecchio, superficie pulita	60
- rivestimento in calcestruzzo ruvido	55
- superfici irregolari in calcestruzzo	50

Tabella 3 - Valori di scabrezza secondo la deliberazione n. 2/99, in data 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del Po (idraulica dei ponti).

Invece, per il nuovo tratto della Lama San Marco, date le caratteristiche dei rivestimenti previsti in sede di progetto, si è scelto di adottare un coefficiente di scabrezza pari a $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le superfici rivestite in materassi "tipo Reno". Per le superfici rivestite in

massi, rampa di dissipazione e opera di recapito, vista la presenza delle macro-scabrezze (Figura 21), verrà assunto un valore pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

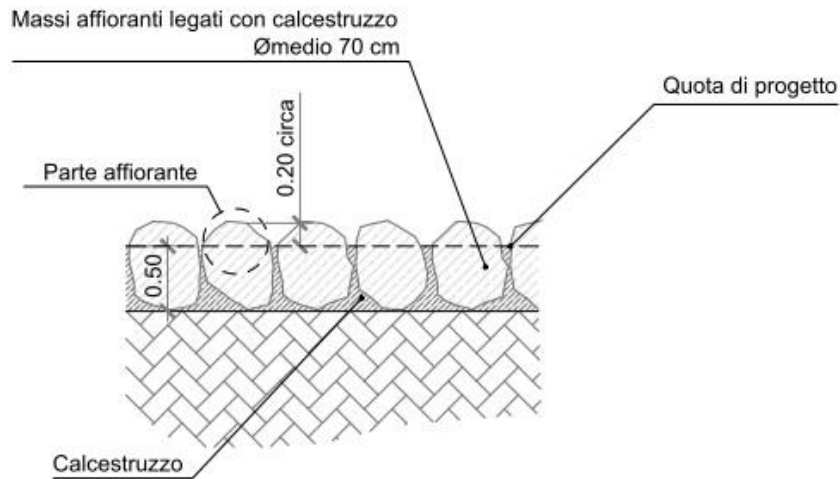


Figura 21 – Dettaglio del rivestimento in massi cementati della rampa di dissipazione.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE

I risultati delle simulazioni numeriche sono riportati negli elaborati grafici allegati come planimetrie delle aree di esondazione. In tali elaborati sono rappresentati i massimi livelli e le massime velocità ricavati dalle simulazioni numeriche per onde di piena con tempo di ritorno di 200 anni. L'estensione degli allagamenti è ottenuta come involuppo degli allagamenti calcolati per i diversi istanti temporali delle simulazioni.

I risultati delle simulazioni verranno esposti sia per la configurazione dello stato di fatto (Ante Operam) che per lo stato di progetto (Post Operam).

5.1 Simulazione Ante Operam

In Figura 22 e nelle successive sono riportati l'involuppo degli allagamenti, i massimi livelli idrici assieme alle direzioni principali della corrente e degli allagamenti secondari. Il deflusso della portata di progetto a monte della SS 16 la Lama San Marco si mantiene all'interno della sua sezione naturale. A ridosso del rilevato della strada tangenziale il normale deflusso viene interrotto, poco a monte dell'ostacolo il livello idrico si attesta a 24 m s.m.m. generando un rigurgito verso monte (Figura 22). I livelli idrici sono tali da consentire al flusso di interessare la piattaforma della SS 16 generando due filoni di corrente che aggirano l'area del parco posta in rilievo rispetto al piano campagna.

Entrambi i filoni di corrente provocano degli allagamenti piuttosto diffusi, si propagano verso valle seguendo la pendenza media del terreno, o si incanalano nelle incisioni artificiali della superficie come le strade in trincea (Figura 23). Via Caldarola e Viale Archimede diventano delle vie preferenziali di scolo per le acque provenienti dalla Lama San Marco, il flusso si dirige verso la Lama Valenzano scaricando la portata in essa.

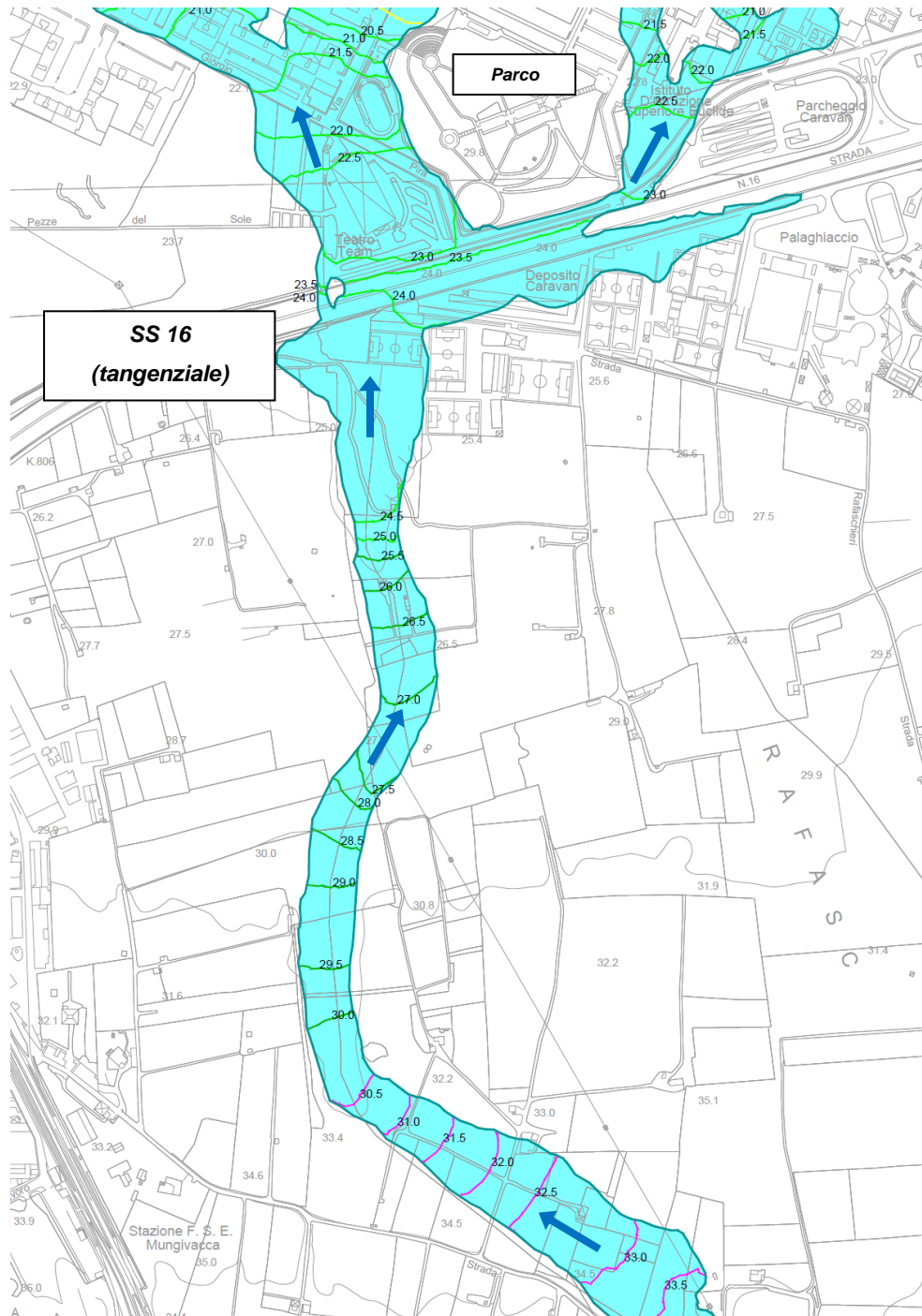


Figura 22 – SDF: livelli massimi, tratto di monte della Lama San Marco.

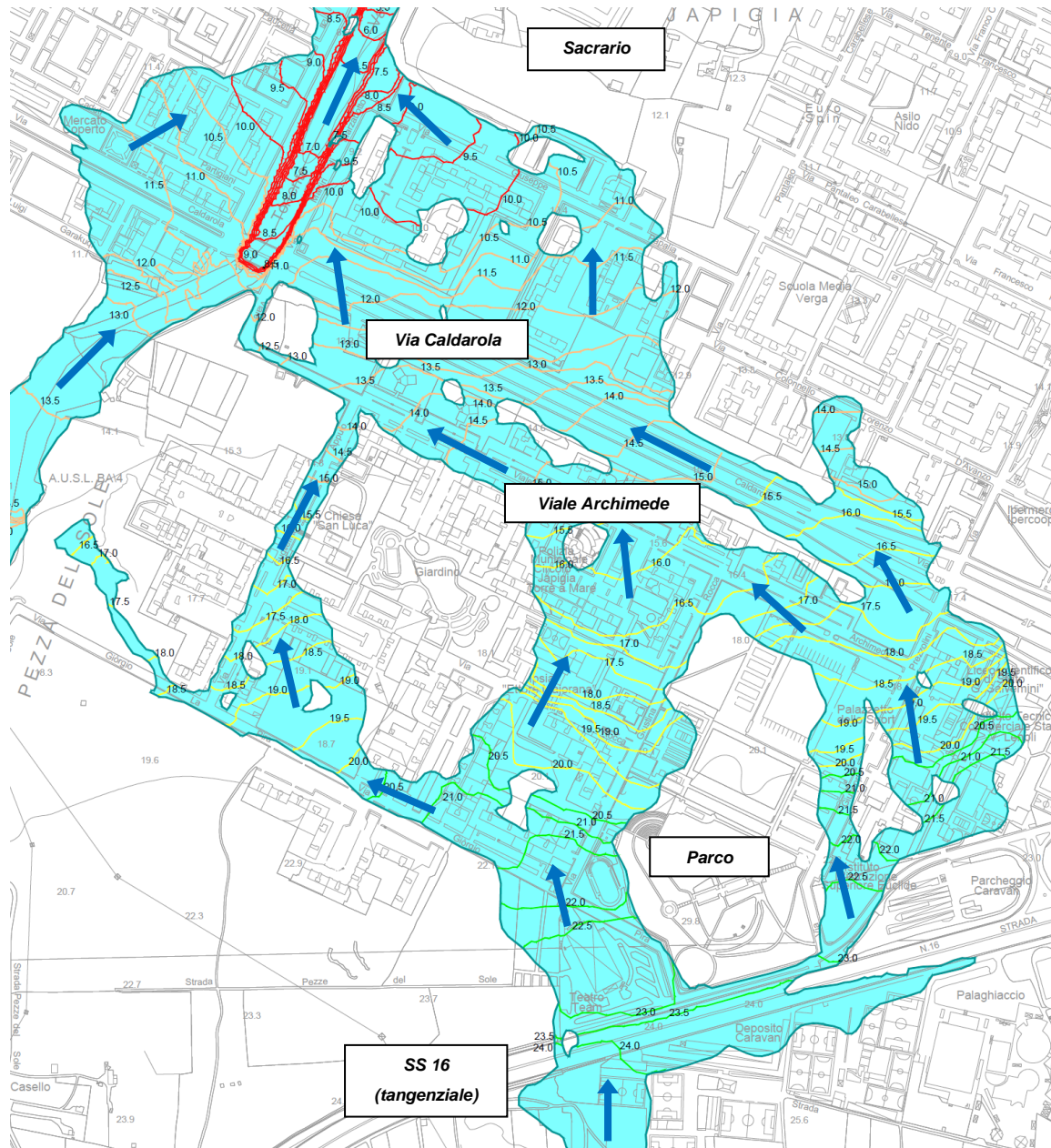


Figura 23 – SDF, livelli massimi, Lama San Marco a valle della SS 16.

Lo sversamento della portata nella Lama Valenzano avviene seguendo i percorsi indicati in Figura 24, dove è riportata una ricostruzione tridimensionale del DTM fornito dell'area interessata. Da notare sono le depressioni ed sopralzi artificiali del suolo, in particolare nella zona a ridosso del Sacrario dei Caduti Oltremare del 1940 - 1945.

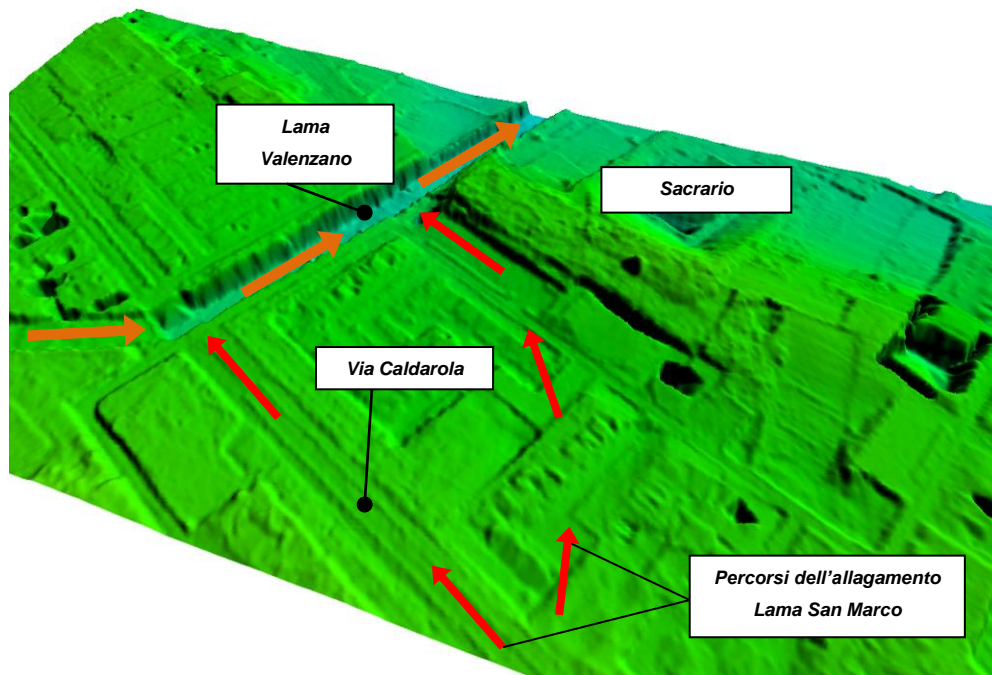


Figura 24 – Ricostruzione 3D di una parte del DTM fornito.

In Figura 25 sono riportati i massimi livelli e l'estensione degli allagamenti nel tratto terminale della Lama Valenzano. Questa parte del corso d'acqua è sistemata e rettilinea, ha una lunghezza di circa 1200 m, una sezione trapezia, con una larghezza in sommità di circa 35÷38 m. In sinistra idraulica del Valenzano, a ridosso di via Caldarola, i livelli idrici si attestano attorno ai 11.5 ÷ 12 m s.m.m., il flusso scavalca la linea viaria spostandosi verso valle parallelamente all'asse del Valenzano. In alcuni tratti la portata fuoriuscita dell'alveo si ricongiunge al canale principale. A valle della linea ferroviaria esistente Bologna - Otranto il livello idrico massimo supera la quota spondale in destra, innescando un allagamento a ridosso della linea ferroviaria stessa (Figura 25).

La simulazione idraulica bidimensionale dello stato di fatto ha messo in luce le potenziali importanti criticità dovute alla mancanza del tratto canalizzato terminale dell'alveo della Lama San Marco.

Risulta quindi evidente la necessità di intervenire con adeguate opere di sistemazione idraulica in modo tale da convogliare verso mare le acque del corso d'acqua che, nello stato attuale, possono generare degli allagamenti diffusi a valle della strada tangenziale

(SS16) generando potenziali rischi per l'incolumità pubblica.

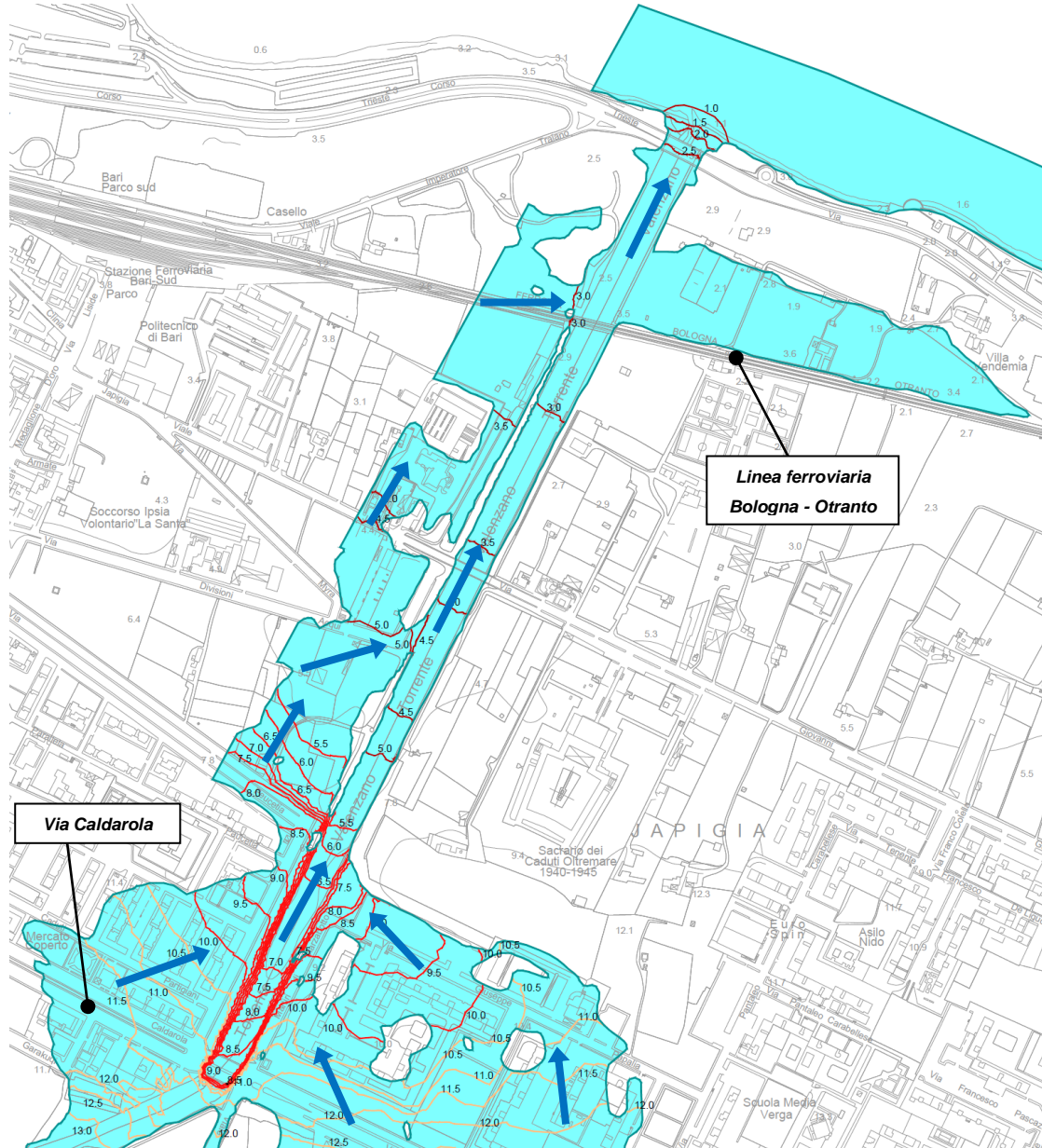


Figura 25 – SDF, livelli massimi, Lama Valenzano, tratto di valle.

Gli interventi di regimazione dovranno inserirsi adeguatamente nel tessuto urbano e territoriale circostante e tener conto delle interferenze con le opere ferroviarie e stradali previste in sede di progetto.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

5.2 Simulazione Post Operam

In Figura 26 e successive sono riportate l'estensione dei massimi allagamenti e le linee di massimo livello idrico ottenute per le simulazioni Post Operam sulla base della condizione iniziale imposta con le onde di piena con tempo di ritorno di 200 anni fornite dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia.

La Figura 26 mostra i risultati per il tratto di lama a monte dell'attraversamento ferroviario di progetto. In questa porzione di corso d'acqua, il flusso si mantiene pressoché incanalato all'interno dell'alveo naturale della lama, per poi convogliare all'interno dell'alveo artificiale in corrispondenza della sistemazione della Lama San Marco che funge da imbocco per la nuova canalizzazione della lama.

Nell'attraversare l'opera di scavalco, la quota del pelo libero del canale si mantiene compresa tra 23.59 m s.m.m. e 23.11 m s.m.m..

Come evidenziato in Figura 27 il nuovo canale San Marco garantisce il trasferimento dell'onda di piena TR200 all'interno della sezione idraulica di progetto, fino all'immissione nella Lama Valenzano.

La soluzione progettuale prospettata permette, quindi, di evitare l'innescò degli allagamenti verso il centro abitato posto a ridosso della SS 16, ben evidenziati con la simulazione dello stato di fatto, Figura 23.

Il dettaglio dei risultati post operam sono evidenziati negli elaborati grafici annessi.

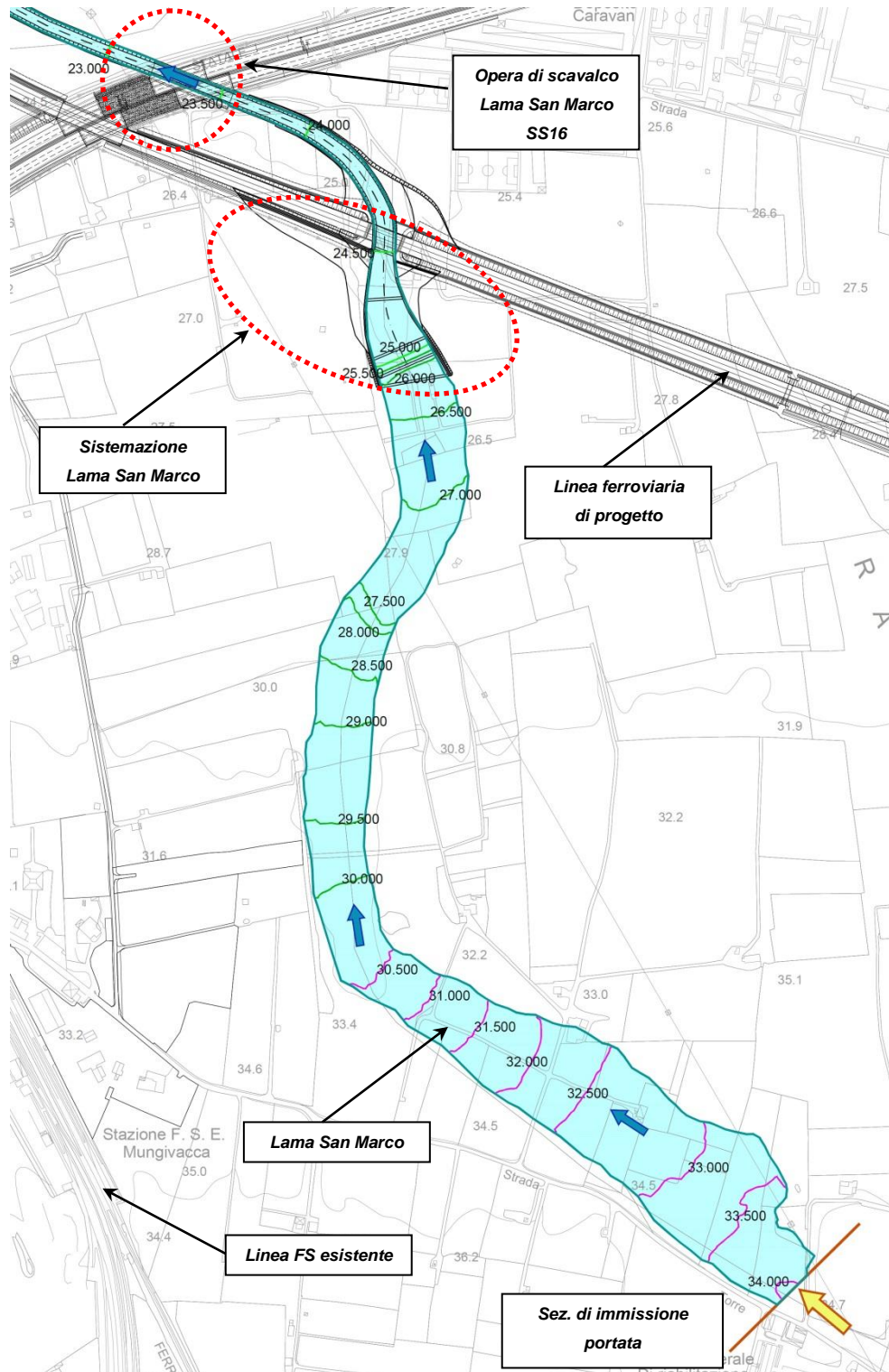


Figura 26 – SDP, livelli massimi, Lama San Marco, tratto di monte.

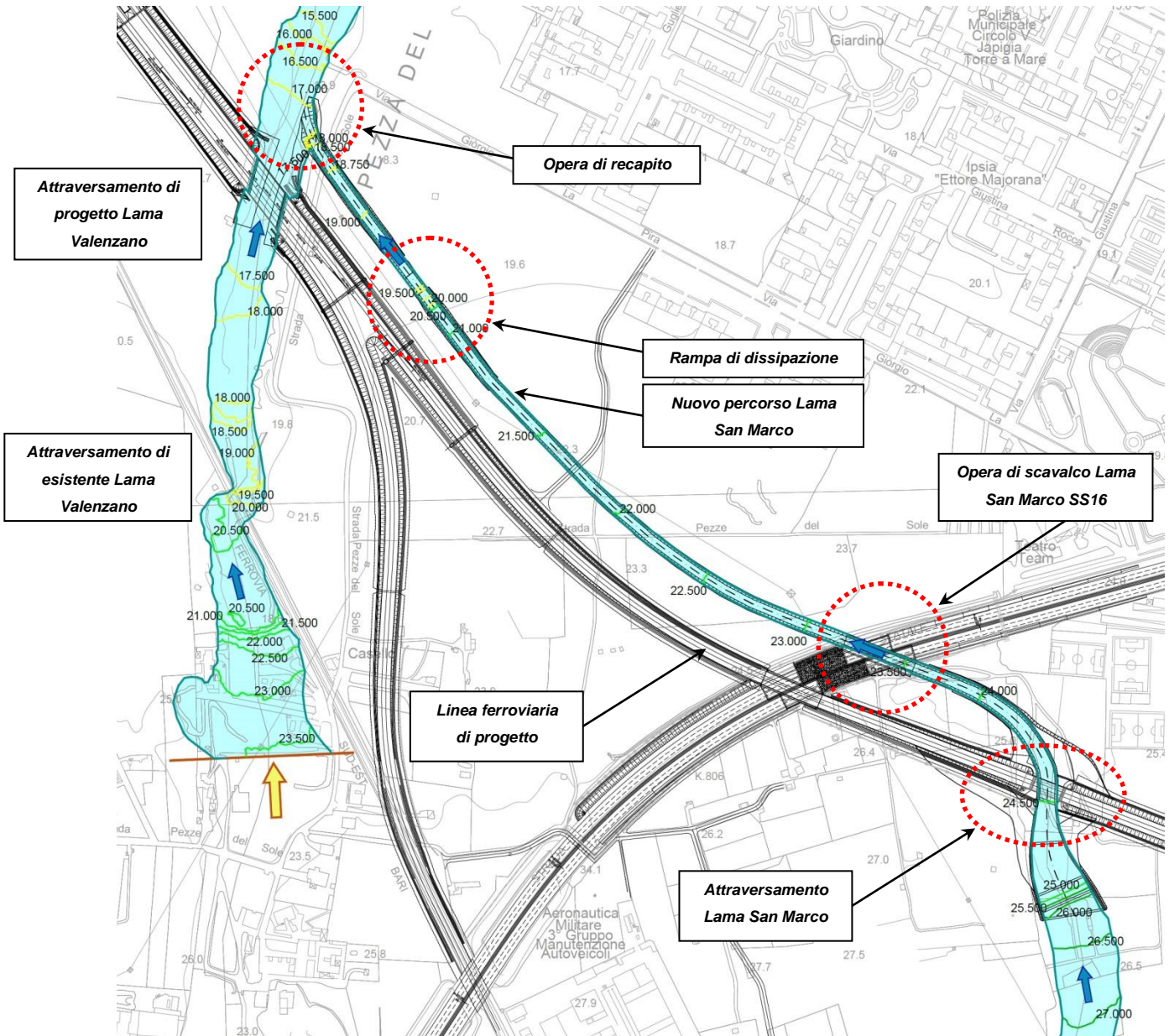


Figura 27 – SDP, livelli massimi, nuovo tracciato San Marco.

Relativamente all'immissione della portata del Canale San Marco nella Lama Valenzano, stante il confronto dei risultati dello stato di fatto e di progetto, si evince che nel tratto a monte dell'immissione non si osservano perturbazioni rilevanti al deflusso della portata indotte dall'unione dei due corsi d'acqua.

Nel tratto compreso tra l'opera di scavalco della SS16 e la rampa di dissipazione, il deflusso della portata avviene pressoché in condizioni di moto uniforme, a cui corrisponde per la portata massima una velocità pari a 2.40 m/s, un tirante di 0.97 m e

un numero di $Fr = 0.83$, tipico di una corrente lenta. Lungo la rampa di dissipazione il flusso è accelerato, le velocità massime sono pari a circa 3.6 m/s (Figura 28). Nel tratto finale, a monte dell'opera di recapito si riottiene la condizione di moto uniforme. Lungo l'opera di recapito il flusso è nuovamente accelerato con velocità inferiori a 4.5 m/s nel tratto iniziale dell'opera di recapito, per poi scendere a circa 2 m/s in corrispondenza della Lama Valenzano, velocità del tutto compatibile con quella ottenuta nelle simulazioni dello stato di fatto nella stessa area (Figura 28).

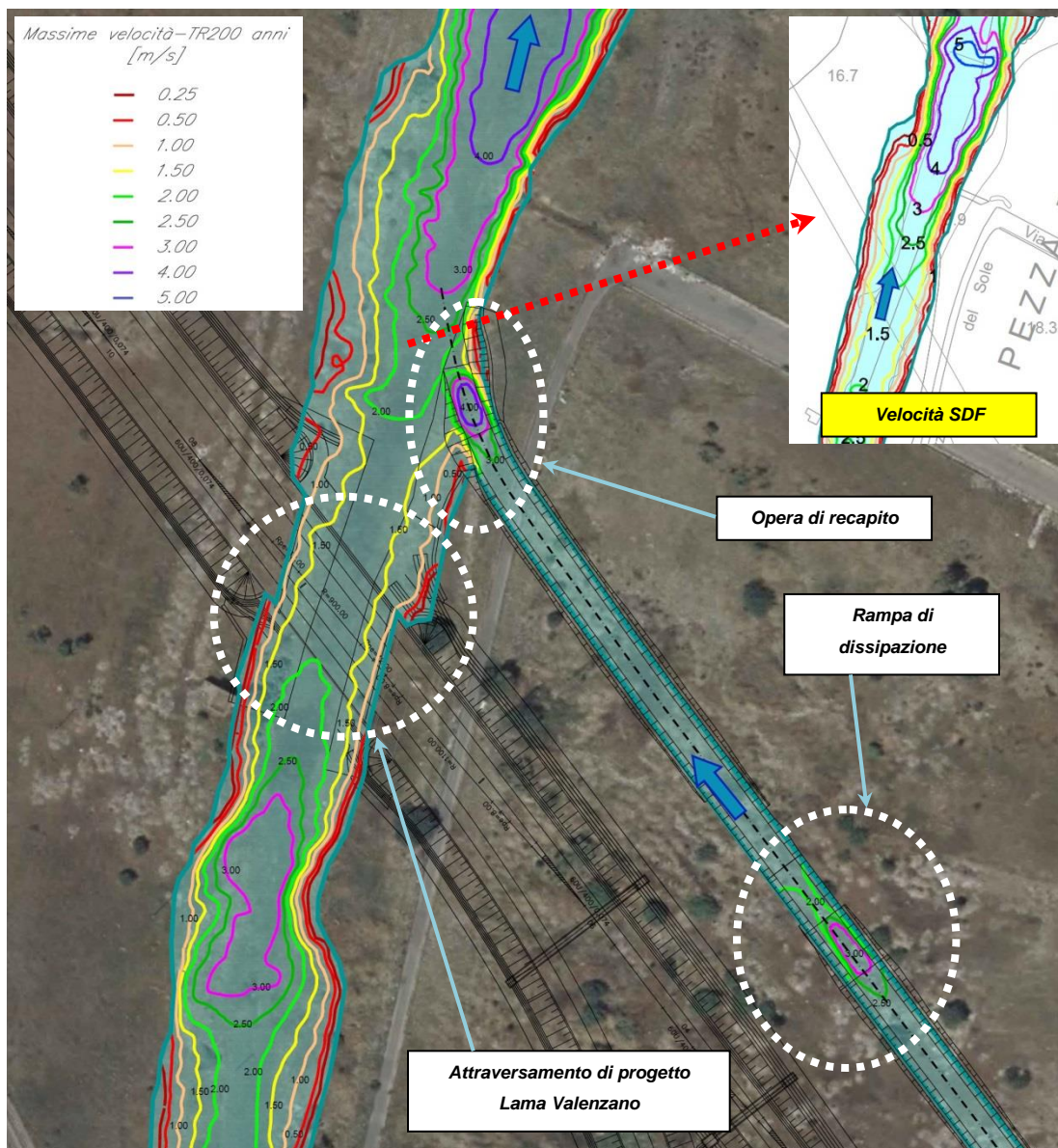


Figura 28 – SDP, velocità massime, tratto terminale Lama San Marco e recapito nella Lama Valenzano

A valle della sezione di immissione, fino alla foce nel Mare Adriatico, il deflusso all'interno della Lama Valenzano avviene in condizioni del tutto analoghe a quelle riscontrate nelle simulazioni nella configurazione ante operam.

Come evidenziato dai risultati numerici dello stato di progetto, i livelli idrici massimi lungo la Lama Valenzano sono pressoché corrispondenti con il livelli riscontrati nella simulazione dello stato di fatto, si confrontino Figura 25 e Figura 28 e gli elaborati grafici annessi.

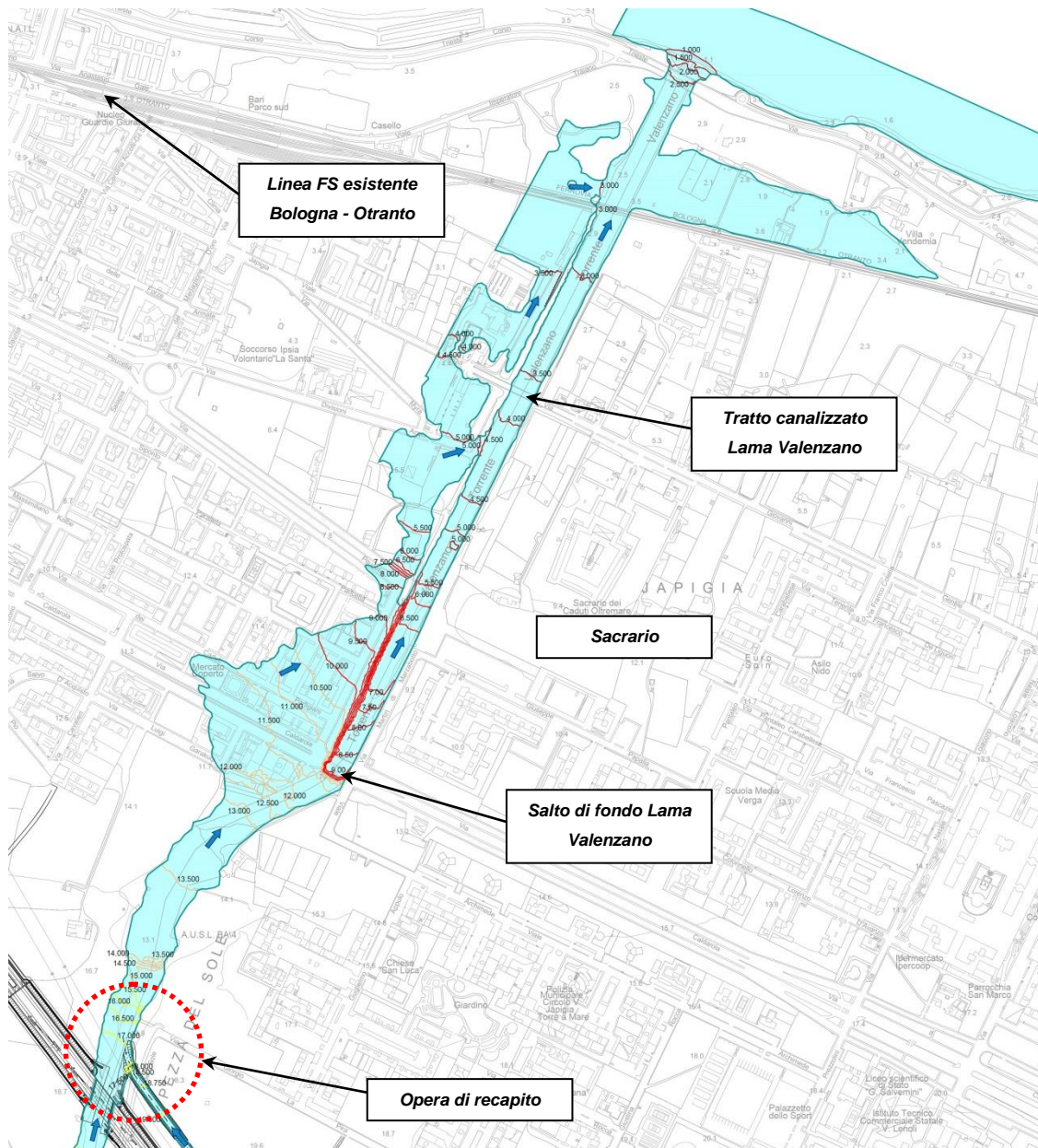


Figura 29 – SDP, livelli massimi, Lama Valenzano, tratto a valle dell'immissione.

L'andamento delle portate e dei livelli idrici nella Lama Valenzano, sono indicati nei grafici di Figura 30, per una sezione poco a valle di quella di immissione. Le onde di piena adottate per le simulazioni numeriche presentano picchi di piena sfalsati e di intensità molto differente tra di loro, come indicato nel paragrafo 3 "Considerazioni idrologiche". La sovrapposizione delle due onde nella configurazione progettuale genera un'onda di piena risultante che differisce da quella dello stato di fatto solo per un breve tratto ascendente nella fase iniziale dell'evento modellato, sia in termini di livello che portata. Appare chiaro come l'unione dei due corsi d'acqua non alteri sostanzialmente i valori massimi.

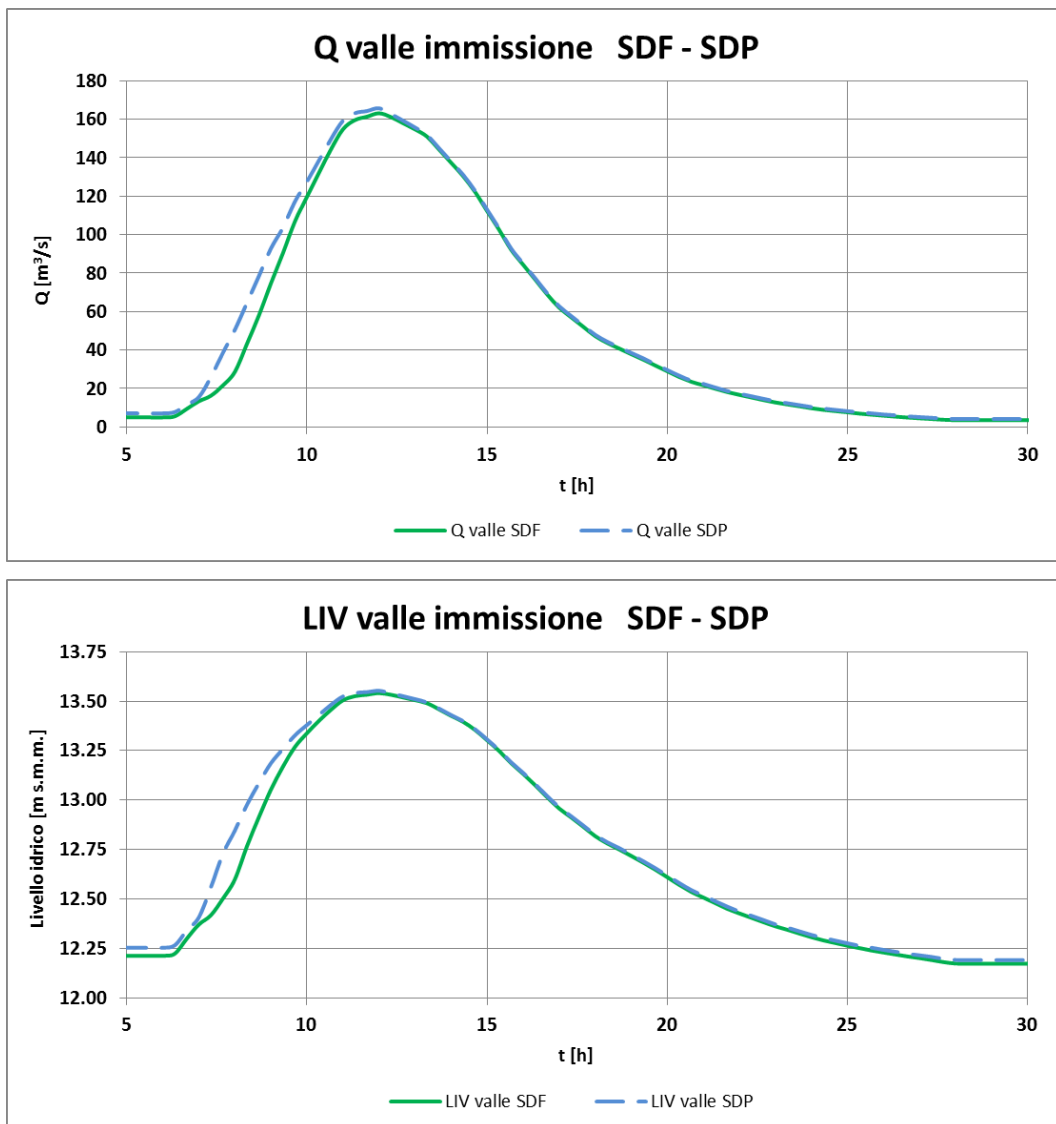


Figura 30 – Confronto tra le portate e i livelli idrici del Valenzano in una sezione al valle dell'immissione.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

6. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE

6.1 Verifica del grado di riempimento del canale

La sezione trasversale del canale San Marco è stata progettata in modo da contenere la portata con tempo di ritorno pari a 200 anni con un franco minimo pari al 20% dell'altezza della sezione idraulica. Il franco di sicurezza viene calcolato rispetto all'involuppo dei livelli idrici massimi valutati mediante la modellazione numerica bidimensionale in condizione di moto vario. Visto il profilo idrico (riportato tra gli elaborati annessi), la sezione che presenta la minima differenza tra la quota arginale e la quota del pelo libero è la sezione posta alla progressiva 920 m, posta poco più a valle della rampa di dissipazione. Tale sezione è di tipo arginato, ha un'altezza pari a 1.60 m, richiede un franco di 0.32 m, inferiore a quello ottenuto per via numerica pari a 0.37 m. Si ritiene perciò che il canale di progetto garantisca in ogni sezione i franchi minimi di sicurezza.

Inoltre si è fatta attenzione a mantenere la quota del fondo canale della sezione terminale (pari a 17.44 m s.m.m.) al di sopra del livello idrico massimo nella Lama Valenzano che in corrispondenza dello sbocco compreso tra 16.90 e 17.35 m s.m.m. . Tale accorgimento assicura un profilo idrico indotto dal deflusso libero senza condizioni di rigurgito nel tratto terminale del canale.

6.2 Verifica dell'erosione dell'alveo

La resistenza al trascinamento delle protezioni dell'alveo è garantita dal peso dei materiali che costituiscono la protezione: i materassi Reno e i massi cementati.

Si ritiene verificata la protezione finché la tensione tangenziale applicata non superi la tensione tangenziale critica di inizio movimento, che dipende esclusivamente dalla forma del pietrame e dalle sue dimensioni.

Le tensioni tangenziali applicate massime τ_b sono ottenute direttamente dai risultati della modellazione numerica e sono riportate in Tabella 4.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Per i materiali non coesivi la formula generalmente utilizzata è la formula di Shields:

$$\tau_c = C^* \cdot (\gamma_m - \gamma_w) \cdot d$$

dove: τ_c tensione massima di trascinamento (N/m²)

C^* coefficiente di Shields, dimensionale

γ_m peso specifico del materiale d'alveo

γ_w peso specifico dell'acqua (9810 N/m³)

d diametro del masso (m).

Con riferimento ad una protezione tipo materasso Reno da 30 cm, in modo cautelativo, si fa riferimento al singolo masso di diametro pari a 30 cm, immaginando che il comportamento del materasso sia assimilabile a quello di un unico masso.

Il coefficiente di Shields per il pietrame sciolto vale circa 0.047 mentre il peso specifico è circa pari a 25'997 N/m³. I valori delle tensioni tangenziali critiche e il confronto con la tensione applicata sono riportate in Tabella 4.

Tratto	τ_b [N/m²]	d [m]	τ_c [N/m²]	τ_c / τ_b [-]
<i>tratti p=0.48% rivestiti in materassi "Reno"</i>	38	0.3	228	6.05
<i>Rampa di dissipazione</i>	397	0.7	532.5	1.34
<i>Opera di recapito</i>	730	0.7	532.5	0.73

Tabella 4 – Confronto tra tensioni applicate e tensioni critiche dei rivestimenti.

I risultati mostrano come la protezione in materassi garantisca una tensione tangenziale resistente ben superiore a quella applicata, per cui si ritiene la verifica a trascinamento soddisfatta. Invece per i massi di diametro medio pari a 70 cm risulta una tensione tangenziale applicata poco al di sopra di quella resistente, nel caso della rampa di dissipazione, mentre inferiore a quella resistente per l'opera di recapito. Si ritiene opportuno, con il fine di garantire la stabilità di queste protezioni optare per una soluzione in massi cementati, dettaglio della protezione riportato in Figura 21.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301	REV. B

6.3 Verifica del Franco di Progetto per le opere di scavalco

La verifica del franco delle opere di scavalco in progetto (scavalco della strada statale SS 16 e della viabilità di ricucitura n° 1) è eseguita sulla base delle portate di progetto applicando le prescrizioni tecniche ferroviarie. Nei confronti della massima piena, secondo il manuale di progettazione Italferr, il franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello di massima piena deve essere pari a 0.5 m e comunque non inferiore ad 1 m sul livello idrico. Nella circolare n. 617 del 2 febbraio 2009, nella quale sono contenute le Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008, si prescrive che il franco minimo sul livello idrico per una portata con tempo di ritorno pari a 200 anni sia pari a 1.50-2.00 m.

La tabella seguente riassume i dati della verifica fatta nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento della variante della SS16.

Profilo	Portata	Livello	Velocità in alveo	Carico totale	Intradosso attraversamento	Franco rispetto al carico totale	Franco rispetto al livello
	[m ³ /s]	[m s.m.m.]	[m/s]	[m s.m.m.]	[m s.m.m.]	[m]	[m]
Tr200	22	23.59	2.39	23.87	30.30	6.43	6.71

Tabella 5 – Lama San Marco: verifica del franco di progetto-scavalco SS16.

La tabella seguente riassume i dati della verifica fatta nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento della viabilità di ricucitura n° 1.

Profilo	Portata	Livello	Velocità in alveo	Carico totale	Intradosso attraversamento	Franco rispetto al carico totale	Franco rispetto al livello
	[m ³ /s]	[m s.m.m.]	[m/s]	[m s.m.m.]	[m s.m.m.]	[m]	[m]
Tr200	22	21.75	2.39	21.98	23.28	1.30	1.53

Tabella 6 – Lama San Marco: verifica del franco di progetto-viabilità di ricucitura n° 1.

Entrambe le opere soddisfano i criteri di verifica del franco idraulico dell'impalcato (Italferr e NTC).

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

7. PRESIDI IDRAULICI

Nel presente paragrafo sono descritti i criteri, i calcoli e i relativi risultati utilizzati per il dimensionamento dei due impianti di trattamento di acque di prima pioggia, e i relativi elementi di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche, a presidio del recapito delle acque di dilavamento della SS16 nella Lama S. Marco. Tali opere completano il sistema di drenaggio della viabilità SS16, così come definito nell'ambito del progetto definitivo 'Opere di viabilità: variante altimetrica della tangenziale di Bari' nell'ambito del progetto di Riassetto del Nodo di Bari - Tratta a Sud di Bari: variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare. Si riportano inoltre i riferimenti normativi che regolano lo smaltimento delle acque di dilavamento delle piattaforme stradali.

Nell'ambito del progetto Esecutivo della Variante Altimetrica della Tangenziale di Bari il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato suddiviso in tre fasi:

1. fase provvisoria
2. fase definitiva nello scenario intermedio
3. fase finale

La fase 3 (finale) è stata stralciata dall'appalto della variante altimetrica della tangenziale di Bari e inserita nel presente progetto.

Di seguito si riporta una breve descrizione del sistema di drenaggio nelle tre fasi. Per maggiori dettagli in merito alla fase 1 (provvisoria) e fase 2 (definitiva nello scenario intermedio) si rimanda agli elaborati specifici del progetto di variante (Elaborati IA1U02E11RIID0002101B, IA1U02E11P7ID0002101C, IA1U02E11P7ID0002102C IA1U02E11P7ID0002105B, IA1U02E11P7ID0002106B).

FASE 1 (PROVVISORIA)

Durante la fase provvisoria il drenaggio della variante provvisoria è costituito da fossi di guardia in terra di sezione trapezia con sponde a pendenza 1 su 1 e dimensioni 0.8x0.8 e 0.5x0.5. Il recapito per tali fossi di guardia è la fogna esistente in prossimità del

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301	REV. B

tombino circolare DN800 alla progressiva 0+862 (Elab. di riferimento IA1U02E11P7ID0002105B, IA1U02E11P7ID0002106B)

FASE 2 (DEFINITIVA SCENARIO INTERMEDIO)

Il sistema di drenaggio dello scenario definitivo nella fase intermedia è costituito da canalette rettangolari in cls di dimensioni 0.6x0.6, 0.8x0.8 e 1.0x1.0 m; da fossi di guardia in cls di sezione trapezia con sponde a pendenza 1 su 1 e dimensioni 0.8x0.8 e 0.5x0.5 m; da collettori circolari di dimensioni DN800 e DN1000.

Il recapito è la fogna esistente in prossimità del tombino circolare DN1000 alla progressiva 0+890 e uno scarico esistente alla progressiva 1+035 circa (IA1U02E11P7ID0002101C, IA1U02E11P7ID0002102C).

FASE 3 (DEFINITIVA SCENARIO FINALE) – oggetto del presente appalto

Il sistema di drenaggio dello scenario finale è costituito da canalette rettangolari in cls di dimensioni 0.6x0.6, 0.8x0.8 e 1.0x1.0 m; da fossi di guardia in cls di sezione trapezia con sponde a pendenza 1 su 1 e dimensioni 0.8x0.8 e 0.5x0.5 m; da collettori circolari di dimensioni DN800 e DN1000.

Nello scenario finale si è cercato di rispecchiare e salvaguardare il più possibile gli elementi utilizzati nello scenario definitivo che pertanto rimane valido a tutti gli effetti salvo quanto esposto di seguito.

I recapiti finali sono:

- per le acque provenienti da sud e dal tratto S-R' il realizzato canale idraulico lama S. Marco – lama Valenzano;
- la fogna esistente in prossimità del tombino circolare DN1000 alla progressiva 0+888
- lo scarico esistente alla progressiva 1+040.

Le uniche differenze con lo scenario intermedio sono costituite dal tratto:

1. H-R in sinistra stradale che è stato eliminato: ora il pozzetto H recapita le acque nell'impianto di trattamento e successivamente va recapito nella lama S. Marco;

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

2. S-R' che nello scenario attuale recapita le acque in lama S. Marco anch'esse previo transito in apposito impianto per il trattamento delle acque di prima pioggia.

In merito al recapito delle acque si riporta la nota presente nella relazione idraulica della variante altimetrica della tangenziale di Bari (IA1U02E11RIID0002101B).

“In relazione a quanto richiesto nel corso delle interlocuzioni con gli uffici competenti del gestore stradale, il recapito finale delle acque di drenaggio di prima pioggia, nello scenario finale, non è possibile totalmente nel realizzando canale idraulico di collegamento lama San Marco - lama Valenzano, per insufficienza delle quote di fondo del canale. Pertanto, le pendenze e le quote necessarie non possono essere garantite per lo scarico a gravità verso gli impianti di depurazione previsti. L'alternativa, allo scarico di parte delle acque di drenaggio di prima pioggia nella rete fognaria comunale, sarebbe la realizzazione di una stazione di sollevamento, che permetterebbe lo scarico verso il recapito canale.”

7.1 Normativa di riferimento

In campo nazionale la normativa a cui fare riferimento per la corretta gestione e tutela delle acque è l'art. 113 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. che fornisce, seppur in linea generale, indicazioni e prescrizioni da rispettare per le acque meteoriche di dilavamento e per i relativi scarichi; detta normativa rimanda alle leggi e ai regolamenti locali (regionali e provinciali) la definizione di criteri e procedure di dettaglio da adottare e far applicare ai titolari degli scarichi e delle immissioni.

Per quanto attiene alla Regione Puglia, lo strumento a cui fare riferimento per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento è il Piano di Tutela della Acque, di cui all'art. 44 D. Lgs. n.152/1999, emanato con Decreto del Commissario Delegato dell'Emergenza Ambientale n.209 del 19 Dicembre 2005 ed approvato con Delibera del Consiglio della Regione Puglia n.230 del 20.10.2009. Tale Piano è stato tra l'altro interessato da modifiche ed integrazioni approvate con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1441/2009.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

In data 9 dicembre 2013 la Regione Puglia ha emesso il Regolamento Regionale n.26 “Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia” che ha come finalità la tutela ed il miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità individuati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia. In essa è prevista la regolamentazione degli scarichi dei piazzali da acque meteoriche di prima pioggia.

7.2 Presidi idraulici

Il problema del carico inquinante delle acque meteoriche in particolare nella fase di prima pioggia si pone in tutti i contesti urbanizzati, sia di tipo civile sia di tipo industriale, sia nel caso della realizzazione di infrastrutture a rete.

E' noto infatti che durante lunghi periodi di tempo asciutto si accumulano sulle superfici delle strade, dei piazzali e delle aree industriali sostanze inquinanti (cosiddetto build-up) che si riversano poi, all'atto delle piogge, nelle acque di drenaggio, e confluiscono di conseguenza nei ricettori naturali. La concentrazione di inquinanti è particolarmente elevata nella prima fase della precipitazione (fase di wash-off), mentre decade per precipitazioni particolarmente intense o particolarmente durature che coinvolgono grandi volumi di acqua.

Nelle strade la presenza pressoché costante di oli ed idrocarburi è la causa dei fenomeni più vistosi di inquinamento di questo tipo, dovuti alla fuoriuscita accidentale di liquido dalle eventuali rotture e da altri fenomeni che sia istantaneamente sia nel lungo periodo possono avere un'incidenza rilevante.

Con acque di prima pioggia si intendono, nel caso specifico, le acque che defluiscono per il ruscellamento delle prime piogge di temporale e che dilavano le superfici dei parcheggi e delle superfici pavimentate in genere.

Per quanto riguarda i tratti presidiati il presente progetto convoglia parte delle acque di precipitazione raccolte sulla viabilità SS16 verso lama S Marco, presso i quali è stata previsto un trattamento preventivo. Il conferimento al ricettore avviene a gravità.

Dal ruscellamento delle acque di prima pioggia nei canali di scolo si ha una raccolta di tutti i fanghi e oli depositati nel tempo sui piazzali e sulle superfici pavimentate. Le

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

acque di prima pioggia sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna. Di qui le acque vengono portate, mediante un impianto di sollevamento, all'impianto di trattamento dove avviene la sedimentazione dei fanghi e la separazione degli oli. Nello schema di Figura 31 si riassume lo schema di funzionamento dell'impianto di trattamento con accumulo della prima pioggia.

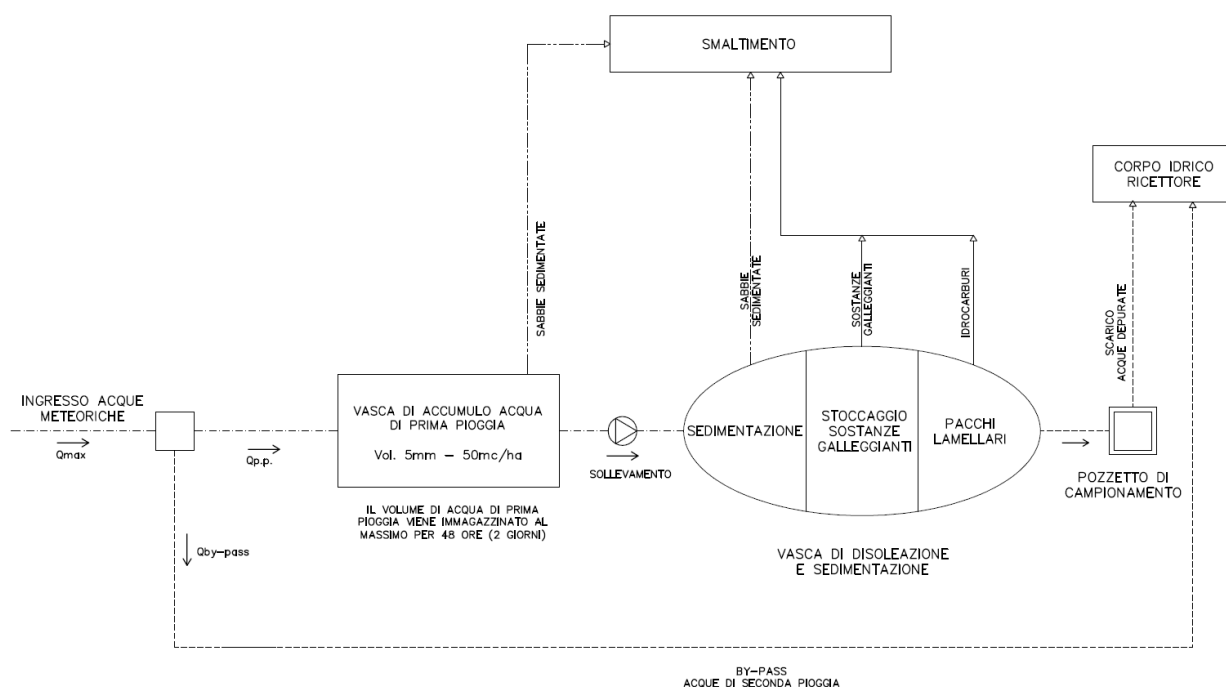


Figura 31 – Schema dell'impianto di trattamento con accumulo delle acque di prima pioggia.

L'impianto di trattamento, nel suo complesso, è costituito da

- un pozzetto di ingresso che riceve le acque dal sistema di drenaggio;
- una condotta deputata allo scarico delle acque in arrivo una volta che la vasca di accumulo è piena. Il diametro della condotta di scarico è pari a quello della condotta entrante nel pozzetto di ingresso. Le portate in eccesso vengono smaltite nella Lama San Marco. A tutela dell'impianto di trattamento, lo scarico delle condotte è protetto da una valvola a clapet onde evitare l'intrusione delle acque del corpo idrico ricettore nell'impianto di trattamento;
- una vasca di accumulo dimensionata per contenere i volumi di prima pioggia pari a 5 mm per l'estensione dell'area scolante sottesa dalla rete di drenaggio;

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301	REV. B

- un impianto di sollevamento in grado di avviare le acque di prima pioggia al sedimentatore e disoleatore e in grado di svuotare la vasca in 48 ore, cioè in modo tale che questa sia disponibile all'immagazzinamento di un evento successivo come previsto dal Regolamento Regionale della Puglia.
- di un sedimentatore a pacchi lamellari;
- di un separatore a coalescenza.

Tutte le sezioni sono inoltre dotate di pozzetto di ispezione. Nell'impianto 1, monte della vasca di accumulo è posta anche una paratoia meccanizzata che chiude automaticamente la condotta in ingresso alla vasca una volta che questa è piena grazie al segnale del misuratore di livello inserito al suo interno.

Di seguito si riportano le caratteristiche delle vasche previste dalla relazione idrologico-idraulica del drenaggio di piattaforma della Tangenziale di Bari, parte integrante del progetto di Riassetto del Nodo di Bari (IA1U02E11RIID0002101B):

“Vengono indicate per ciascuna vasca:

- *La posizione dell'impianto, espressa tramite l'indicazione della progressiva di riferimento*
- *La posizione (carreggiata Nord-Sud)*
- *L'estensione della superficie impermeabile totale il cui drenaggio è raccolto dalla vasca (espresso in m²)*
- *La stima del tempo di concentrazione (in min), inteso come il tempo di pioggia per cui si raggiunge la completa concentrazione dei deflussi da tutta l'area scolante*
- *L'intensità di precipitazione corrispondente al tempo di concentrazione, in accordo con la curva di probabilità pluviometrica (in mm/h)*
- *La portata corrispondente ad una intensità di 20 mm/h (pioggia corrispondente ai primi 5 mm di pioggia, durante un tempo di 15 minuti)*
- *La portata in ingresso allo scolmatore con tempo di ritorno di 25 anni (calcolata in accordo con la curva di probabilità pluviometrica relativa al progetto in esame)*
- *La tipologia costruttiva adottata per la vasca stessa*

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Il sistema risulta nel complesso formato dai seguenti impianti:

Disoleatore	Progressiva	Posizione	Area contribuyente	tempo di concentrazione	intensità di progetto	portata di progetto	volume 5 mm	Q trattata	Q deviata
N°			[m ²]	[min]	[mm/h]	[m ³ /s]	[m ³]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
1	0+720	SX	12672	5.0	348	0.697	63.4	0.071	1.536
2	0+740	SX	1944	5.0	348	0.188	9.7	0.011	0.285

Caratteristiche della vasca di trattamento n.1					
Diametro interno vasca	Portata a trattamento	Lunghezza impianto	Volume complessivo	Accumulo Sabbie	Accumulo oli
mm	l/s	m	l	l	l
2000	75	12.15	35840	7500	1125

Caratteristiche della vasca di trattamento n.2					
Diametro interno vasca	Portata a trattamento	Lunghezza impianto	Volume complessivo	Accumulo sabbie	Accumulo oli
mm	l/s	m	l	l	l
2x1710	15	5.4	6201	1500	225

Tabella 7 – Caratteristiche delle vasche previste dalla relazione idrologico-idraulica del drenaggio di piattaforma della Tangenziale di Bari, parte integrante del progetto di Riassetto del Nodo di Bari (IA1U02E11RIID0002101B).

Le vasche di prima pioggia scelte sono state dimensionate a partire dai volumi di prima pioggia calcolati nel Progetto Esecutivo. Dunque, l'impianto 1 sarà costituito da una vasca di prima pioggia di almeno 63.4 m³ di volume e l'impianto 2 da una vasca di prima pioggia di almeno 9.7 m³ di volume.

Nella Tabella 8 e nella Tabella 9 sono riassunte le caratteristiche degli impianti di prima pioggia.

IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA VP1

DATI TECNICI:

Grandezza Nominale (NS):	8
Configurazione Disoleatore:	S-II-I-P
Classe di trattamento:	I
Contenuto sedimentatore:	3,80 mc
Capacità accumulo olli:	0,44 mc
Peso max. a pezzo Bypass:	2,16 t
Peso totale Bypass:	3,08 t
Peso max. a pezzo Ritenzione 1:	24,01 t
Peso totale Ritenzione 1:	33,73 t
Peso max. a pezzo Ritenzione 2:	17,47 t
Peso totale Ritenzione 2:	23,51 t
Peso complessivo impianto:	64,36 t
Volume ritenzione:	64,36 mc
Superficie di drenaggio:	12.900 mq

TIPOLOGIA IMPIANTO:

SF Sedimentatore	1. Pompe
I Separatore classe I < 100 mg/l	2. Pacchi coalescenti
II Separatore classe II < 5 mg/l	3. vasca In ca.a (C45/55)
RE Ritenzione	4. Allarme livello olio/fanghi
P Condotto di campionamento	

Tabella 8 – Caratteristiche dell'impianto di prima pioggia 1.

IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA VP2

DATI TECNICI:

Grandezza Nominale (NS):	8
Configurazione Disoleatore:	S-II-I-P
Classe di trattamento:	I
Contenuto sedimentatore:	3,04 mc
Capacità accumulo olli:	0,41 mc
Peso max. a pezzo Bypass:	0,61 t
Peso totale Bypass:	1,10 t
Peso max. a pezzo Ritenzione:	11,97 t
Peso totale Ritenzione:	17,98 t
Peso complessivo impianto:	19,08 t
Volume ritenzione:	12,93 mc
Superficie di drenaggio:	2.600 mq

TIPOLOGIA IMPIANTO:

SF Sedimentatore	1. Pompe
I Separatore classe I < 100 mg/l	2. Pacchi coalescenti
II Separatore classe II < 5 mg/l	3. vasca In ca.a (C45/55)
RE Ritenzione	4. Allarme livello olio/fanghi
P Condotto di campionamento	

Tabella 9 – Caratteristiche dell'impianto di prima pioggia 2.

7.3 Risultati delle verifiche viabilità definitiva FASE FINALE

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche del sistema di drenaggio della viabilità nella configurazione finale (FASE 3) previste nella relazione idrologico-idraulica del drenaggio di piattaforma della Tangenziale di Bari, parte integrante del progetto di Riassetto del Nodo di Bari (IA1U02E11RIID0002101B).

ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

Carreggiata	Tratta	Elemento	PK in.	PK fine	Lungh. (m)	Pendenza longitudinale (%)	Area pavimentata (m ²)	Area scarpate (m ²)	Area rid. monte (m ²)	Area rid. (m ²)	t _s (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	Ks	v (m/s)	Riempimento (%)
sx	A-B	50x50	0+300	0+410	126.7	0.40	2027.20	950.25	0.00	2489.66	3.00	517.04	0.3576	70	1.42	62
sx	B-C	DN800	0+410	0+440	25.0	0.80	0.00	0.00	2489.66	2489.66	3.00	517.04	0.3576	80	2.12	37
sx	C-D	DN800	0+410	0+550	115.3	0.43	1844.80	864.75	2489.66	4755.30	3.00	517.04	0.6830	80	1.97	65
dx	M-N	50x50	0+280	0+415	138.9	0.79	2221.60	833.10	0.00	2582.61	3.00	517.04	0.3709	70	1.85	53
dx	N-O	DN800	0+415	0+430	11.5	0.87	0.00	0.00	2582.61	2582.61	3.00	517.04	0.3709	80	2.21	37
dx	O-P	DN800	0+430	0+550	116.2	0.43	1859.20	0.00	2582.61	4255.89	3.00	517.04	0.6112	80	1.93	60
dx	Q-P	DN800	0+670	0+550	115.6	0.26	1849.60	0.00	0.00	1664.64	3.00	517.04	0.2391	80	1.26	40
attraversamento dx-sx	P-D	DN1000	0+550	0+550	42.0	0.24	0.00	0.00	5920.53	5920.53	3.07	507.67	0.8349	80	1.67	61
dx	D-H	DN1000	0+550	0+720	187.7	0.53	3002.40	938.25	10675.83	14034.77	4.28	392.95	1.5319	80	2.59	70
dx	L-I	DN800	0+770	0+720	47.9	1.04	766.40	0.00	0.00	689.76	3.00	517.04	0.0991	80	1.61	18
attraversamento dx-sx	I-H	DN1000	0+720	0+720	39.0	0.64	0.00	0.00	689.76	689.76	3.00	517.04	0.0991	80	1.32	15
sx	S-R	80x80	0+890	0+745	143.1	0.42	2289.60	0.00	0.00	2060.64	3.00	517.04	0.2960	70	1.32	27
sx	W-V	RETT. 60x60	1+180	1+130	59.2	0.18	947.20	0.00	0.00	852.48	3.00	517.04	0.1224	70	0.79	43
sx	V-U	RETT. 80x80	1+130	1+040	92.2	0.18	1475.20	0.00	852.48	2180.16	3.00	517.04	0.3131	70	1.01	49
sx	U-T	RETT. 60x60	1+040	0+980	58.5	0.18	936.00	0.00	0.00	842.40	3.00	517.04	0.1210	70	0.79	42
sx	T-S	RETT. 80x80	0+980	0+890	86.5	0.18	1384.00	0.00	842.40	2088.00	3.00	517.04	0.2999	70	1.00	47
dx + contributo monte *	X-Y	RETT. 100x100	1+190	0+890	330.0	0.18	5280.00	0.00	27300.00	32052.00	28.32	91.16	0.8117	70	1.27	64
dx	Z-Y	50x50	0+810	0+890	79.9	0.63	1278.40	0.00	0.00	1150.56	3.00	517.04	0.1652	70	1.36	36
attraversamento dx-sx	Y-S	DN1000	0+890	0+890	32.0	1.00	0.00	0.00	33202.56	33202.56	28.51	90.70	0.8365	80	2.86	40

ELEMENTI DI RACCOLTA

Sezione tipo	PK in.	PK fine	t _s (min)	q _{lin} (m ³ /s*m)	D (m)	L (m)	H (m)	A (m ²)	C (m)	Ks	Q _{max} (m ³ /s)	Int. elemento (m)	L caditoia (m)
rettifilo	0+000	0+240	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0084	10.00	0.15
curva	0+240	0+600	10	0.000815448	0.70	0.70	0.049	0.017	0.751	70	0.0092	10.00	0.23
curva	0+600	0+880	10	0.000815448	0.70	0.70	0.049	0.017	0.751	70	0.0137	15.00	0.30
rettifilo	0+880	1+110	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0281	20.00	0.21
rettifilo	1+110	1+200	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0162	15.00	0.18
rettifilo	1+200	1+260	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0051	5.00	0.13

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301

8. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Nei successivi paragrafi verranno elencati i criteri di compatibilità idraulica richiesti dalla normativa e regolamenti vigenti per l'opera in progetto e l'evidenza dell'ottemperanza a tali prescrizioni.

8.1 CRITERI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

8.1.1 Sintesi della normativa di riferimento

Gli interventi previsti, come qualunque infrastruttura di carattere estensivo, modificano la conformazione del territorio su cui insistono e devono quindi inserirsi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale.

All'interno degli strumenti legislativi di recente emanazione (adozione dicembre 2004, approvazione novembre 2005), si è adottato il P.A.I., Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato dall'Autorità di Bacino della Puglia che individua le aree a rischio idraulico ed idrogeologico.

L'esigenza del P.A.I. nasce dalla seguente scansione di dispositivi normativi:

La legge 18.05 1989 n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale per la difesa del suolo", è il cardine degli attuali strumenti pianificatori di gestione del territorio ed è nata a valle di un percorso normativo piuttosto complesso e di modesta attuazione a causa delle diverse fonti statali, regionali e provinciali che ne fanno parte.

La suddetta Legge si propone di perseguire i seguenti principali scopi ed obiettivi:

- Difesa da alluvioni;
- Tutela della risorsa idrica come alimento e strumento d'igiene;
- Uso dell'acqua visto nell'insieme delle diverse utilizzazioni fondamentali per attività economiche: agricoltura, industria, energia e trasporto;
- Tutela dell'acqua come strumento di tutela ambientale;
- Tutela dal rischio idrogeologico in generale.

L'attuazione degli scopi della Legge 183/89 è stata affidata principalmente, dopo una serie ampia e ramificata d'indagini conoscitive, al Piano di Bacino Idrografico la cui caratteristica deve essere quella di far prevalere la nuova filosofia di difesa del suolo rispetto a qualunque altro piano o programma di settore con contenuti di tutela ambientale.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Il ritardo nell'attuazione ha fatto sì che il legislatore proponesse una serie di normative tampone:

- Il D.P.C.M. 23.03.1990;
- D.P.R. 07.01.1992;
- Il Decreto Legislativo 275/93;
- La Legge 493 del 1993;
- La legge 37 del 1994;
- Il D.P.R. 18 Luglio del 1995;
- La Legge 31.12.1996 n. 677;

Dopo la calamità che ha colpito Sarno ed altri Comuni della Campania del maggio 1998 è stato emanato il D.L. 11 giugno 1998, n. 180 convertito con la Legge 3.08.1998, n. 267, che contiene oltre alle misure urgenti per le zone colpite dall'evento catastrofico, anche delle novità ai fini della difesa delle aree a rischio di frane ed alluvioni in tutto il territorio nazionale. Le più significative sono di seguito elencate:

- L'attivazione di misure di salvaguardia da parte delle Autorità di Bacino e delle Regioni con piani stralcio per le aree a maggior rischio idraulico ed idrogeologico, laddove ancora non operanti;
- Un piano di interventi di prevenzione e messa in sicurezza delle aree a rischio;
- Un potenziamento delle Regioni, delle Autorità di Bacino, dei Servizi tecnici, nonché un'integrazione nelle misure di controllo, nei piani di emergenza e in quelli di protezione civile;
- La dotazione del Ministero dell'Ambiente di una struttura atta a valutare gli interventi urgenti.

L'ultima modifica sostanziale del "Decreto Sarno" è il D.P.C.M 29.09.1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'Art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180.

Secondo la Legge 267/98 le Autorità di Bacino e le Regioni avrebbero dovuto adottare entro il 30.06.1999 i piani stralcio di bacino e quindi avrebbero dovuto individuare, con quello strumento, la perimetrazione e le misure di salvaguardia delle aree a rischio idrogeologico.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Dal punto di vista delle scadenze il D.P.C.M. 27 agosto 1998 concede una proroga per adozione e approvazione del piano stralcio di bacino rispettivamente il 30 giugno del 2001 (poi anticipato a fine aprile) ed il 30 giugno del 2002.

In seguito al tragico episodio verificatosi con la distruzione del campeggio di Soverato in Calabria, il 12 ottobre 2000 è stato emanato il decreto-legge n.279 recante “Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali”, poi convertito in legge con modificazioni con la Legge 11 dicembre 2000 n. 365. Tale normativa anticipa, come detto sopra, l’adozione dei piani stralcio di bacino e propone aggiornamenti sugli interventi per le aree a rischio idrogeologico ed in materia di protezione civile.

A completamento del quadro normativo vanno poi inserite le seguenti disposizioni:

- La Legge 13 Luglio 1999 n. 226 “Interventi urgenti in materia di protezione civile”;
- La Legge 02.02.1974, n. 64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- La Legge 24.02.1992, n. 225 “Istituzione del servizio nazionale della Protezione Civile”;
- La Legge 01 giugno 1939, n. 1089;
- La Legge 20 giugno 1939, n. 1497;
- La Legge 08.08.1985, n. 431.
- Il D.M. 1401 del 2008 contenente le Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- La circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, del 2 febbraio 2009, n. 617 contenente le istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni».
- Delibera del CIPE del 26/10/12 relativa al «Programma delle infrastrutture strategiche (Legge n. 443/2001). Nodo di Bari: Bari Sud (Tratta Bari centrale – Bari Torre a Mare) approvazione progetto preliminare (Delibera n. 104/2012)».

	RIASSETTO NODO DI BARI					
	TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301	REV. B	FOGLIO 60 DI 83

8.1.2 Le nuove norme tecniche di costruzione (D.M. 1401/08)

“Le Norme tecniche per le costruzioni definiscono i principi per il progetto, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità.

Esse forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.”

In particolare, nel capitolo relativo alla compatibilità idraulica dei ponti ferroviari e stradali, è previsto quanto segue:

“5.2.1.2 Compatibilità idraulica

Quando il ponte interessa un corso d’acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l’esercizio del ponte.

L’ampiezza e l’approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all’importanza del problema.

Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d’acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall’Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell’alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni.

	RIASSETTO NODO DI BARI				
	TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B	FOGLIO 61 DI 83

Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.”

La circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, del 2 febbraio 2009, n. 617 specifica ulteriormente che

“C5.1.2.4 Compatibilità idraulica

Le questioni idrauliche, da trattare con ampiezza e grado di approfondimento commisurati alla natura dei problemi ed al grado di elaborazione del progetto, devono essere oggetto di apposita relazione idraulica, che farà parte integrante del progetto stesso.

Gli elementi del ponte, quali le opere strutturali, di difesa ed accessorie, quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, devono far parte di un progetto unitario.

Nello studio devono essere in particolare illustrati i seguenti aspetti:

- *ricerca e raccolta presso gli Uffici ed Enti competenti delle notizie e dei rilievi esistenti, utili per lo studio idraulico da svolgere;*
- *giustificazione della soluzione proposta per: l'ubicazione del ponte, le sue dimensioni e le sue strutture in pianta, in elevazione ed in fondazione, tenuto conto del regime del corso d'acqua, dell'assetto morfologico attuale e della sua prevedibile evoluzione, nonché della natura geotecnica della zona interessata;*
- *studio idrologico degli eventi di massima piena; esame dei principali eventi verificatisi nel corso d'acqua; raccolta dei valori estremi in quanto disponibili, e loro elaborazione in termini di frequenza probabile del loro verificarsi; definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;*
- *definizione della scala delle portate nella sezione interessata per le condizioni attuali e per quelle dipendenti dal costruendo manufatto, anche per le diverse e possibili fasi costruttive previste;*

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

- *calcolo del rigurgito provocato dal ponte;*
- *allontanamento delle acque dall'impalcato e prevenzione del loro scolo incontrollato sulle strutture del ponte stesso o su infrastrutture sottostanti.*

La quota idrometrica ed il franco devono essere posti in correlazione con la piena di progetto anche in considerazione della tipologia dell'opera e delle situazioni ambientali.

In tal senso può ritenersi normalmente che il valore della portata massima e del relativo franco siano riferiti ad un tempo di ritorno non inferiore a 200 anni; è di interesse stimare i valori della frequenza probabile di ipotetici eventi che diano luogo a riduzioni del franco stesso. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave deve essere comunque non inferiore alla quota della sommità arginale.

Nello studio idraulico devono inoltre essere considerati i seguenti problemi:

- *classificazione del corso d'acqua ai fini dell'esercizio della navigazione interna;*
- *valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni delle pile, delle spalle e delle relative fondazioni e di altri manufatti presenti nelle vicinanze;*
- *esame delle conseguenze della presenza di natanti, corpi flottanti e trasportati dalle acque e studio della difesa dagli urti e dalle abrasioni, nonché delle conseguenze di possibili ostruzioni delle luci (specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte), sia in fase costruttiva che durante l'esercizio delle opere.*

In situazioni particolarmente complesse può essere opportuno sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli idraulici sperimentali.

A titolo di indicazione, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco previsto deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Per ponti posti su vie classificate navigabili va rispettata la luce minima sotto il ponte, che compete ai natanti per i quali il corso è classificato, fino alla portata per la quale sia consentita la navigazione.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale. Le caditoie, cui resta affidata la funzione di evacuazione di cui sopra, devono essere disposte in numero ed in posizioni dipendenti dalla geometria pano-altimetrica della sede stradale e dalla pluviometria della zona e dalle loro dimensioni.

Il tubo di eduazione deve essere sufficientemente prolungato fino a portare l'acqua di scolo a distanza tale da evitare la ricaduta sulle strutture anche in presenza di vento.

Nel caso di attraversamento di zone urbane ed in tutti quei casi in cui le acque di eduazione possono produrre danni e inconvenienti, deve essere prescritto che esse siano intubate fino a terra ed eventualmente immesse in un sistema fognante.

Nelle strutture a cassone devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo, verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture. Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione e di gocciolati, al fine di evitare scoli di acque sul manufatto.”

8.1.3 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

L'analisi condotta nel presente studio ha preso in considerazione gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore per determinare la compatibilità idraulica dell'opera in progetto.

Proprio all'interno degli strumenti legislativi di recente emanazione si è adottato il P.A.I., Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato dall'Autorità di Bacino della Puglia, approvato il 30/11/2005, che individua le aree a rischio idraulico ed idrogeologico.

Nella Relazione di Piano sono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

a potenziale rischio inondazione, distinte in aree a bassa probabilità di inondazione, a moderata probabilità e ad alta probabilità, con le seguenti caratteristiche:

Aree a bassa probabilità di inondazione (B.P.) - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (Tr) compreso tra 200 e 500 anni.

Aree a moderata probabilità di inondazione (M.P.) - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (Tr) compreso tra 30 e 200 anni.

Aree ad alta probabilità di inondazione (A.P.) - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (Tr) inferiore o pari a 30 anni.

Nell'analisi del rischio idrogeologico, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico si ricava per sovrapposizione delle zone soggette a pericolosità con gli elementi a rischio idrogeomorfologico, definiti in 5 classi:

- E5 = agglomerati urbani, aree industriali e/o artigianali, centri abitati estesi, edifici isolati, dighe e invasi idrici, strutture ricreative e campeggi;
- E4 = strade statali, strade provinciali, strade comunali (unica via di collegamento all'abitato) e **linee ferroviarie**;
- E3 = linee elettriche, acquedotti, fognature, depuratori e strade secondarie;
- E2 = impianti sportivi con soli manufatti di servizio, colture agricole intensive;
- E1 = assenza di insediamenti, attività antropiche e patrimonio ambientale.

Le aree di rischio sono classificate come:

- **Aree a rischio moderato R1**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- **Aree a rischio medio R2**: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **Aree a rischio elevato R3**: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **Aree a rischio molto elevato R4**: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Nelle *Norme tecniche di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*, al Titolo II, agli art. 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 è prescritto quanto segue:

ARTICOLO 4

Disposizioni generali

1. In relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, così come risultanti dallo stato delle conoscenze, sono soggetti alle norme del presente capo le aree di cui ai successivi artt. 6, 7, 8, 9 e 10

2. In tutte le aree a pericolosità idraulica si applicano, oltre a quelle del presente Titolo II, le disposizioni dei Titoli IV, V e VI.

3. Nelle aree a pericolosità idraulica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:
 - a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
 - b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;
 - c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
 - d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
 - e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;

g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

4. La realizzazione di tutti gli interventi previsti nelle aree di cui al comma 1, salvo gli interventi di somma urgenza di cui all'art. 5 punto c), è sottoposta al parere vincolante dell'Autorità di Bacino.

5. Nessun intervento previsto nelle aree di cui al comma 1, può essere approvato da parte della competente autorità di livello regionale, provinciale o comunale senza il preventivo o contestuale parere vincolante da parte dell'Autorità di Bacino.

6. Nelle aree di cui al comma 1 interessate anche da pericolosità geomorfologica, le prescrizioni relative si applicano contemporaneamente e si sommano ciascuna operando in funzione della rispettiva finalità.

7. I manufatti lambiti e/o attraversati dal limite di aree a differente livello di pericolosità sono ricompresi nell'area interessata dalle prescrizioni più restrittive.

8. I Comuni ricadenti nel territorio di applicazione del PAI introducono nei certificati di destinazione urbanistica informazioni sulla perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica.

9. Tutti gli interventi e le opere destinate alla prevenzione ed alla protezione del territorio dal rischio idraulico devono essere sottoposti, dall'amministrazione territorialmente competente, ad un idoneo piano di azioni ordinarie di manutenzione tese a garantirne nel tempo la necessaria funzionalità.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

10. I vincoli e le prescrizioni di cui ai successivi artt. 6, 7, 8, 9 e 10 non si applicano per le opere pubbliche per le quali alla data di adozione del Piano siano iniziati i lavori. L'uso e la fruizione delle predette opere è comunque subordinato all'adozione dei Piani di Protezione Civile ai sensi della Legge 225/92 e del relativo sistema di monitoraggio e allerta.

ARTICOLO 5

Interventi per la mitigazione della pericolosità idraulica

Nelle aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10 sono consentiti:

- a) gli interventi idraulici e le opere idrauliche per la messa in sicurezza delle aree e per la riduzione o l'eliminazione della pericolosità;
- b) gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale, che favoriscano tra l'altro la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali, il riassetto delle cenosi di vegetazione riparia, la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona. Tra tali interventi sono compresi i tagli di piante stabiliti dall'autorità forestale o idraulica competente per territorio per assicurare il regolare deflusso delle acque, tenuto conto di quanto disposto dal decreto del Presidente della Repubblica 14 aprile 1993;
- c) gli interventi di somma urgenza per la salvaguardia di persone e beni a fronte di eventi pericolosi o situazioni di rischio eccezionali.

In particolare, gli interventi di cui ai punti a) e b) devono essere inseriti in un piano organico di sistemazione dell'intero corso d'acqua oggetto d'intervento preventivamente approvato dall'Autorità di Bacino e dall'Autorità idraulica competente, ai sensi della Legge 112/1998 e s.m.i.

Gli interventi di cui al punto c) devono essere comunicati all'Autorità di Bacino e potranno essere oggetto di verifica da parte della stessa Autorità.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

ARTICOLO 6

Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali


1. Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.

2. Nelle aree di cui al comma 1 è consentita la realizzazione di opere di regimazione idraulica;

3. In tali aree può essere consentito lo svolgimento di attività che non comportino alterazioni morfologiche o funzionali ed un apprezzabile pericolo per l'ambiente e le persone. All'interno delle aree in oggetto non può comunque essere consentito:

- a) l'impianto di colture agricole, ad esclusione del prato permanente;
- b) il taglio o la piantagione di alberi o cespugli se non autorizzati dall'autorità idraulica competente, ai sensi della Legge 112/1998 e s.m.i.;
- c) lo svolgimento delle attività di campeggio;
- d) il transito e la sosta di veicoli se non per lo svolgimento delle attività di controllo e di manutenzione del reticolo idrografico o se non specificatamente autorizzate dall'autorità idraulica competente;
- e) lo svolgimento di operazioni di smaltimento e recupero di cui agli allegati b) e c) del Dlgs 22/97 nonché il deposito temporaneo di rifiuti di cui all'art.6, comma 1, lett. m) del medesimo Dlgs 22/97.

4. All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301

servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell’Autorità di Bacino.

5. I manufatti e i fabbricati esistenti all’interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, ad esclusione di quelli connessi alla gestione idraulica del corso d’acqua, sono da considerare in condizioni di rischio idraulico molto elevato e pertanto le Regioni, le Province e i Comuni promuovono e/o adottano provvedimenti per favorire, anche mediante incentivi, la loro rilocalizzazione.

6. Sui manufatti e fabbricati posti all’interno delle aree di cui al comma 1 sono consentiti soltanto:

- a) interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b) interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell’art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i. a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;
- c) interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell’edificio senza che essi diano origine ad aumento di superficie o volume.

7. Per tutti gli interventi consentiti nelle aree di cui al comma 1 l’AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell’area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai commi 2, 4 e 6.

8. Quando il reticolo idrografico e l’alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall’asse del corso d’acqua, non inferiore a 75 m.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

ARTICOLO 7

Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.)

1. Nelle aree ad alta probabilità di inondazione, oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h) e i).

ARTICOLO 8

Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)

1. Nelle aree a media probabilità di inondazione oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i.;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h), i), j) e k).

ARTICOLO 9

Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)

1. Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

ARTICOLO 10

Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale

1. Ai fini della tutela e dell'adeguamento dell'assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale.

2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

3. Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

	RIASSETTO NODO DI BARI					
	TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301	REV. B	FOGLIO 75 DI 83

8.2 RISPETTO DEI CRITERI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

8.2.1 Le nuove norme tecniche di costruzione (D.M. 1401/08)

Come previsto dalle N.T.C., il presente progetto è corredato di relazione idrologica e relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio.

Tra gli interventi previsti nel seguente progetto è prevista la realizzazione di un'opera di scavalco stradale al di sopra del nuovo tracciato della Lama San Marco. L'attraversamento presenta una luce netta di 11.00 m ed un dislivello minimo tra il fondo canale e la quota sotto è pari a 7.78 m. Peculiarità dell'opera è la sua trasparenza idraulica per eventi caratterizzati da portate pari o inferiore a quella di progetto.

La quota idrometrica ed il franco sono stati posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno pari a 200 anni.

Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave sono stati valutati tenendo conto dell'eventuale trasporto solido al fondo e di quello potenzialmente galleggiante.

Non si ritiene si debba temere il transito di alberi d'alto fusto al di sotto di nessuno degli attraversamenti in progetto. Le lame infatti si trovano in una zona dove non sono presenti alberi d'alto fusto, stando alla definizione, contenuta nel n°2 art.892 del Codice Civile: *"..quello che, semplice o diviso in rami, sorge ad altezza notevole, come sono i noci, i castagni, le querce, i pini, i cipressi, gli olmi, i pioppi, i platani, e simili. Sono reputati invece alberi a non alto fusto quelli il cui fusto, sorto ad altezza non superiore a tre metri, si diffonde in rami."*

Pur essendo il dislivello tra sottotrave e fondo alveo superiore ai 6÷7 metri previsti da normativa, risulta in questi casi non necessario.

Inoltre, si ritiene che nel progetto siano stati curati con un sufficiente grado di approfondimento tutti gli aspetti indicati dalla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, del 2 febbraio 2009, n. 617:

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

- ricerca e raccolta presso gli Uffici ed Enti competenti delle notizie e dei rilievi esistenti, utili per lo studio idraulico da svolgere, come evidenziato nella presente relazione;
- giustificazione della soluzione proposta per: l'ubicazione delle opere, le loro dimensioni e le loro strutture in pianta, in elevazione ed in fondazione, tenuto conto del regime del corso d'acqua, dell'assetto morfologico attuale e della sua prevedibile evoluzione, nonché della natura geotecnica della zona interessata, come evidenziato nella presente relazione;
- studio idrologico degli eventi di massima piena; esame dei principali eventi verificatisi nel corso d'acqua; raccolta dei valori estremi in quanto disponibili, e loro elaborazione in termini di frequenza probabile del loro verificarsi, come evidenziato nella presente relazione;
- definizione della scala delle portate nella sezione interessata per le condizioni attuali e per quelle dipendenti dal costruendo manufatto, come evidenziato nella presente relazione;
- calcolo del rigurgito provocato dal ponte, come evidenziato nella presente relazione.

L'attraversamento progettato ha delle caratteristiche tali per cui non è ipotizzabile una navigazione interna.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

8.2.2 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

L'analisi elaborata nell'ambito del progetto di canalizzazione della Lama San Marco è finalizzata alla valutazione della sua compatibilità idraulica in relazione all'attuale assetto idraulico del territorio, alla luce degli strumenti di pianificazione territoriale e delle disposizioni legislative vigenti in materia di difesa del suolo e di protezione dal rischio idraulico. L'analisi effettuata per gli interventi di progetto è stata svolta in accordo a quanto previsto dalle "Norme Tecniche di Attuazione" approvate nel novembre 2005 e dalla "Relazione di Piano" approvata nel dicembre 2004, del Piano di Bacino Stralcio per Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia.

Si consideri inoltre che lo studio di compatibilità idraulica per l'intera opera ferroviaria in progetto e dei relativi attraversamenti idraulici è stata già affrontata in sede di progetto definitivo, precedente alla "variante ANAS" e al progetto esecutivo in esame.

Dalla sovrapposizione del tracciato della canalizzazione della Lama San Marco con le planimetrie fornite dall'A.d.B. della Puglia si evidenzia che l'opera in progetto va a sovrapporsi con le "aree di attenzione" solo nel suo tratto terminale, in prossimità della Lama Valenzano (Figura 32 e Figura 33).

In particolare, il canale occupa zone di media pericolosità idraulica e (MP) e di rischio elevato (R3), individuate dall'A.d.B. e associate alla Lama Valenzano, non alla Lama San Marco.

Infatti, per il tratto più a monte della sistemazione della Lama San Marco non si riscontrano interferenze con aree di pericolosità idraulica e neppure con aree di rischio.

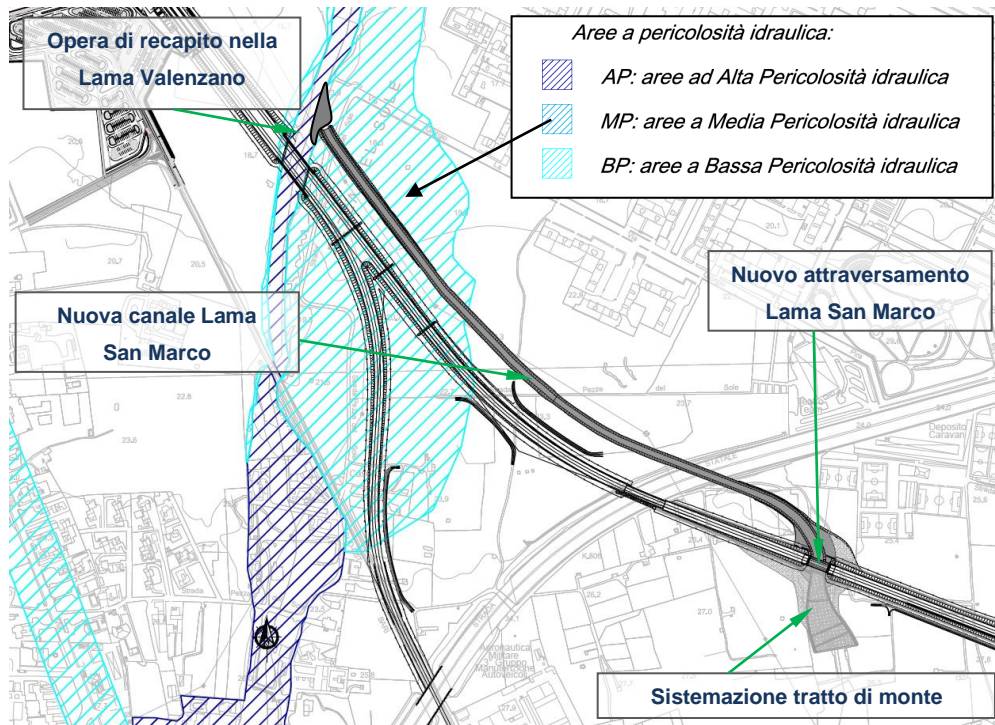


Figura 32 – Sovrapposizione del tracciato con le aree di pericolosità idraulica.

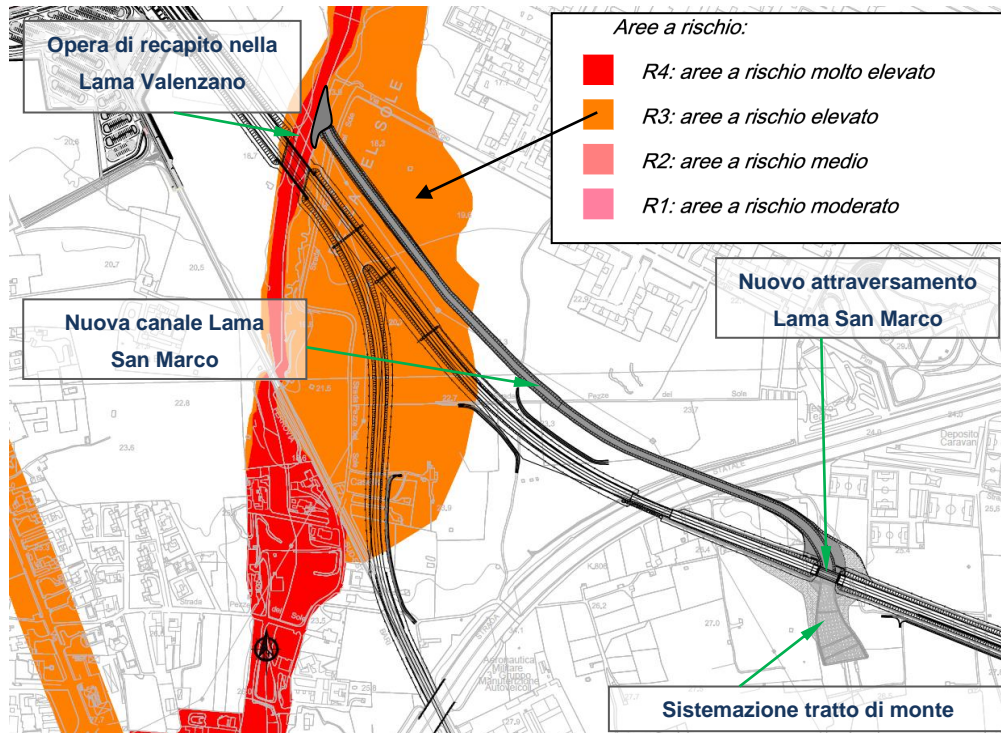


Figura 33 – Sovrapposizione del tracciato con le aree di rischio.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Consideriamo quindi le Norme Tecniche di Attuazione presenti nella documentazione di pianificazione di bacino ed in particolare i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica degli interventi in progetto così come indicati al Titolo II – Assetto Idraulico, art. 4 comma 3.

Nelle aree a pericolosità idraulica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:

a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;

Le simulazioni idrauliche bidimensionali hanno evidenziato un netto miglioramento delle condizioni di funzionalità idraulica per la Lama San Marco; l'intervento comporta una forte riduzione del rischio idrogeologico per le aree poste a valle della SS 16. Si è inoltre dimostrato che l'unione dei due corsi d'acqua non è un intervento peggiorativo per la funzionalità idraulica della Lama Valenzano.

b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;

Attraverso la modellazione numerica bidimensionale si è dimostrato che gli interventi in progetto non generano variazioni di rilievo al normale deflusso delle acque in quanto a valle della SS16, nella situazione attuale, non esiste alcun alveo tale da garantire il deflusso delle portate di piena della Lama San Marco. Inoltre gli interventi non alterano in modo significativo le capacità di invaso delle aree limitrofe ai due corsi d'acqua interessati, la Lama Valenzano e la Lama San Marco.

Il tratto terminale del Canale San Marco, prima dello sbocco nella Lama Valenzano, ricade all'interno della perimetrazione del PAI. In questo tratto il Canale San Marco presenta una sezione idraulica con piccole arginature alte poche decine di centimetri sul piano campagna. Le simulazioni idrauliche bidimensionali eseguite hanno permesso di verificare che il deflusso in condizione di piena della Lama Valenzano non viene influenzato negativamente dalla presenza del canale. La sistemazione della Lama San Marco non costituisce quindi un fattore di aumento della pericolosità idraulica, piuttosto porta ad un netto miglioramento delle

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO ID0002 301

condizioni di sicurezza in prossimità dei limitrofi abitati.

c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;

Gli interventi non alterano le cause di rischio esistenti.

d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;

Nei tratti interessati dagli interventi non sono presenti delle sistemazioni idrauliche, che verranno peraltro eseguite. Gli interventi in oggetto non pregiudicano quelli previsti dall'Autorità di Bacino della Puglia.

e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;

Le lame sono caratterizzate dall'assenza di deflussi significativi per lunghi periodi anche invernali, ovvero nelle stagioni più piovose. Conseguentemente le lavorazioni verranno svolte nei periodi in cui storicamente non si sono verificate alluvioni e comunque operando sempre in modo tale da ridurre al minimo la permanenza di strutture temporanee in alveo al fine di non produrre ostacoli significativi all'eventuale deflusso delle acque.

f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;

Gli interventi in progetto utilizzano anche tecniche di ingegneria naturalistica mediante massi, gabbioni e materassi che non comportano alcuna impermeabilizzazione del suolo.

g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Le protezioni spondali ed al fondo saranno realizzate ricorrendo a massi sciolti e/o legati (in alcuni casi cementati), gabbioni e ricoprimenti con materiale d'alveo tali quindi da indurre il minor impatto ambientale possibile.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

Per concludere le Norme tecniche di attuazione del Piano di Bacino si cita al Titolo II, art. 8 che nelle aree MP a media pericolosità idraulica:

Nelle aree a media probabilità di inondazione oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

... omississ ...

k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

[...]

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

interventi di cui ai punti a), b), d), e), h), i), j) e k).

La canalizzazione della Lama San Marco, soluzione peraltro richiesta dall’Autorità di Bacino della Regione Puglia, è considerata come “strumento di governo del territorio” data la sua spiccata funzione pubblica di riduzione del rischio idrogeologico. Lo studio qui sviluppato ha dimostrato come tale intervento sia nettamente migliorativo dal punto di vista della sicurezza idraulica ed ambientale con particolare riferimento alla limitrofa area antropizzata del Comune di Bari. Inoltre, la presente relazione contiene una sezione dedicata alla compatibilità idraulica dell’opera, redatta in ottemperanza delle richieste dell’art. 8 appena citato.

Per tutti i due corsi d’acqua, Lama San Marco e Valenzano, le soluzioni prescelte seguono gli indirizzi indicati nelle norme nazionali ed in quelle riportate nei piani di attuazione del PAI ed in particolare:

- gli interventi proposti non peggiorano le attuali condizioni di deflusso dei corsi d’acqua, piuttosto comportano un deciso miglioramento delle condizioni di sicurezza idrologiche ed ambientali;

Si può quindi concludere che tutte le opere previste sono idraulicamente compatibili.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA MODELLO 2D LAMA SAN MARCO E LAMA VALENZANO	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI ID0002 301	REV. B

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- AA.VV., *Manuale di ingegneria Civile e ambientale*, vol. 1, IV edizione, Zanichelli-ESAC.
- Autorità di Bacino del Fiume Po, *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI*
- Cavalli M., Tarolli Paolo, *Application of LIDAR technology for river analysis, Italian Journal of engineering Geology and Environment. Special Issues 1 (2011)*.
- Chow V. T. (1959). *Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill, New York*.
- Da Deppo L., Datei C. e Salandin P. (2005) *Sistemazione dei corsi d'acqua*, V edizione, Libreria internazionale Cortina, Padova.
- ETH Zurich, VAW, *SYSTEM MANULAS of BASEMENT*.
- King I. P., and Norton W. R. (1978). "Recent application of RMA's finite element models for twodimensional hydrodynamic and water quality". *Finite elements in Water Resources II, Pentech Press, London, 2.81-2.99*.
- Rodi W. (1993), "Turbulence models and their application in hydraulics - A state of the art Review". *International Association for Hydraulic Research*.
- Shioni K., and Knight D. W. (1991). "Turbulent open-channel flows with variable depth across the channel". *J. Fluid. Mech.*, 222, 617-646.
- Zanichelli G., Caroni e Fiorotto V.(2004) On parameter selection in 2D numerical modeling of a River bifurcation, *ASCE Journal of hydraulics engineering*, vol. 130 n.3 .