

S.S. 87 "SANNITICA"
**Lavori di ammodernamento e messa in sicurezza
nel tratto compreso tra il Km 215+300 e il 221+188**

PROGETTO DEFINITIVO

IL PROGETTISTA
Ing. Vincenzo LOMMA

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

GRUPPO DI LAVORO
Geom. Emanuele PRESTA
Geom. Adriano DI SOMMA

IL GEOLOGO
Dott.ssa Alessandra COLUCCI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Sergio CICERO

ATTIVITA' DI SUPPORTO

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



SETAC srl
**Servizi & Engineering: Trasporti
Ambiente Costruzioni**
del prof. ing. Pasquale COLONNA
Via Don Guanella 15/B - 70124 Bari
Tel: +39 080 5027679

MANDANTI:



Società Designata dal Consorzio UNING:
**Gestione
Appalti
Management s.r.l.**
Società di Ingegneria
Via Amendola 172/C - 70126 BARI
P.IVA 05831640726



Ing. Giovanni LAMPARELLI

Ing. Michele NOTARISTEFANO

02 - STUDI E INDAGINI

Relazione idraulica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00_ID00_IDR_RE02_A.pdf			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	CODICE ELAB.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	Marzo 2024	ARKE' Ingegneria S.r.l.		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTORE STR. SUPPORTO	VERIFICATO	APPROVATO

1	PREMESSA	2
2	STUDIO IDRAULICO CANALI DI PROTEZIONE	3
2.1	Scenario tempo di ritorno 30 anni	4
2.2	Scenario tempo di ritorno 100 anni	7
2.3	Scenario tempo di ritorno 200 anni	10
2.4	Scenario tempo di ritorno 500 anni	13
2.5	Criteri per la scelta degli interventi per il deflusso delle acque di bacino	16
2.6	Verifiche idrauliche canale	18
2.7	Verifiche a trascinamento opere di protezione rilevato	19
3	STUDIO IDRAULICO ACQUE DI PIATTAFORMA	22
3.1	Raccolta e collettamento delle acque di dilavamento stradale	22
3.1.1	Descrizione e considerazioni generali sul sistema idraulico adottato	22
3.1.2	Individuazione e caratterizzazione dei bacini stradali scolanti	22
3.1.3	Calcolo della portata da convogliare e smaltire	22
3.1.4	Dimensionamento rete di raccolta collettori	23
3.1.5	Dimensionamento cunette e relativi pozzetti di scarico	24
4	APPENDICI CALCOLI	27
4.1	APPENDICE 1. DIMENSIONAMENTO COLLETTORI	27
4.2	APPENDICE 2. DIMENSIONAMENTO INTERASSE CADITOIE ASSI STRADALI	28

1 PREMESSA

La presente Relazione Idraulica viene redatta a corredo del progetto esecutivo “*Lavori di ammodernamento e messa in sicurezza nel tratto compreso tra il km. 215+300 ed il km. 221+188 – 1° stralcio*”.

Nel presente elaborato vengono riportate le verifiche idrauliche condotte per il dimensionamento sia delle opere di protezione idraulica che della rete di drenaggio delle acque di piattaforma.

Per il primo aspetto si è preso a riferimento lo studio idraulico condotto dal COSIB (Consorzio per lo sviluppo industriale della valle del Biferno) “*Studio idraulico di dettaglio nell’area del Nucleo Industriale della Valle del Biferno finalizzato all’aggiornamento delle carte di pericolosità del fiume Biferno*”. L’area di intervento infatti ricade all’interno dell’area oggetto di approfondimento nello studio idraulico, le cui risultanze sono state rese disponibili, ad ANAS da parte del Consorzio, per la valutazione degli effetti sulle opere in progetto.

Per quanto riguarda invece il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma si è partiti dallo studio idrologico e dai parametri della Curva di possibilità pluviometrica riportati nella relazione idrologica (Cfr. elab. T00ID00IDRRE01A).

2 STUDIO IDRAULICO CANALI DI PROTEZIONE

L'area di intervento, come accennato in premessa ricade all'interno dell'area oggetto di approfondimento nello studio idraulico condotto dal COSIB (Consorzio per lo sviluppo industriale della valle del Biferno) per l'aggiornamento delle carte di pericolosità del fiume Biferno nell'area industriale.

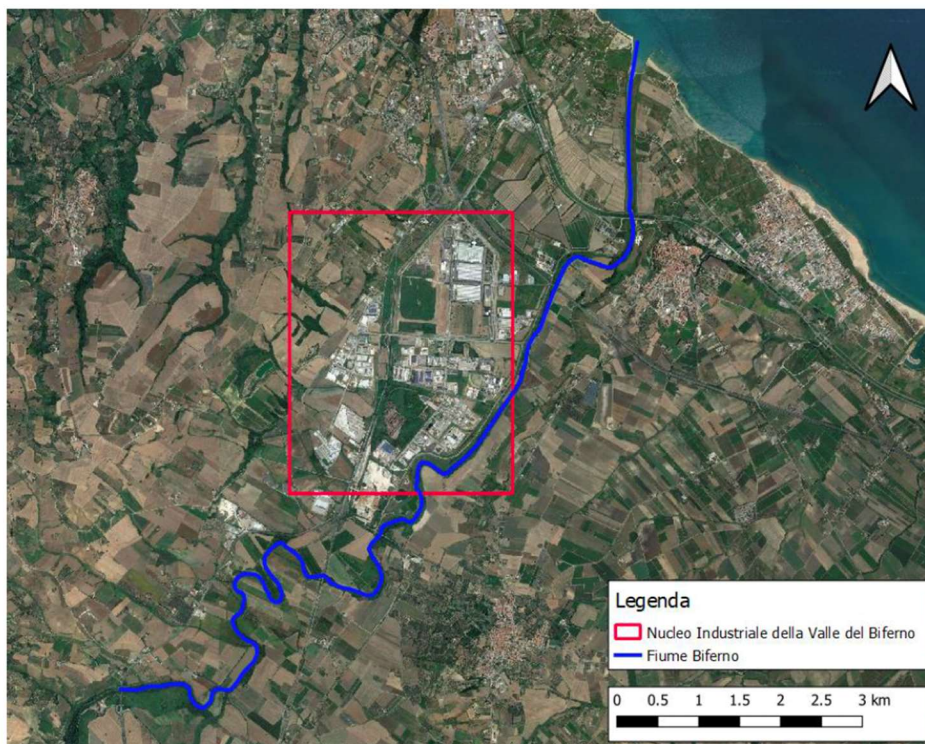


Figura 2.1 - Inquadramento territoriale – asta del fiume Biferno studiata idraulicamente, in linea blu, e area di interesse, rettangolo rosso (area COSIB e S.S. 87)

Prima di procedere al dimensionamento delle opere in progetto vengono di seguito riportate le risultanze delle modellazioni condotte dal COSIB per i diversi tempi di ritorno¹.

Lo studio idraulico è stato effettuato avendo a riferimento sia il modello idrodinamico monodimensionale del fiume Biferno che il modello bidimensionale per la rappresentazione delle aree potenzialmente allagabili.

Con riferimento al modello bidimensionale, nello studio condotto, dopo aver definito il modello digitale del terreno, si è proceduti all'impostazione delle condizioni al contorno.

Le portate immesse sono quelle derivate dal modello monodimensionale sviluppato sulla base degli idrogrammi di piena riportati nell'elaborato T00ID00IDRRE01A per effetto dell'esondazione del fiume Biferno, mentre per le condizioni di valle, coerentemente con la condizione di valle del modello monodimensionale, è stato impostato un livello del mare pari a 0.5 m s.l.m.

L'implementazione del modello ha visto anche la definizione di altri parametri quali la scabrezza ed il coefficiente di viscosità turbolenta.

¹ Le informazioni relative al modello idraulico sono desunte dallo “Studio idraulico di dettaglio nell'area del Nucleo Industriale della Valle del Biferno finalizzato all'aggiornamento delle carte di pericolosità del fiume Biferno” (COSIB - Consorzio per lo sviluppo industriale della valle del Biferno).

Per il primo parametro è stato assunto un valore uniforme su tutto il dominio secondo la formulazione di Gauckler-Strickler pari a $32 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Inoltre, laddove la batimetria è stata modificata per rappresentare la rete di canali di scolo presenti nell'area che attraversano i rilevati stradali, è stato puntualmente ridotto il coefficiente sopra indicato al valore di $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Con riguardo invece al coefficiente di viscosità turbolenta è stato adottato un coefficiente costante per l'intero dominio di calcolo, con un valore pari a $0.2 \text{ m}^2/\text{s}$.

Sulla base degli schemi geometrici e delle condizioni al contorno, sono state condotte le simulazioni idrauliche degli eventi di piena associati ai tempi di ritorno pari a 30, 100, 200 e 500 anni.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per ognuno degli scenari analizzati con specifico riferimento alla zona oggetto di interesse per la progettazione dell'arteria stradale sia per ciò che concerne le grandezze idrauliche in alveo, di cui si riportano i profili idrici e i risultati in formato tabellare, che a livello di areale in termini di mappatura di tiranti idrici e velocità massime. Si ricorda che detti risultati sono estrapolati dalle mappe dei tiranti, livelli idrici e velocità messi a disposizione dal COSIB.

L'attenzione è posta sul comportamento del canale che corre parallelamente all'attuale tracciato della S.S. 87 ed alle aree ad esso contermini.



Figura 2.2 – Vista dall'alto della S.S. 87 e del canale (rosso)

2.1 SCENARIO TEMPO DI RITORNO 30 ANNI

Lo scenario con tempo di ritorno 30 anni definisce, secondo la vigente normativa, quella che è l'area a pericolosità idraulica alta (PI3).

Nelle figure seguenti vengono mostrate rispettivamente, le mappature dei tiranti massimi e delle velocità massime simulate sull'area interessata dall'ammodernamento dell'asse stradale per lo scenario associato ad un tempo di accadimento trentennale.

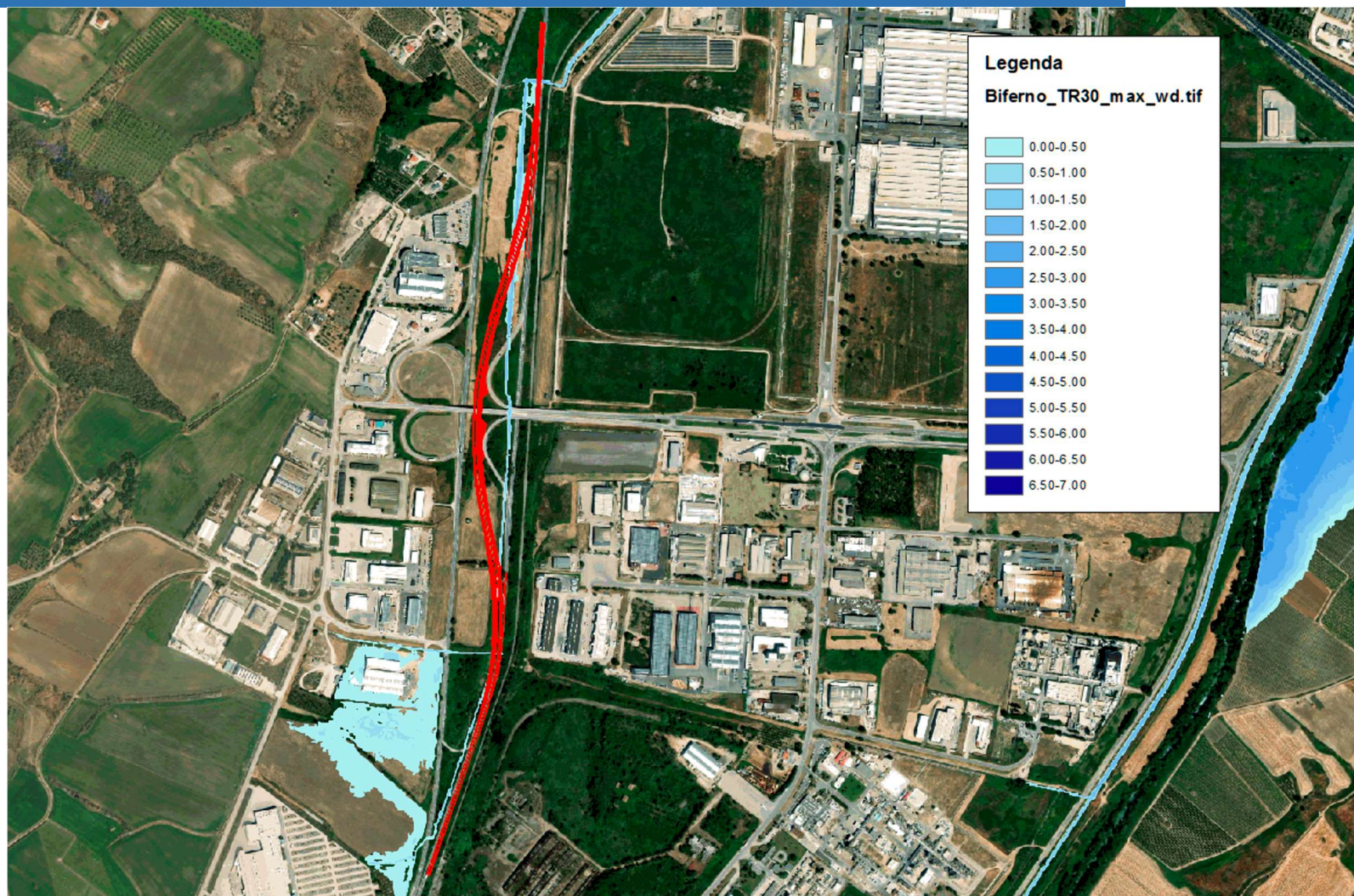


Figura 2.3 - Carta dei tiranti massimi nello scenario con tempo di ritorno 30 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in rosso)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA

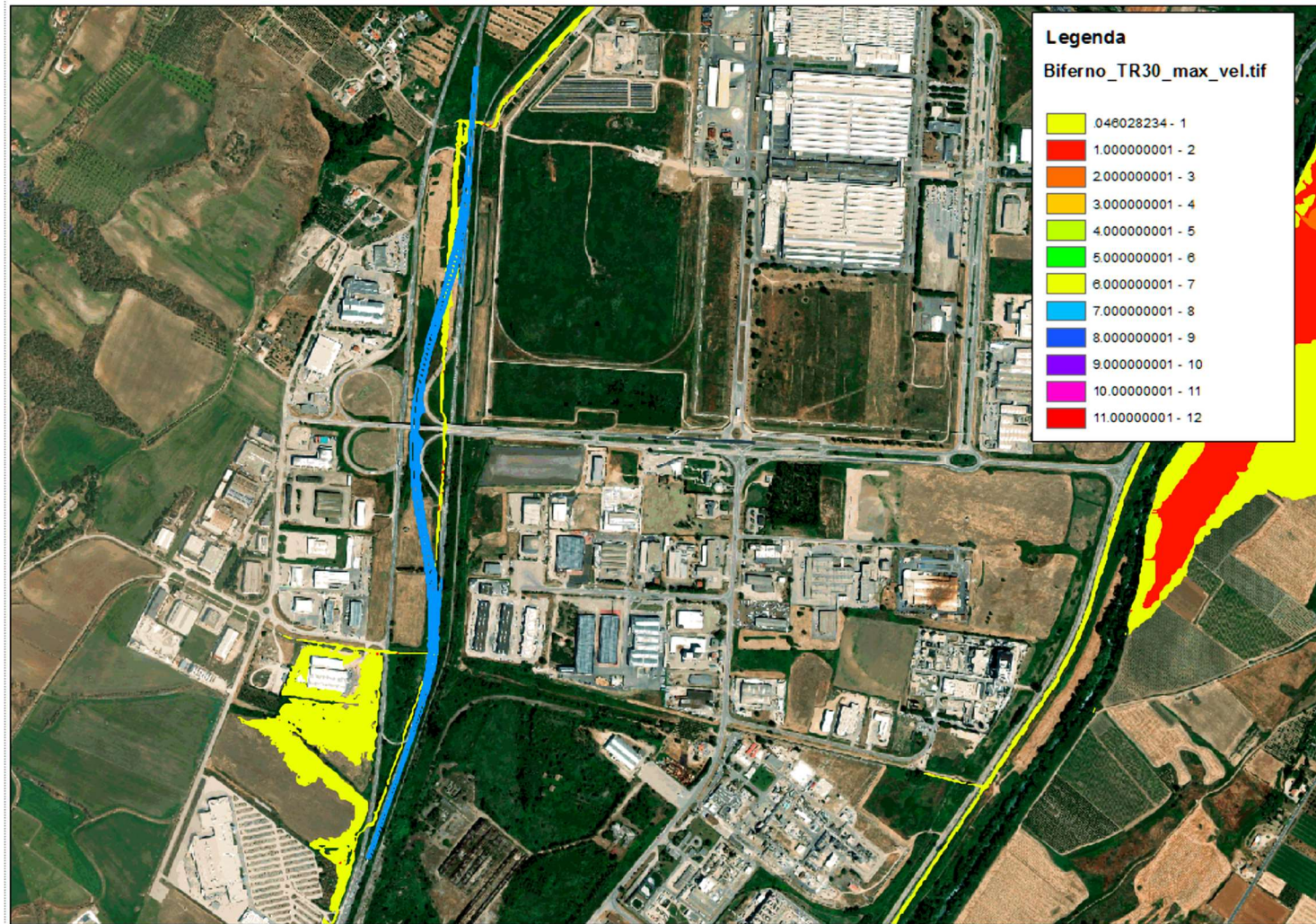


Figura 2.4 - Carta delle velocità nello scenario con tempo di ritorno 30 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in blu)

I risultati mostrano come allo stato attuale il canale esistente è in grado di trasportare la portate in esso convogliate dall'esondazione in sinistra idraulica del Biferno con tiranti medi di 1,5 m. Solo in una porzione di canale ovvero il tratto ove il terreno presenta una depressione si registrano delle esondazioni laterali anche perché il canale non presenta profondità idonee (vedi figura 2.5).



Figura 2.5 – Area di esondazione per Tr30 anni del canale parallelo alla S.S. 87

Le velocità registrate lungo il canale, attesa anche la modesta pendenza non sono mai superiori a 1 m/s.

2.2 SCENARIO TEMPO DI RITORNO 100 ANNI

Lo scenario di allagamento associato ad un evento con tempo di ritorno centennale, secondo la vigente normativa, non concorre alla definizione della perimetrazione delle fasce di pericolosità idraulica.

Nelle figure seguenti vengono mostrate rispettivamente, le mappature dei tiranti massimi e delle velocità massime simulate sull'area interessata dall'ammodernamento dell'asse stradale per lo scenario associato ad un tempo di accadimento centennale.

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDRAULICA

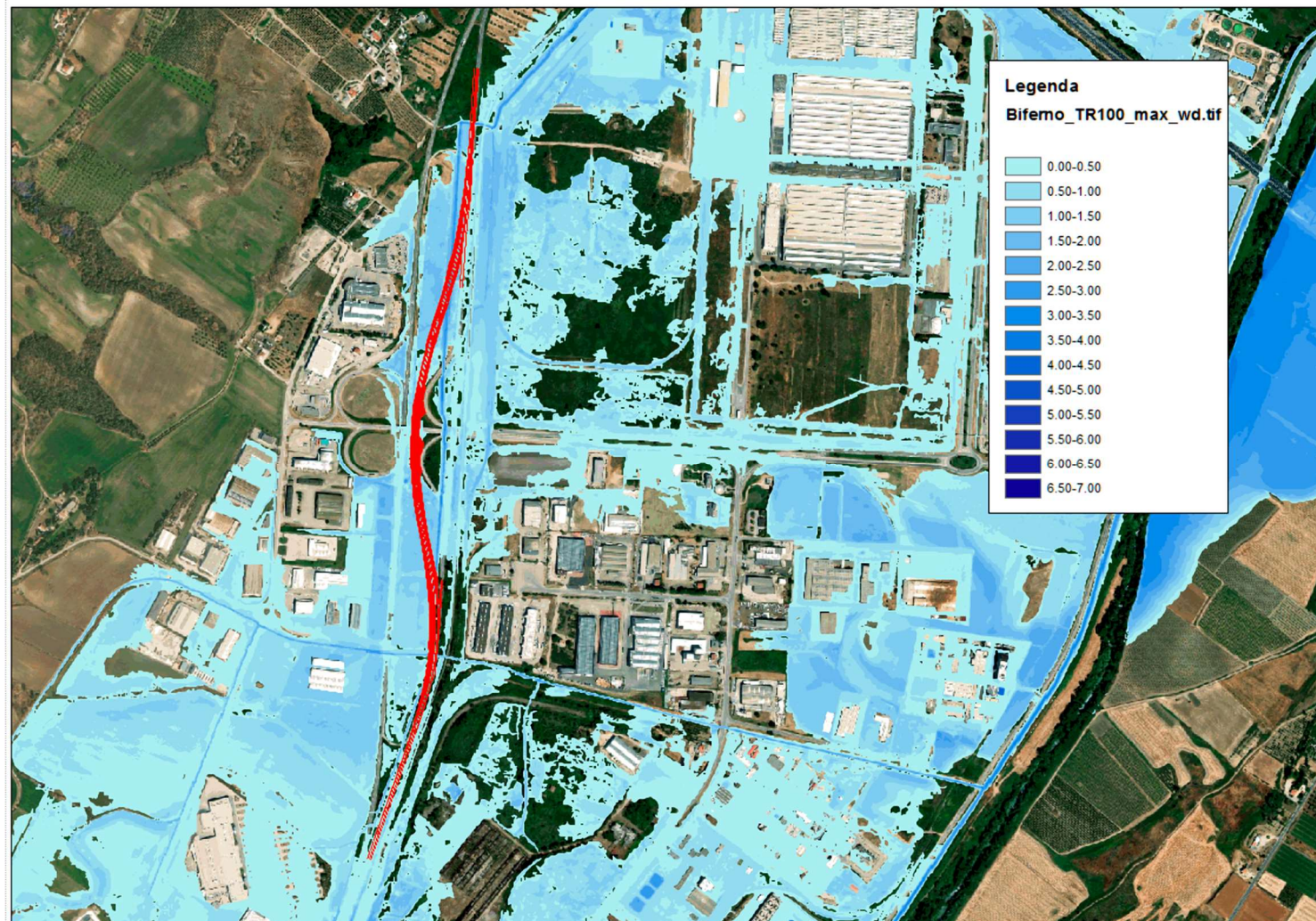


Figura 2.6 - Carta dei tiranti massimi nello scenario con tempo di ritorno 100 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in rosso)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

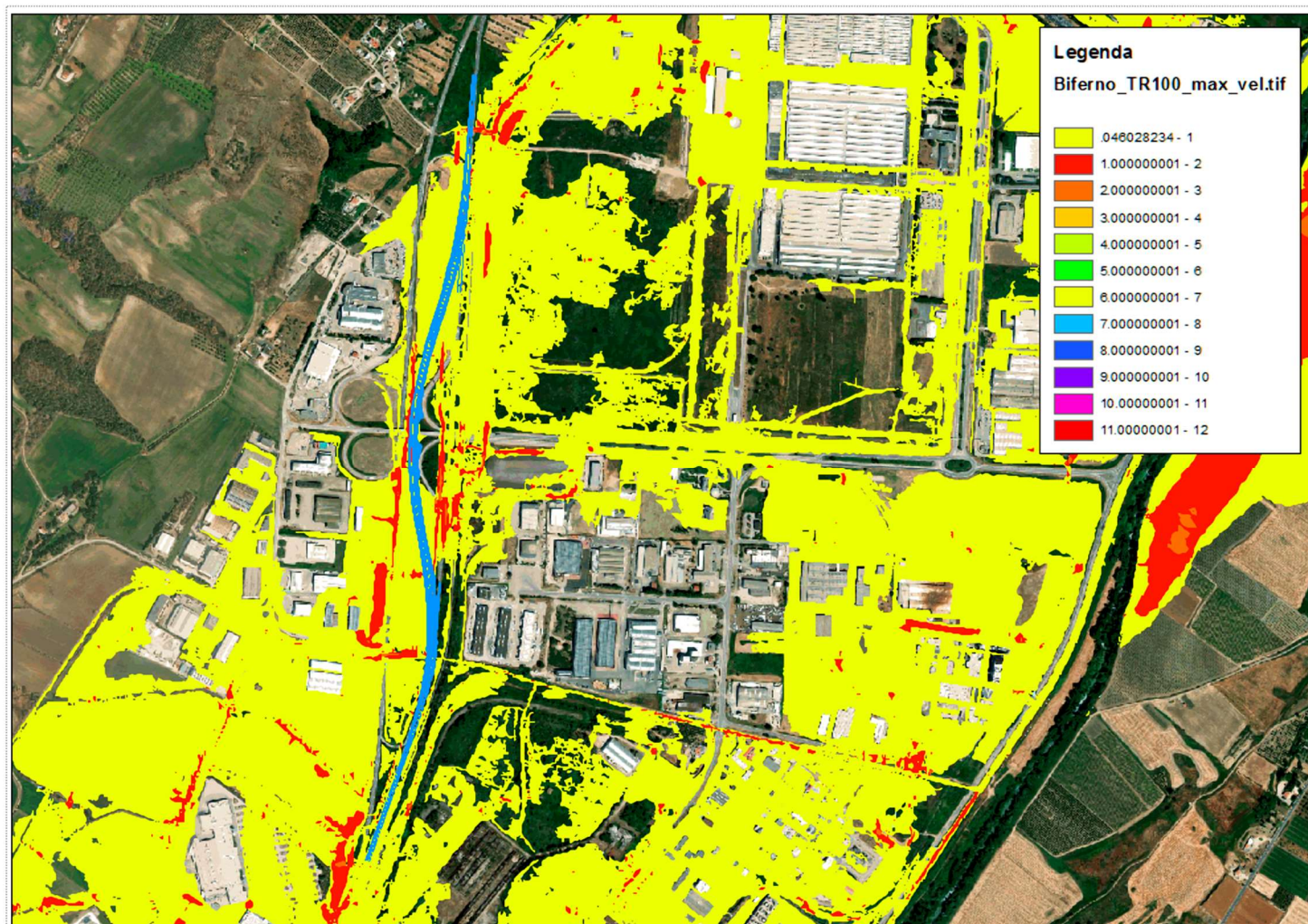


Figura 2.7 - Carta delle velocità nello scenario con tempo di ritorno 100 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in blu)

I risultati mostrano come per eventi con tempo di ritorno di 100 anni, l'esondazione in sinistra del Biferno tende ad interessare il maniera diffusa l'area, determinando l'allagamento in più punti anche della strada statale.

Nelle aree limitrofe ed in particolare in quelle poste ad ovest dell'attuale tracciato e ricomprese tra la S.S. 87 direzione Termoli e la S.S. 87 direzione Larino, si registrano tiranti compresi tra 0,80 m ed 1,6 m rispetto al piano campagna. In questa area va ad inserirsi il nuovo tracciato stradale della S.S. 87 in direzione Termoli.

Il canale esistente non è più in grado di trasportare la portate in esso convogliate dall'esondazione in sinistra idraulica del Biferno ma tuttavia, nell'evoluzione temporale della piena, contribuisce a far defluire le acque verso nord.

Le velocità di propagazione della piena al sulo continuano ad essere contenute con valori medi di 1m/s e con massimi localizzati ad aree del canale di 2 m/s.

2.3 SCENARIO TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

Lo scenario con tempo di ritorno 200 anni definisce, secondo la vigente normativa, quella che è l'area a pericolosità idraulica moderata (PI2).

La dinamica dell'esondazione determinata da questo evento è del tutto analoga a quella descritta per l'evento con tempo di ritorno 100 anni, Paragrafo 2.2. L'incremento del volume di piena di questo evento rispetto a quello associato a minor frequenza di accadimento, si manifesta principalmente in un incremento nei valori massimi di tiranti e velocità di deflusso dalla corrente sull'intera area.

Nelle figure seguenti vengono mostrate rispettivamente, le mappature dei tiranti massimi e delle velocità massime simulate sull'area interessata dall'ammodernamento dell'asse stradale per lo scenario associato ad un tempo di accadimento duecentennale.

Anche per questo scenario i risultati mostrano come per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, l'esondazione in sinistra del Biferno tende ad interessare il maniera diffusa l'area, determinando l'allagamento di tutta la strada statale.

Nelle aree limitrofe ed in particolare in quelle poste ad ovest dell'attuale tracciato e ricomprese tra la S.S. 87 direzione Termoli e la S.S. 87 direzione Larino, si registrano tiranti compresi tra 1,40 m ed 2 m. In questa area va ad inserirsi il nuovo tracciato stradale della S.S. 87 in direzione Termoli. Il canale esistente non è più in grado di trasportare la portate in esso convogliate dall'esondazione in sinistra idraulica del Biferno ma tuttavia, nell'evoluzione temporale della piena, contribuisce a far defluire le acque verso nord.

Le velocità di propagazione della piena al sulo continuano ad essere contenute con valori medi di 1m/s e con massimi localizzati ad aree del canale o di aree ristrette di 2 m/s.

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDRAULICA

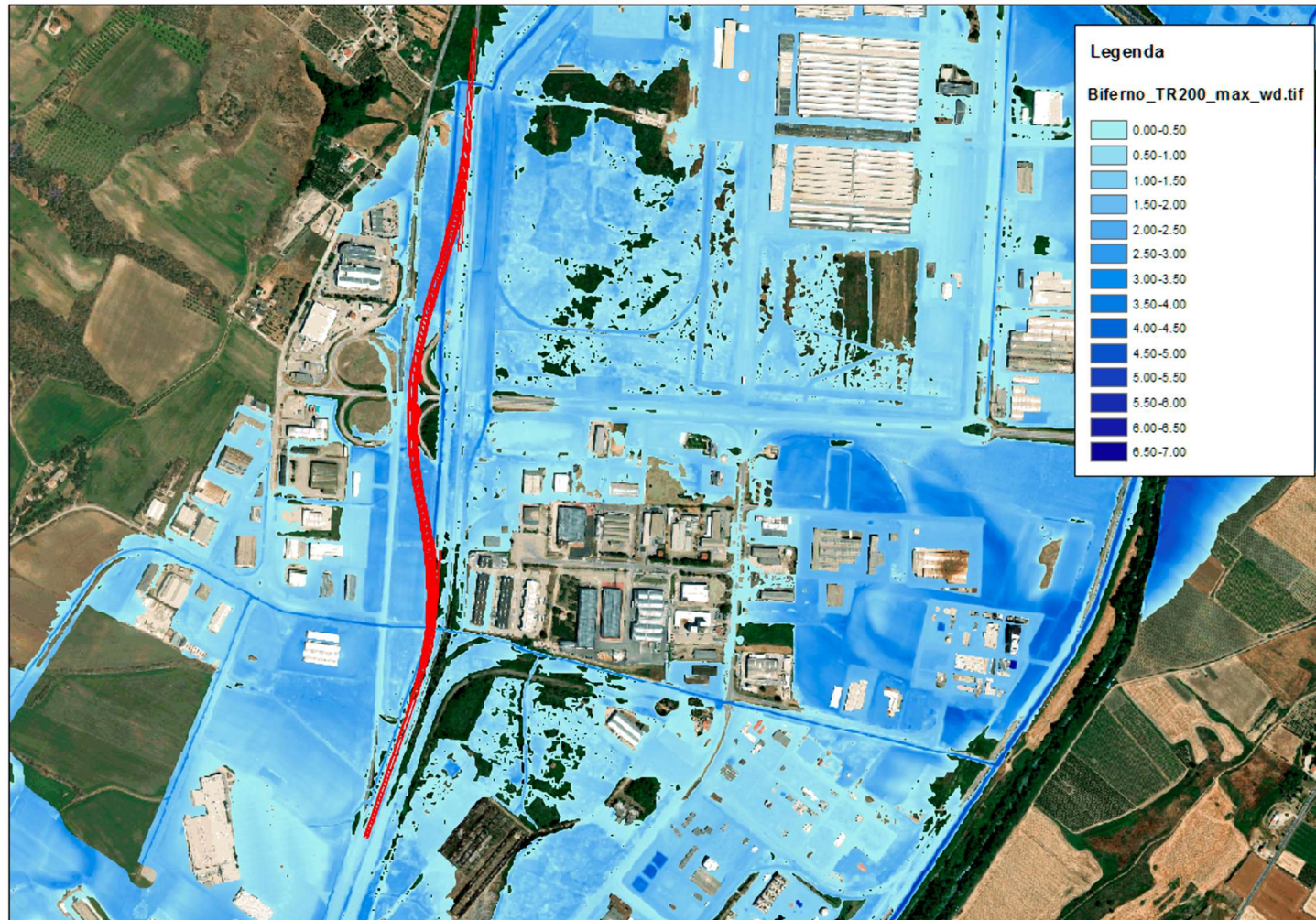


Figura 2.8 - Carta dei tiranti massimi nello scenario con tempo di ritorno 200 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in rosso)

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDRAULICA

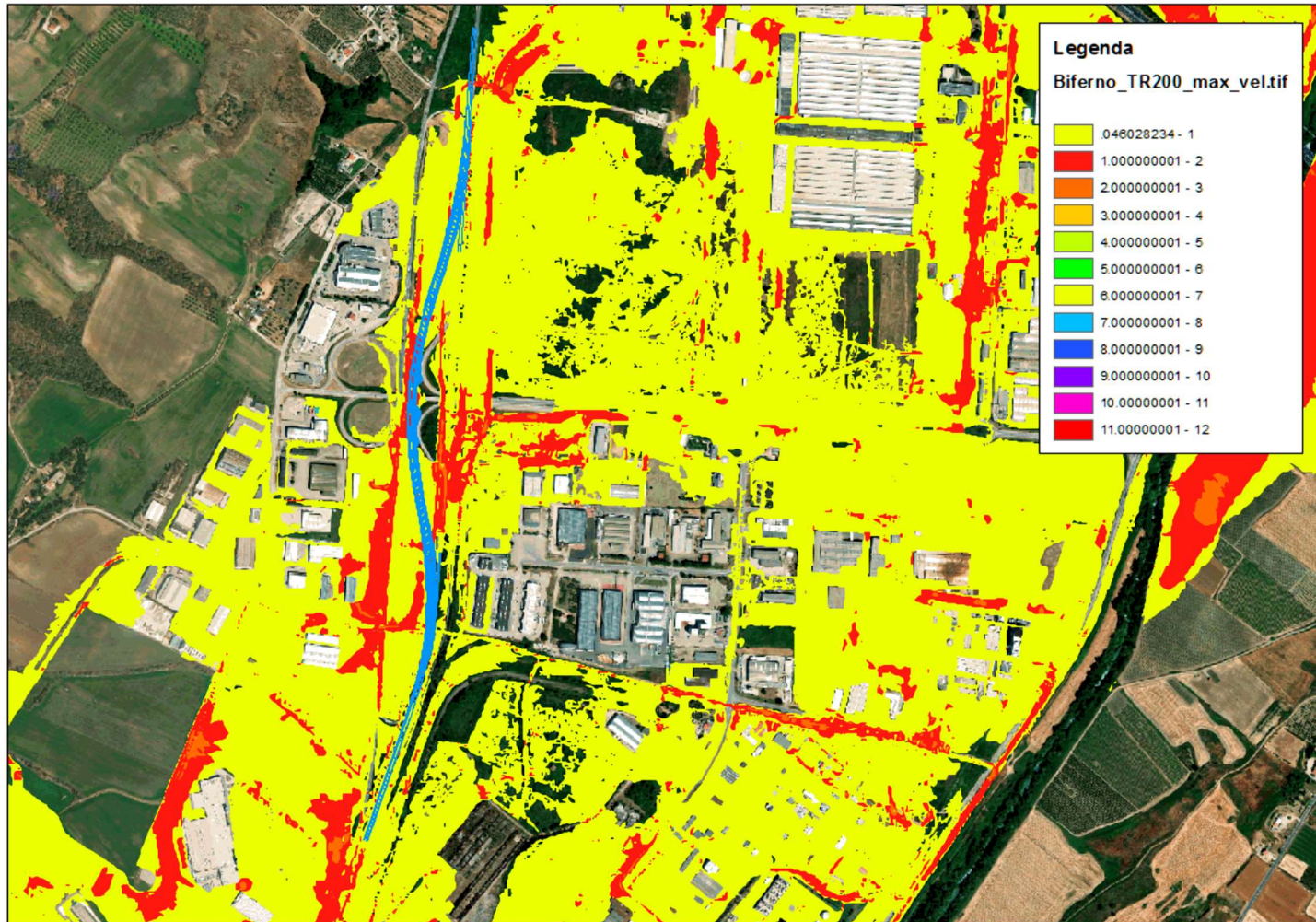


Figura 2.9 - Carta delle velocità nello scenario con tempo di ritorno 200 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in blu)

2.4 SCENARIO TEMPO DI RITORNO 500 ANNI

Lo scenario con tempo di ritorno 500 anni definisce, secondo la vigente normativa, quella che è l'area a pericolosità idraulica bassa (PI1).

La dinamica dell'esondazione determinata da questo evento è del tutto analoga a quella descritta per gli eventi di 100 e 200 anni, Paragrafo 2.2 e 2.3. L'incremento del volume di piena di questo evento rispetto a quello associato a minor frequenza di accadimento, si manifesta principalmente in un incremento nei valori massimi di tiranti e velocità di deflusso dalla corrente sull'intera area.

Nelle figure seguenti vengono mostrate rispettivamente, le mappature dei tiranti massimi e delle velocità massime simulate sull'area interessata dall'ammodernamento dell'asse stradale per lo scenario associato ad un tempo di accadimento duecentennale.

Anche per questo scenario i risultati mostrano come per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, l'esondazione in sinistra del Biferno tende ad interessare il maniera diffusa l'area, determinando l'allagamento di tutta la strada statale.

Nelle aree limitrofe ed in particolare in quelle poste ad ovest dell'attuale tracciato e ricomprese tra la S.S. 87 direzione Termoli e la S.S. 87 direzione Larino, si registrano tiranti maggiori di 1,5 con zone in cui si superano i 2 m (massimi di 2,3 m) nelle aree poste a monte del viadotto di scavalco della S.S. 87. In questa area va ad inserirsi il nuovo tracciato stradale della S.S. 87 in direzione Termoli.

Il canale esistente non è più in grado di trasportare la portate in esso convogliate dall'esondazione in sinistra idraulica del Biferno ma tuttavia, nell'evoluzione temporale della piena, contribuisce a far defluire le acque verso nord.

Le velocità di propagazione della piena al sulo continuano ad essere contenute con valori medi di 1,5 m/s e con massimi localizzati ad aree del canale o di aree ristrette di 2,5 m/s.

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDRAULICA

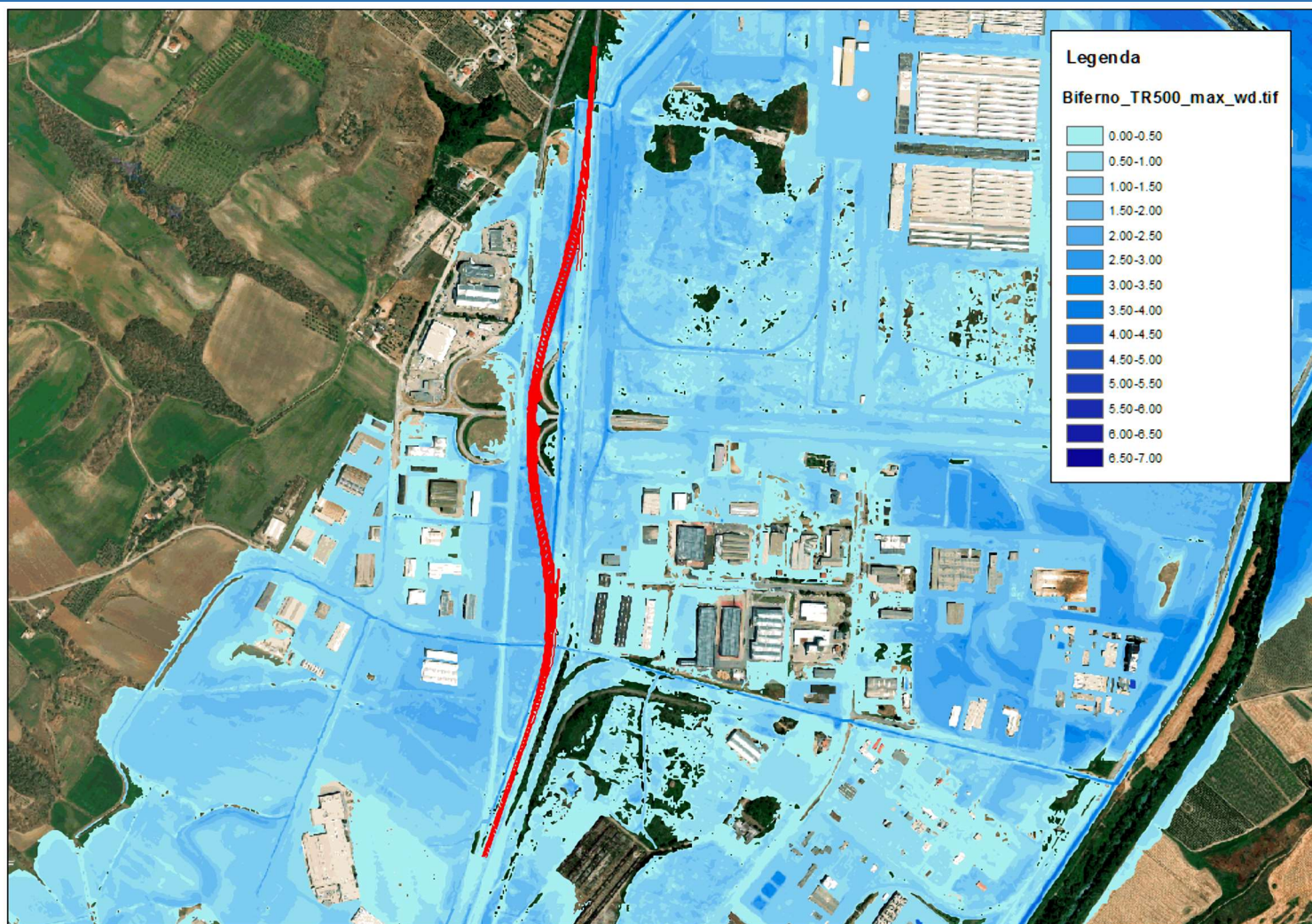


Figura 2.10 - Carta dei tiranti massimi nello scenario con tempo di ritorno 500 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in rosso)

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDRAULICA

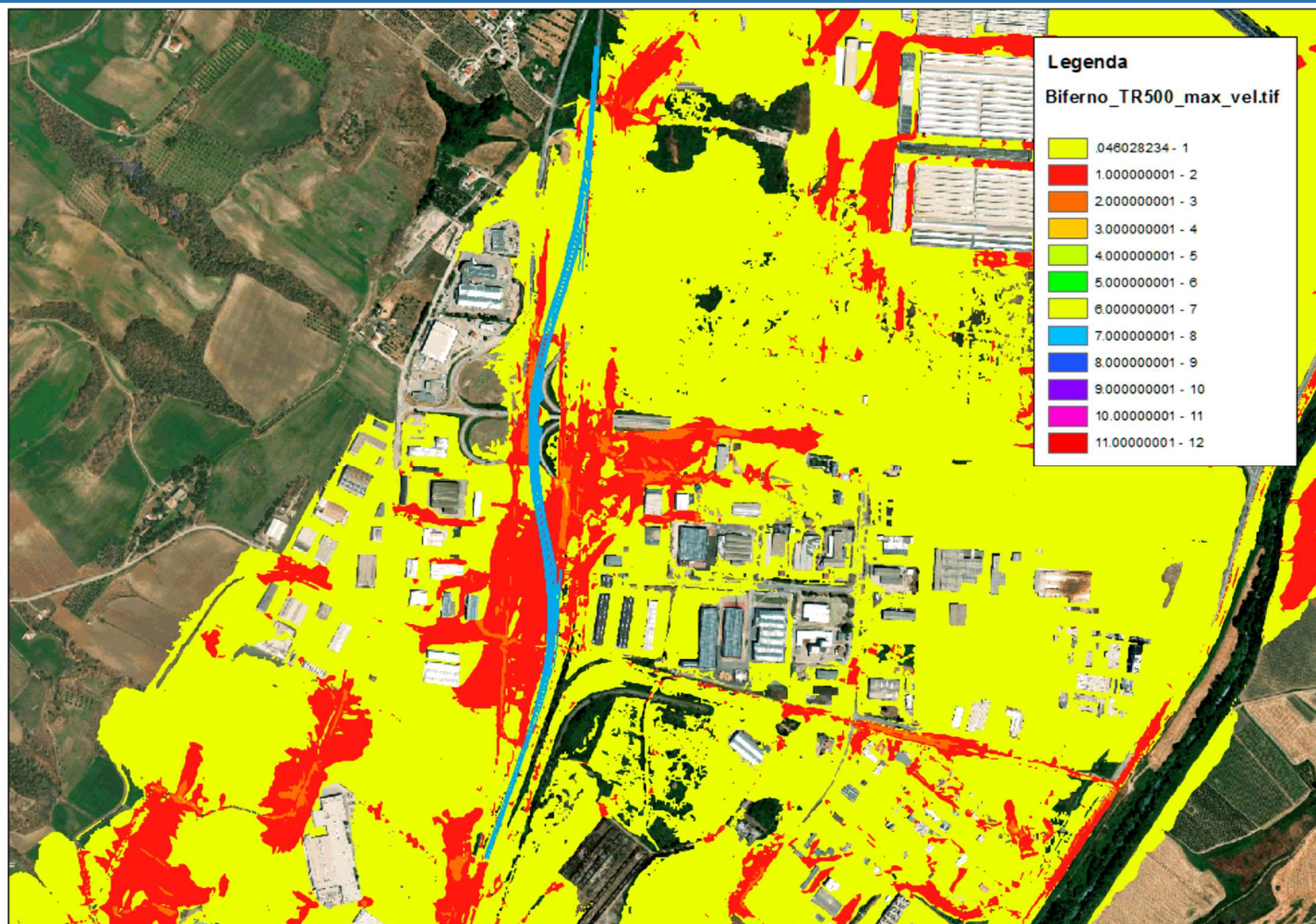


Figura 2.11 - Carta delle velocità nello scenario con tempo di ritorno 500 anni - sulla zona intervento S.S: 87 (in blu)

2.5 CRITERI PER LA SCELTA DEGLI INTERVENTI MIRATI AL DEFLUSSO DELLE ACQUE DI BACINO

Dalla disamina delle risultanze delle modellazioni condotte nell’ambito dello studio redatto dal COSIB per l’aggiornamento delle aree a pericolosità idraulica emerge come le aree nelle quali è previsto l’intervento di ammodernamento dell’asse stradale SS.87 Sannitica, ricadano in un’area a pericolosità moderata (PI2) mentre per eventi con tempo di ritorno di 30 anni (aree a pericolosità idraulica alta (PI3)) l’area risulta in sicurezza idraulica.

Si fa presente come tuttavia lo studio condotto dal COSIB, faccia riferimento a quella che è la condizione attuale del corso d’acqua e non prevede gli effetti della realizzazione degli interventi del progetto esecutivo già approvato denominato "*Sistemazione idraulica del Fiume Biferno nel tratto tra la diga del ponte Liscione e la foce*".

Di fatto la condizione di pericolosità idraulica dell’area non è legata all’infrastruttura stradale bensì all’insufficienza idraulica del Fiume Biferno che non è in grado di contenere nelle aree immediatamente a monte della zona investigata neanche le piene con tempo di ritorno di 30 anni.

Gli interventi previsti, inoltre risultano compatibili con le NTA del PAI in quanto rientrano tra le tipologie di interventi consentiti ai sensi del **comma 5 punto e dell’art. 12 - Fascia di riassetto fluviale** ed ai sensi dell’**art. 14 – Aree a pericolosità idraulica moderata (PI2) delle Norme Tecniche di Attuazione NTA** relative al *Piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico dei fiumi Biferno e minori* che di seguito si riportano:

Art.12 - Fascia di riassetto fluviale

5. Nella fascia di riassetto fluviale sono consentiti i seguenti interventi:

- a) gli interventi idraulici e di sistemazione ambientale finalizzati a ridurre il rischio idraulico purché tali da non pregiudicare la sistemazione idraulica definitiva prevista dal Piano;**
- b) demolizione senza ricostruzione;**
- c) interventi sul patrimonio edilizio per adeguamenti minimi necessari alla messa a norma delle strutture e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico - sanitaria, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche e di tutela della pubblica incolumità;**
- d) interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria di cui all’art. 3, comma 1, lettere a) e b) del D.P.R. n. 380 del 06-06-2001 e s.m.i.;**
- e) adeguamento e ristrutturazione delle opere relative alle reti dei trasporti ed alle reti di adduzione e distribuzione dei servizi esistenti, sia pubbliche che di interesse pubblico, non delocalizzabili purché approvati dalla Autorità idraulica competente previo parere del Comitato Tecnico della Autorità di Bacino senza aggravare le condizioni di pericolosità idraulica e pregiudicare gli interventi previsti dal PAI.**

Gli interventi previsti sono altresì consentiti anche ai sensi dell’**art. 14 – Aree a pericolosità idraulica moderata (PI2)** in cui vengono elencate le tipologie di interventi consentiti specificatamente nelle aree a pericolosità idraulica moderata.

Il progetto di ammodernamento risulta indispensabile per razionalizzare l’intersezione stradale nei pressi della Zona Industriale di Termoli, modificando l’attuale situazione di una uscita ed una

immissione in sinistra (direzione Termoli) lungo una strada a carreggiate separate ed a due corsie per senso di marcia, attualmente presente in direzione mare (vedi figura seguente).

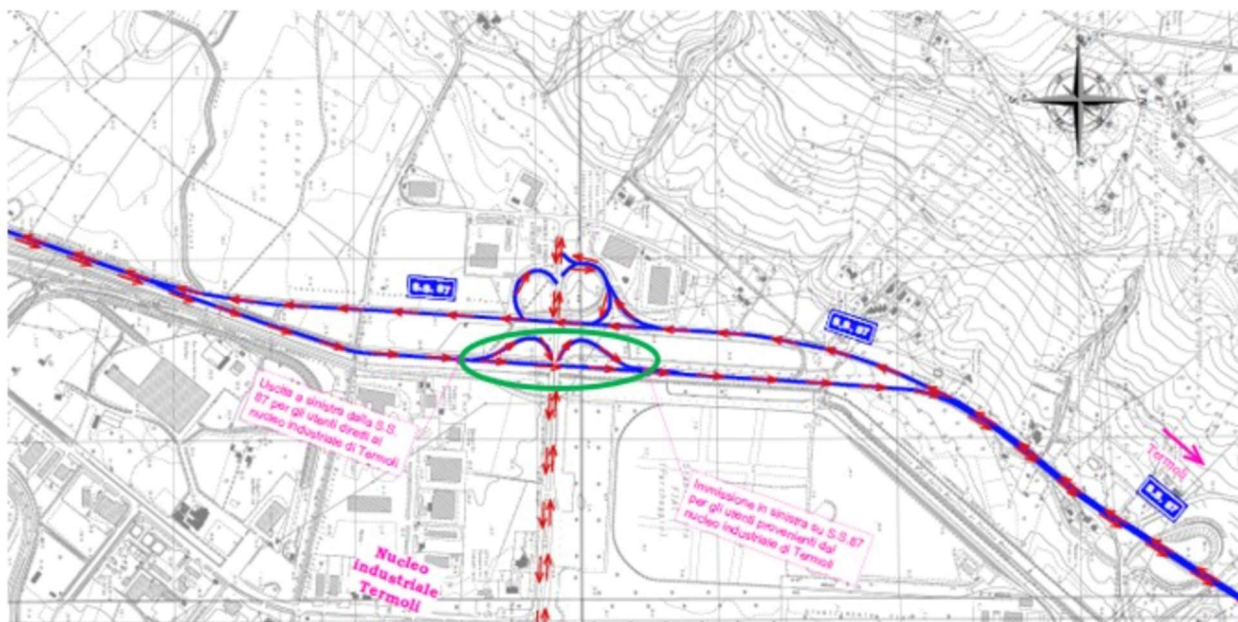


Figura 2.12 – Svincolo esistente (in verde)

Partendo da queste basi informative dovendo variare il tracciato stradale per le motivazioni precedentemente esposte, poiché la variante di tracciato si sovrappone al canale esistente e ne determinerebbe il tombamento di una parte consistente, si è previsto di realizzare un nuovo canale in maniera tale da deviare il tracciato di quello esistente parallelamente al tracciato in variante, aumentando i tratti disponibili al drenaggio.

Tale scelta progettuale consentirebbe di mantenere inalterato il sistema di funzionamento del canale esistente. Il nuovo tracciato del canale consentirebbe il drenaggio delle acque provenienti da sud e delle aree poste ad ovest ed inoltre, mantenendo comunque funzionante l'attuale canale, questo continuerebbe a drenare le acque provenienti dalle zone ad est.

Per la deviazione del canale esistente si è previsto di mantenere invariata la sezione idraulica ovvero prevedendo per un primo tratto, della lunghezza di circa 640 m, una sezione trapezia di base 3 m e scarpa a 45°, realizzata con lastre in cemento armato dello spessore di 20 cm posate su di uno strato drenante di 20 cm, e per un secondo tratto, della lunghezza di circa 520 m, una sezione rettangolare di base 3 m e altezza minima di 1,5 m, realizzata in cemento armato con pareti dello spessore di 30 cm, anch'essa posata su di uno strato drenante di 20 cm.

La necessità di modificare la sezione trasversale nasce dall'esigenza di dover attraversare il viadotto esistente contenendo la fascia di occupazione del canale.

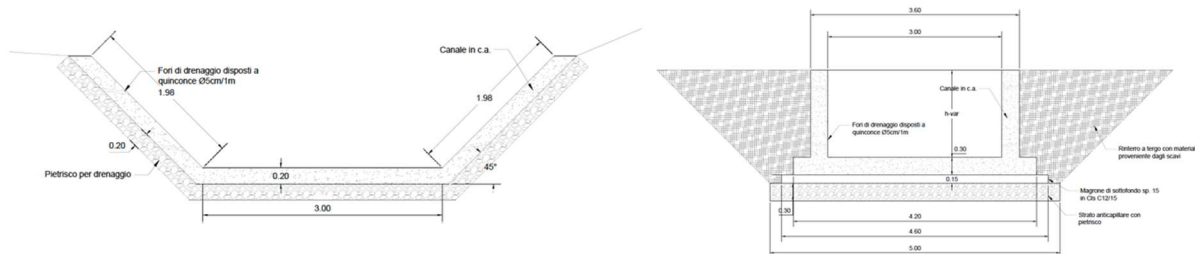


Figura 2.13 – Sezioni tipo del canale in deviazione

Un altro aspetto su cui si è posta l'attenzione è la protezione del rilevato stradale. Dovendo realizzare lo stesso in un'area a pericolosità idraulica e considerando che allo stato attuale non risultano ancora essere stati realizzati gli interventi definiti nel progetto esecutivo già approvato denominato "Sistemazione idraulica del Fiume Biferno nel tratto tra la diga del ponte Liscione e la foce", ci si è posti l'obiettivo di proteggere il nuovo rilevato dalle azioni di trascinamento indotte da un eventuale passaggio della piena dopo l'esonazione del fiume Biferno.

In tal senso si è previsto di proteggere le scarpate del rilevato di nuova realizzazione con la posa di materassi tipo Reno dello spessore di 30 cm, che preserveranno lo stesso durante il passaggio della piena.

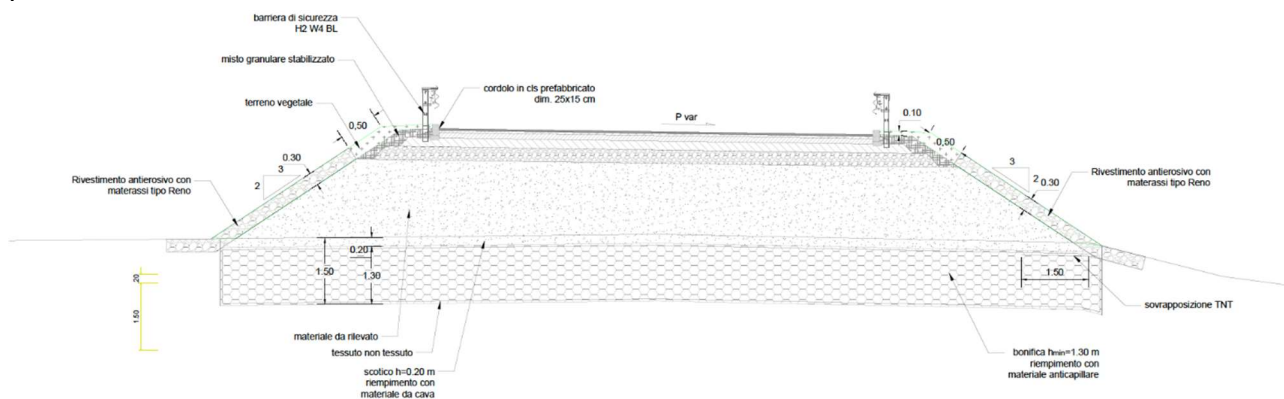


Figura 2.14 – Sezioni tipo rilevato con protezione mediante rivestimento antierosivo

Gli interventi proposti, che nei paragrafi che di seguito vengono verificati/dimensionati, hanno quindi la finalità di proteggere l'infrastruttura e di migliorare il deflusso nell'area, ma non si prefiggono tuttavia l'obiettivo della messa in sicurezza in quanto come evidenziato precedentemente la pericolosità dell'area non è legata in alcun modo ad una insufficienza idraulica delle opere di pertinenza stradale bensì all'insufficienza idraulica del fiume Biferno, per la cui sistemazione è stato redatto apposito progetto esecutivo.

2.6 VERIFICHE IDRAULICHE CANALE

Stabiliti i criteri con il quali si è scelto di definire gli interventi per il deflusso delle acque di bacino, nel presente paragrafo si forniscono le verifiche idrauliche condotte dandone informazioni circa i parametri assunti per il dimensionamento dell'opera.

Dall'esame dello studio condotto dal COSIB, come evidenziato al paragrafo 2.1, risulta che il canale attuale, per forma e dimensioni è tale da contenere il transito delle piene con tempo di ritorno di 30 anni a meno di piccoli tratti, ove causa le condizioni al contorno (presenza di aree depresse) si verificano puntuali allagamenti.

Estrapolando i dati delle modellazioni emerge come il tirante massimo registrato lungo il canale non ecceda mai il valore di 1,5 m.

Assumendo quindi tale valore, nota la pendenza del canale (0,3%) si è determinato la massima capacità di trasporto dello stesso, avendo assunto delle dimensioni analoghe a quelle dell'attuale canale, ovvero:

- sezione trapezia di base 3 m e scarpa a 45°;
- sezione rettangolare di base 3 m e altezza minima di 1,5 m

Per la verifica/dimensionamento, si è fatto riferimento alla formula di Chèzy, utilizzando per il coefficiente di attrito l'espressione di Gauckler Strickler. Pertanto la formula ha assunto l'espressione:

$$Q = \omega c R^{2/3} i^{1/2}$$

ove

- ω è la sezione liquida in m²;
- c è il coefficiente di resistenza al moto, m^{1/3}/s⁻¹;
- R il raggio idraulico in m;
- i è la pendenza del fondo.

Il coefficiente di resistenza al moto di Gauckler Strickler è stato assunto pari a 70 m^{1/3}/s.

In queste condizioni, il canale è in grado di far defluire una portata massima di 14 m³/s con un tirante massimo di 1,45 m corrispondente alla sezione rettangolare che a parità di altezza è in grado di far transitare una portata inferiore rispetto alla sezione trapezia.

2.7 VERIFICHE A TRASCINAMENTO OPERE DI PROTEZIONE RILEVATO

In generale si definisce stabile un rivestimento in pietrame, sia esso costituito da materassi Reno, sia da pietrame sciolto (rip-rap) costituito da soli inerti, quando non si ha spostamento degli elementi litoidi.

La condizione di inizio del movimento di questi elementi definisce il limite di stabilità del rivestimento. La tensione tangenziale che è esercitata sul rivestimento è

$$(1) \quad \tau_b = \gamma_w Y i$$

ove γ_w è il peso specifico dell'acqua, Y è la profondità d'acqua, i è la pendenza del fondo.

Considerato un ciottolo di diametro equivalente uguale al diametro medio d_m del pietrame di fondo (cioè il diametro del vaglio che consente il passaggio del 50% in peso del materiale litoide che costituisce il rivestimento) si definisce coefficiente di Shields la grandezza adimensionale

$$C_* = \frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma_w) d_m}$$

ove τ_c è la tensione tangenziale di trascinamento nella situazione critica di inizio movimento e γ_s è il peso specifico dell'inerte. Il denominatore risulta proporzionale alla tensione normale sul fondo dovuta al peso immerso del ciottolo; il coefficiente di Shields è dunque analogo ad un coefficiente di attrito. La tensione tangenziale al fondo, che può essere raggiunta senza movimento del pietrame (tensione tangenziale critica), vale dunque

$$\tau_c = C_* (\gamma_s - \gamma_w) d_m$$

Il rivestimento risulta stabile se è verificata la disequaglianza che si ottiene confrontando la eq. (1) con la eq. (3):

$$\tau_b \leq \tau_c$$

Con controllo delle deformazioni si ammette:

$$\tau_b \leq 1,2\tau_c$$

Il coefficiente di Shields per il pietrame sciolto (rip-rap) vale circa 0,047; per il pietrame contenuto da rete metallica (materassi Reno) vale:

$$C_* \cong 0,10$$

Le espressioni precedenti per la tensione tangenziale τ_b e per la tensione tangenziale critica τ_c si riferiscono al rivestimento del fondo del canale; per quello delle sponde di un canale di sezione trapezia si può considerare come tensione tangenziale:

$$\tau_m = 0,75\gamma_w Yi$$

e come tensione tangenziale critica:

$$\tau_s = \tau_c \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \vartheta}{\text{sen}^2 \varphi}}$$

dove ϑ è la pendenza della sponda e φ è l'angolo di attrito interno del pietrame che costituisce il rivestimento; si può assumere, per i materassi Reno, $\varphi = 41^\circ$.

Il rivestimento delle sponde è stabile quando:

$$\tau_m \leq \tau_s$$

Con controllo delle deformazioni si ammette

$$\tau_m \leq 1,2\tau_s$$

Effettuando nella (10) le dovute sostituzioni con la (7) e la (8) si ottiene la disequazione che segue:

$$0,75\gamma_w Yi \leq 1,2C_* (\gamma_s - \gamma_w) d_m \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \vartheta}{\text{sen}^2 \varphi}}$$

essendo note le caratteristiche geometriche sia delle sponde che dell'alveo, ipotizzata la condizione più gravosa di sollecitazione per il rivestimento ovvero il maggiore valore del tirante idrico Y e posto pari a 2.200 kg/m^3 il peso specifico del pietrame di riempimento disponiamo di una disequazione di primo grado nell'incognita d_m , diametro medio del pietrame, e si ottiene che:

$$d_m \geq \frac{0,75\gamma_w Yi}{1,2C_* (\gamma_s - \gamma_w) \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \vartheta}{\text{sen}^2 \varphi}}}$$

dove si è posto

$Y = 2,3$ (tirante massimo per evento di TR500 anni registrato nell'area di interesse)

$i = 0,25\%$ (pendenza massima longitudinale assunta del terreno)

$\vartheta = 45^\circ$ (angolo sponda rilevato)

Dalla formula risulta un diametro medio del pietrame minimo pari a 0,065 m. Si è scelto, pertanto, di utilizzare per i rivestimenti con materassi tipo Reno pietrame di pezzatura variabile tra 100÷150mm di diametro equivalente pari a 0,125 m (cioè il diametro del vaglio che consente il passaggio del 50% in peso del materiale litoide che costituisce il rivestimento).

La stabilità del rivestimento viene valutata in funzione della velocità media della corrente nella sezione.

La tensione tangenziale sul rivestimento, espressa in funzione del raggio idraulico e della formula di Manning può esprimersi come

$$\tau_b \equiv \gamma_w n^2 \frac{v^2}{R^{1/3}}$$

che risulta pari a 7.70 N/m² avendo assunto un valore di velocità pari a 2,5 m/s (velocità massima per evento di TR500 anni registrata nell'area di interesse) e il parametro n di scabrezza pari a 0,04. Sostituendo il valore di $d_m = 0.125$ nella (8) si ottiene che

$$\tau_m \equiv 1,2C_* (\gamma_s - \gamma_w) d_m \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \vartheta}{\text{sen}^2 \varphi}}$$

risulta pari a 8,5 N/m² e pertanto verificato.

3 STUDIO IDRAULICO ACQUE DI PIATTAFORMA

Nel presente paragrafo si riporta il dimensionamento del sistema di raccolta e collettamento acque di dilavamento stradale avendo a riferimento come tempo di ritorno il dimensionamento della rete il valore T_r 30 anni ed i parametri della CPP di seguito riportati:

$$h = 46,02 * d^{0.318}$$

3.1 RACCOLTA E COLLETTAMENTO DELLE ACQUE DI DILAVAMENTO STRADALE

3.1.1 Descrizione e considerazioni generali sul sistema idraulico adottato

In linea generale, la captazione delle acque meteoriche di piattaforma, del tratto stradale in progetto, è ottenuta tramite la distribuzione di griglie dislocate ad un opportuno interasse di progetto come sarà illustrato nel seguito. Lungo i tratti in sterro, sono state sistemate delle cunette alla francese opportunamente interrotte, ad intervallo di progetto, da pozzetti per lo scarico della portata nel collettore corrente al di sotto del piano stradale.

La portata captata è così convogliata verso il canale in progetto descritto al paragrafo 2 avendo in più punti.

La rete idraulica di linea per il collettamento delle acque di piattaforma ed il loro conseguente convogliamento nel canale di nuova realizzazione è formata da un sistema costituito da tubi corrugati in polietilene alta densità o polipropilene prodotto in conformità alla norma UNI EN 13476 e concessionario del marchio P IIP e UNI/IIP, con giunzione mediante manicotto in PEAD o PP, guarnizione a labbro in EPDM e guarnizione "NO LOSS" che si espande a contatto con l'acqua, da posizionarsi nell'incavo tra la seconda e la terza corrugazione. La classe di rigidità delle condotte utilizzate è SN8. Si faccia riferimento alla planimetria idraulica allegata a questo progetto per i dettagli. Dette condotte, adeguatamente interrate al di sotto del pacchetto stradale, fra la banchina e l'arginello, seguono generalmente la pendenza longitudinale dell'asse principale e lungo la linea sono interrotte da pozzetti con griglia caditoia in metallo o con chiusino di ispezione.

3.1.2 Individuazione e caratterizzazione dei bacini stradali scolanti

L'asse stradale presenta una larghezza della sezione trasversale impermeabile variabile a seconda dell'asse stradale considerato (cfr. le sezioni tipo per i particolari).

Con riferimento, dunque, alla Planimetria Idraulica di progetto (elaborato T00ID00IDRPL01A) l'area scolante è stata discretizzata in n. tronchi quante sono le sezioni stradali principali.

Trattandosi di infrastruttura a sviluppo prevalentemente lineare, il fattore di portata scolante è stato associato alla lunghezza del tratto stradale compreso all'interno del bacino considerato.

3.1.3 Calcolo della portata da convogliare e smaltire

Il calcolo della portata di acqua meteorica di dilavamento stradale da convogliare e smaltire è stato effettuato con il metodo della corrivazione ed è preceduto dalla determinazione del tempo di corrivazione: tempo necessario all'acqua per arrivare, dai punti più lontani del bacino, alla sezione considerata per il progetto/verifica.

Nel nostro caso, per il calcolo del tempo di corrivazione è stato considerato il valore minimo fra quello calcolato con la formula del Maryland, ritenuta fra le più attendibili per bacini stradali, e quello correlato alla velocità della corrente nel canale. In ogni caso il tempo di corrivazione è stato riferito all'effettivo tratto scolante.

Per quanto riguarda la scabrezza della superficie scolante è stato assunto il valore di Gauckler – Strickler: $K_s = 70$, valore che tiene conto sia della rugosità della superficie asfaltata che degli ostacoli presenti lungo il percorso effettuato dall'acqua. È stato adottato il coefficiente di deflusso pari a 0.95 per tutta la superficie di ingombro del solido stradale considerato.

Per il calcolo della portata da convogliare e smaltire è stata applicata quindi la formula cosiddetta

$$Q = \frac{\varphi i S}{360}$$

“razionale”:

in cui:

- Q = portata al colmo di piena (m^3/s);
- φ = valore del coefficiente d'afflusso medio del bacino;
- i = intensità di pioggia pari al tempo di concentrazione t_c (mm/h);
- S = superficie del bacino (ha).

Per il calcolo della portata da smaltire, per le opere di drenaggio della piattaforma stradale, è stato adottato un tempo di ritorno pari a $T_r = 30$ anni. Con riguardo all'intensità di pioggia derivante dall'applicazione della formula del Maryland, poiché la stessa assume valori non “fisicamente possibili” è stato assunto un valore fisso di $125 mm/h$.

3.1.4 Dimensionamento rete di raccolta collettori

Il dimensionamento idraulico delle condotte è avvenuto assegnando un diametro di progetto ai vari tronchi e verificando che le ipotesi progettuali garantissero il normale funzionamento della rete.

Per il dimensionamento, si è fatto riferimento alla formula di Chèzy, utilizzando per il coefficiente di attrito l'espressione di Gauckler Strickler. Pertanto la formula ha assunto l'espressione:

$$Q = \omega c R^{2/3} i^{1/2}$$

ove

- ω è la sezione liquida in m^2 ;
- c è il coefficiente di resistenza al moto, $m^{1/3}/s^{-1}$;
- R il raggio idraulico in m ;
- i è la pendenza del fondo.

Il coefficiente di resistenza al moto di Gauckler Strickler è stato assunto pari a $80 m^{1/3}/s$ per le condotte e pari a $70 m^{1/3}/s$ per le canalette.

Nelle appendici alla presente relazione sono riportati i calcoli eseguiti per la verifica – dimensionamento del sistema di collettamento.

Attesa la modesta pendenza longitudinale dell'asse stradale si è optato per la soluzione di avere più punti di scarico distribuiti lungo l'asse stradale al fine di poter garantire una profondità di posa media che garantisce quasi sempre un'altezza di ricoprimento di $1 m$. Per i tratti in cui non risulta possibile

garantire tale ricoprimento si è previsto di effettuare il rinfiacco del collettore con misto cementato anziché con materiale arido.

3.1.5 Dimensionamento cunette e relativi pozzetti di scarico

L'intervallo dei pozzetti di scarico e delle caditoie è stato calcolato facendo riferimento alla teoria del moto uniforme e determinando la capacità di smaltimento della zanella all'interno di ciascun bacino stradale in sterro individuato.

Il calcolo dell'interasse dei pozzetti di scarico è stato impostato facendo ricorso ad un modello idraulico basato sulle seguenti ipotesi:

- la porzione di carreggiata a bordo del cordolo è stata assimilata ad una cunetta di sezione triangolare semplice, come schematizzata nella seguente figura:

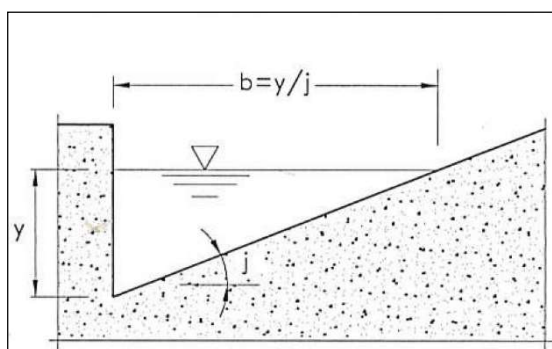


Figura 3.1 - Schema di calcolo cunetta

- riferimento all'intero bacino stradale captante associato all'effettivo tratto scolante;
- vena d'acqua, defluente in carreggiata a bordo del cordolo, di larghezza 0,56 m
- per il calcolo della portata Q smaltibile da una siffatta cunetta (bordo strada) possono essere ritenute valide le formule del moto uniforme.

In tali ipotesi e con riferimento al simbolismo dello schema precedente (cfr. letteratura Da Deppo, Datei), la portata Q smaltibile riferita alla cunetta è data dalla seguente relazione:

$$Q = 0,315 * K_s * j^{5/3} * b^{8/3} * i^{1/2}$$

con

- i è la pendenza longitudinale del canale ovvero della cunetta;
- j è la pendenza trasversale del canale/cunetta;
- b è la larghezza della vena liquida;
- K_s è scabrezza della cunetta/zanella assunta pari a 70 (Gauckler – Strickler).

Nelle ipotesi appena illustrate si ottengono i valori di interasse, fra due pozzetti di raccolta posizionati lungo le zanelle o nei tratti in rilevato, e comunque mai superiore a 15 m. Nelle appendici alla presente relazione sono riportati i risultati delle verifiche del sistema di drenaggio.

Nelle successive figure si riportano lo schema del pozzetto e relativa caditoia adottati in cunetta o in rilevato. La caditoia è del tipo a griglia carrabile in metallo di classe D400 e gli schemi di posa dei collettori sia nella configurazione ordinaria che nei tratti con ricoprimento inferiore al metro.

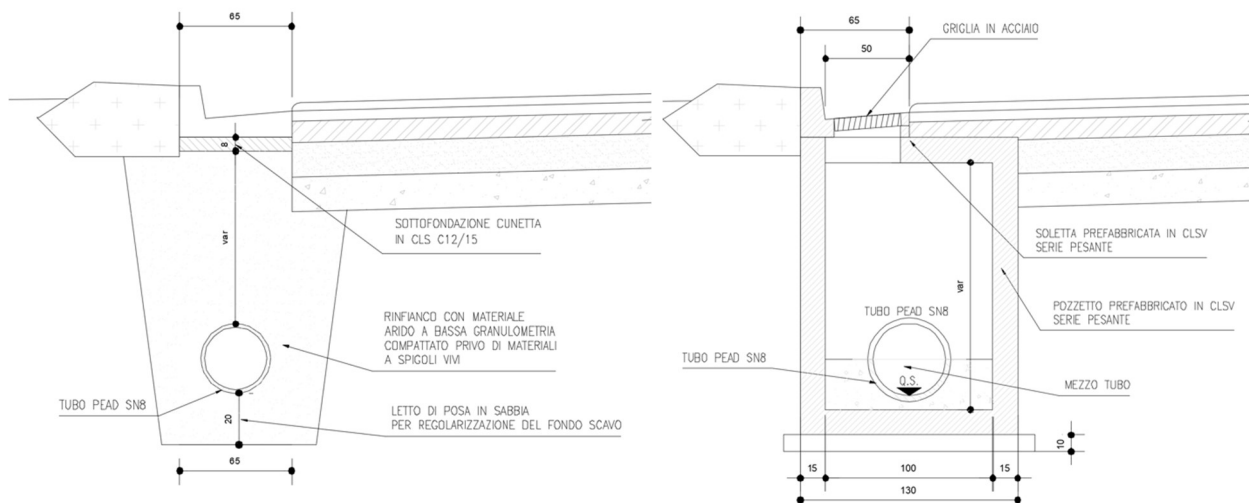


Figura 3.2 - Tipico pozzetto/caditoia posizionato lungo le cunette alla francese

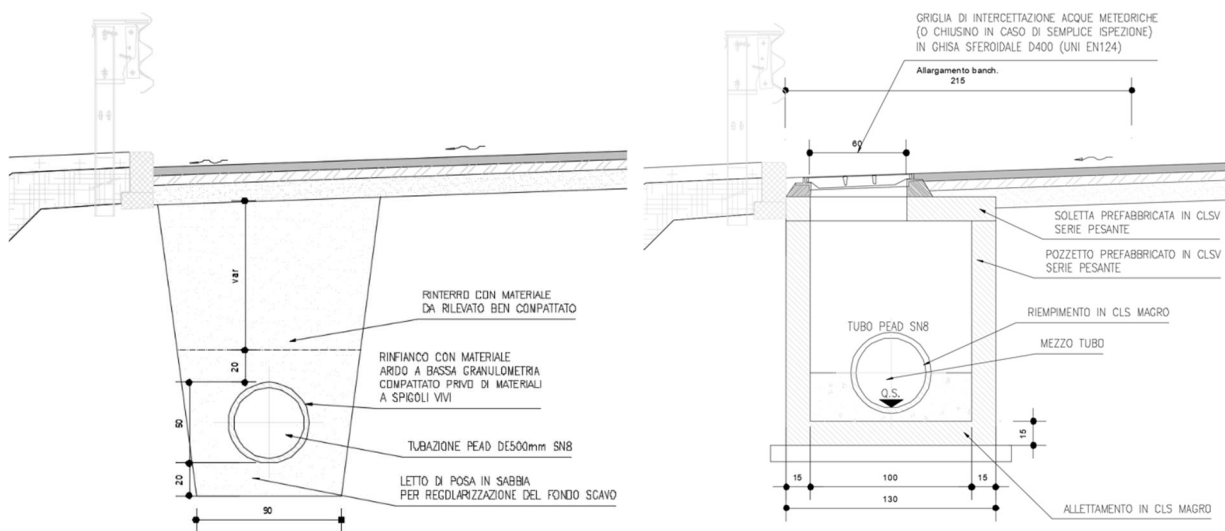


Figura 3.3 - Tipico pozzetto/caditoia posizionato lungo i tratti in bordo rilevato

DETTAGLIO 3: SEZIONE DI POSA COLLETTORE
IN ATTRAVERSAMENTO
E PER RICOPRIMENTI $\leq 100\text{cm}$
SCALA 1:20

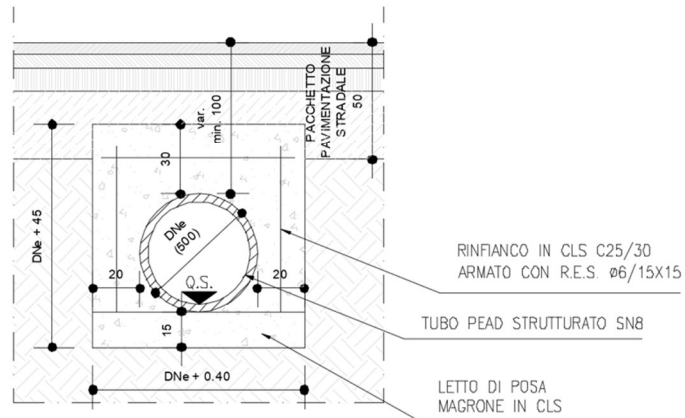


Figura 3.4 - Tipico posa condotte con altezza di ricoprimento inferiore al metro

4 APPENDICI CALCOLI

4.1 APPENDICE 1. DIMENSIONAMENTO COLLETTORI

4.2 APPENDICE 2. DIMENSIONAMENTO INTERASSE CADITOIE ASSI STRADALI

Pozzetti	Contributi	Tratta		Tratta		lung. tratta	lung.	Larg. Careggiata scolante	coeff. di deflusso	i _{tr_{as}tr_{as}}	i _{tr_{as}tr_{as}}	i _{long}	i _{long}	i _{media}	Ks	t _c	intensità assunta	Q _{semiregolata}	Q	DN	DI	i _{coll}	h	v	Grad. riemp	
		da sez	a sez	da Progr.	a Progr.																					(m)
AB1		AP1-25	AP1-26	0.00	30.00	30.00	30.00	10.32	0.95	3.36%	3.36%	0.30%	0.30%	3.37%	70	0.01	125	0.101	0.01							
		AP1-26	AP1-27	30.00	45.00	15.00	45.00	11.29	0.95	3.86%	3.86%	0.30%	0.30%	3.87%	70	0.01	125	0.135	0.02							
		AP1-27	AP1-28	45.00	60.00	15.00	60.00	12.50	0.95	4.45%	4.45%	0.30%	0.30%	4.46%	70	0.02	125	0.175	0.02							
		AP1-28	AP1-29	60.00	75.00	15.00	75.00	13.78	0.95	4.85%	4.85%	0.30%	0.30%	4.86%	70	0.02	125	0.216	0.03							
		AP1-29	AP1-30	75.00	90.00	15.00	90.00	14.77	0.95	5.34%	5.34%	0.30%	0.30%	5.35%	70	0.02	125	0.257	0.04							
		AP1-30	AP1-31	90.00	105.00	15.00	105.00	15.78	0.95	5.84%	5.84%	0.30%	0.30%	5.85%	70	0.03	125	0.299	0.04							
		AP1-31	AP1-32	105.00	120.00	15.00	120.00	16.68	0.95	6.33%	6.33%	0.30%	0.30%	6.34%	70	0.03	125	0.342	0.05							
		AP1-32	AP1-33	120.00	135.00	15.00	135.00	17.03	0.95	6.83%	6.83%	0.30%	0.30%	6.84%	70	0.03	125	0.374	0.06							
		AP1-33	AP1-34	135.00	150.00	15.00	150.00	17.25	0.95	7.00%	7.00%	0.30%	0.30%	7.01%	70	0.03	125	0.398	0.07							
		AP1-34	AP1-35	150.00	165.00	15.00	165.00	17.45	0.95	7.00%	7.00%	0.30%	0.30%	7.01%	70	0.03	125	0.418	0.08							
		AP1-35	AP1-36	165.00	180.00	15.00	180.00	17.57	0.95	7.00%	7.00%	0.30%	0.30%	7.01%	70	0.04	125	0.435	0.09	500	452	0.40%	0.24	1.05	53%	
	Scarico nel canale n.1 - AB1 e AB12																		0.000	0.17	500	452	0.50%	0.36	1.26	80%
	BC1		AP1-47	AP1-48	0.00	30.00	30.00	30.00	14.80	0.95	5.56%	5.56%	0.40%	0.40%	5.57%	70	0.01	125	0.169	0.01						
			AP1-48	AP1-49	30.00	60.00	30.00	60.00	14.10	0.95	5.09%	5.09%	0.40%	0.40%	5.11%	70	0.02	125	0.206	0.03						
			AP1-49	AP1-50	60.00	75.00	15.00	75.00	13.37	0.95	4.59%	4.59%	0.40%	0.40%	4.61%	70	0.02	125	0.207	0.04						
		AP1-50	AP1-51	75.00	90.00	15.00	90.00	12.61	0.95	4.09%	4.09%	0.40%	0.40%	4.11%	70	0.03	125	0.202	0.04							
		AP1-51	AP1-52	90.00	105.00	15.00	105.00	11.85	0.95	3.60%	3.60%	0.40%	0.40%	3.62%	70	0.03	125	0.194	0.05							
		AP1-52	AP1-53	105.00	120.00	15.00	120.00	11.09	0.95	3.10%	3.10%	0.40%	0.40%	3.13%	70	0.04	125	0.183	0.05							
		AP1-53	AP1-54	120.00	135.00	15.00	135.00	10.27	0.95	2.60%	2.60%	0.40%	0.40%	2.63%	70	0.04	125	0.169	0.06							
		AP1-54	AP1-55	135.00	150.00	15.00	150.00	9.78	0.95	1.30%	1.30%	0.40%	0.40%	1.36%	70	0.06	125	0.137	0.06							
		AP1-55	AP1-56	150.00	165.00	15.00	165.00	9.75	0.95	0.20%	0.20%	0.40%	0.40%	0.45%	70	0.11	125	0.101	0.07							
		AP1-56	AP1-57	165.00	180.00	15.00	180.00	9.75	0.95	1.70%	1.70%	0.40%	0.40%	1.75%	70	0.07	125	0.159	0.07							
		AP1-57	AP1-58	180.00	195.00	15.00	195.00	10.03	0.95	2.74%	2.74%	0.40%	0.40%	2.77%	70	0.06	125	0.194	0.08							
		AP1-58	AP1-59	195.00	210.00	15.00	210.00	10.65	0.95	3.26%	3.26%	0.40%	0.40%	3.28%	70	0.06	125	0.223	0.08							
		AP1-59	AP1-60	210.00	225.00	15.00	225.00	11.34	0.95	3.78%	3.78%	0.40%	0.40%	3.80%	70	0.06	125	0.255	0.09							
		AP1-60	AP1-61	225.00	240.00	15.00	240.00	11.99	0.95	4.30%	4.30%	0.40%	0.40%	4.32%	70	0.06	125	0.287	0.09							
		AP1-61	AP1-62	240.00	255.00	15.00	255.00	12.59	0.95	4.82%	4.82%	0.40%	0.40%	4.84%	70	0.06	125	0.320	0.10							
		AP1-62	AP1-63	255.00	270.00	15.00	270.00	13.12	0.95	5.34%	5.34%	0.40%	0.40%	5.35%	70	0.06	125	0.352	0.11							
		AP1-63	AP1-64	270.00	285.00	15.00	285.00	13.56	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.06	125	0.384	0.11							
	AP1-64	AP1-65	285.00	300.00	15.00	300.00	13.91	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.06	125	0.402	0.12								
	AP1-65	AP1-66	300.00	315.00	15.00	315.00	14.17	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.06	125	0.418	0.13								
	AP1-66	AP1-67	315.00	330.00	15.00	330.00	14.36	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.07	125	0.431	0.13								
	AP1-67	AP1-68	330.00	345.00	15.00	345.00	14.49	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.07	125	0.443	0.14	500	452	0.40%	0.36	1.13	80%		
Scarico nel canale n.2 - BC1																		0.000	0.14	500	452	0.40%	0.36	1.13	80%	
CD1		AP1-69	AP1-70	0.00	15.00	15.00	15.00	14.60	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.00	125	0.130	0.01							
		AP1-70	AP1-71	15.00	30.00	15.00	30.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.01	125	0.170	0.01							
		AP1-71	AP1-72	30.00	45.00	15.00	45.00	14.62	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.01	125	0.200	0.02							
		AP1-72	AP1-73	45.00	60.00	15.00	60.00	14.62	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.02	125	0.224	0.03							
		AP1-73	AP1-74	60.00	75.00	15.00	75.00	14.62	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.02	125	0.245	0.04							
		AP1-74	AP1-75	75.00	90.00	15.00	90.00	14.62	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.02	125	0.263	0.04							
		AP1-75	AP1-76	90.00	105.00	15.00	105.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.279	0.05							
		AP1-76	AP1-77	105.00	120.00	15.00	120.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.294	0.06							

Pozzetti	Contributi	Tratta		Tratta		lung. tratta (m)	lung. (m)	Larg. Careggiata scolante (m)	coeff. di deflusso	i _{trasv} bac _{iesimo}	i _{trasv} bac	i _{long} bac _{iesimo}	i _{long} bac	i _{media} bacino	Ks (m ^{1/3} /s)	t _c (ore)	intensità assunta (mm/h)	Q _{semiregolata} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)	DN (mm)	DI (mm)	i _{coll} (%)	h (m)	v (m/s)	Grad. riemp (%)
		da sez	a sez	da Progr.	a Progr.																				
		AP1-77	AP1-78	120.00	135.00	15.00	135.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.308	0.07						
		AP1-78	AP1-79	135.00	150.00	15.00	150.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.321	0.07						
		AP1-79	AP1-80	150.00	165.00	15.00	165.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.334	0.08						
		AP1-80	AP1-81	165.00	180.00	15.00	180.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.345	0.09						
		AP1-81	AP1-82	180.00	195.00	15.00	195.00	14.60	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.356	0.09						
		AP1-82	AP1-83	195.00	210.00	15.00	210.00	14.54	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.365	0.10						
		AP1-83	AP1-84	210.00	225.00	15.00	225.00	14.43	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.372	0.11	500	452	0.40%	0.27	1.10	60%
CD14																									
		AP1-94	AP1-93	0.00	15.00	15.00	15.00	9.75	0.95	1.24%	1.24%	0.40%	0.40%	1.30%	70	0.01	125	0.054	0.00						
		AP1-93	AP1-92	15.00	30.00	15.00	30.00	10.09	0.95	2.60%	2.60%	0.40%	0.40%	2.63%	70	0.01	125	0.092	0.01						
		AP1-92	AP1-91	30.00	45.00	15.00	45.00	10.79	0.95	3.20%	3.20%	0.40%	0.40%	3.22%	70	0.02	125	0.122	0.02						
		AP1-91	AP1-90	45.00	60.00	15.00	60.00	11.50	0.95	3.80%	3.80%	0.40%	0.40%	3.82%	70	0.02	125	0.154	0.02						
		AP1-90	AP1-89	60.00	75.00	15.00	75.00	12.18	0.95	4.41%	4.41%	0.40%	0.40%	4.43%	70	0.02	125	0.186	0.03						
		AP1-89	AP1-88	75.00	90.00	15.00	90.00	12.78	0.95	5.01%	5.01%	0.40%	0.40%	5.03%	70	0.02	125	0.218	0.03						
		AP1-88	AP1-87	90.00	105.00	15.00	105.00	13.30	0.95	5.61%	5.61%	0.40%	0.40%	5.62%	70	0.03	125	0.249	0.04						
		AP1-87	AP1-86	105.00	120.00	15.00	120.00	13.72	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.276	0.05						
		AP1-86	AP1-85	120.00	135.00	15.00	135.00	14.04	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.296	0.05						
		AP1-85	AP1-84	135.00	150.00	15.00	150.00	14.27	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.314	0.06	500	452	0.40%	0.17	0.97	38%
Scarico nel canale n.3- CD1 e CD14																		0.000	0.17	500	452	0.50%	0.36	1.26	80%
DE1																									
		AP1-96	AP1-97	0.00	30.00	30.00	30.00	10.79	0.95	1.76%	1.76%	0.40%	0.40%	1.80%	70	0.01	125	0.087	0.01						
		AP1-97	AP1-98	30.00	45.00	15.00	45.00	11.54	0.95	2.81%	2.81%	0.40%	0.40%	2.84%	70	0.02	125	0.126	0.02						
		AP1-98	AP1-99	45.00	60.00	15.00	60.00	12.28	0.95	3.20%	3.41%	0.40%	0.40%	3.43%	70	0.02	125	0.159	0.02						
		AP1-99	AP1-100	60.00	75.00	15.00	75.00	12.99	0.95	4.01%	4.01%	0.40%	0.40%	4.03%	70	0.02	125	0.193	0.03						
		AP1-100	AP1-101	75.00	90.00	15.00	90.00	13.66	0.95	4.61%	4.61%	0.40%	0.40%	4.63%	70	0.02	125	0.227	0.04						
		AP1-101	AP1-102	90.00	105.00	15.00	105.00	14.26	0.95	5.22%	5.22%	0.40%	0.40%	5.24%	70	0.03	125	0.262	0.04						
		AP1-102	AP1-103	105.00	120.00	15.00	120.00	14.76	0.95	5.82%	5.82%	0.40%	0.40%	5.83%	70	0.03	125	0.295	0.05						
		AP1-103	AP1-104	120.00	135.00	15.00	135.00	15.14	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.320	0.06						
		AP1-104	AP1-105	135.00	150.00	15.00	150.00	15.14	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.333	0.06						
		AP1-105	AP1-106	150.00	165.00	15.00	165.00	15.40	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.352	0.07						
		AP1-106	AP1-107	165.00	180.00	15.00	180.00	15.55	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.368	0.08						
		AP1-107	AP1-108	180.00	195.00	15.00	195.00	15.59	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.380	0.09						
		AP1-108	AP1-109	195.00	210.00	15.00	210.00	15.45	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.388	0.10						
		AP1-109	AP1-110	210.00	225.00	15.00	225.00	14.99	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.387	0.10						
		AP1-110	AP1-111	225.00	240.00	15.00	240.00	14.18	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.376	0.11						
		AP1-111	AP1-112	240.00	255.00	15.00	255.00	13.17	0.95	5.97%	5.97%	0.40%	0.40%	5.98%	70	0.05	125	0.357	0.12						
		AP1-112	AP1-113	255.00	270.00	15.00	270.00	12.09	0.95	5.72%	5.72%	0.40%	0.40%	5.73%	70	0.06	125	0.331	0.12	500	452	0.40%	0.28	1.13	62%
Scarico nel canale n.4- DE1																		0.000	0.12	500	452	0.50%	0.27	1.15	60%

Pozzetti	Contributi	Tratta		Tratta		lung. tratta (m)	lung. (m)	Larg. Careggiata scolante (m)	coeff. di deflusso	i _{trasv} bac _{iesimo}	i _{trasv} bac	i _{long} bac _{iesimo}	i _{long} bac	i _{media} bacino	Ks (m ^{1/3} /s)	t _c (ore)	intensità assunta (mm/h)	Q _{esima} (m ³ /s)	Ks zanella (m ^{1/3} /s)	j	b (m) vena d'acqua a bordo strada	h (m) vicino al cordolo	Q _{smaltibile zanella/banc hina} (l/s)
		da sez	a sez	da Progr.	a Progr.																		
		AP1-77	AP1-78	120.00	135.00	15.00	135.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.007	70	10.00%	0.56	0.06	6
		AP1-78	AP1-79	135.00	150.00	15.00	150.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.007	70	10.00%	0.56	0.06	6
		AP1-79	AP1-80	150.00	165.00	15.00	165.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.007	70	10.00%	0.56	0.06	6
		AP1-80	AP1-81	165.00	180.00	15.00	180.00	14.61	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.007	70	10.00%	0.56	0.06	6
		AP1-81	AP1-82	180.00	195.00	15.00	195.00	14.60	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.007	70	10.00%	0.56	0.06	6
		AP1-82	AP1-83	195.00	210.00	15.00	210.00	14.54	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-83	AP1-84	210.00	225.00	15.00	225.00	14.43	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
CD14		AP1-94	AP1-93	0.00	15.00	15.00	15.00	9.75	0.95	1.24%	1.24%	0.40%	0.40%	1.30%	70	0.01	125	0.005	70	1.24%	0.56	0.08	0
		AP1-93	AP1-92	15.00	30.00	15.00	30.00	10.09	0.95	2.60%	2.60%	0.40%	0.40%	2.63%	70	0.01	125	0.005	70	2.60%	0.56	0.08	1
		AP1-92	AP1-91	30.00	45.00	15.00	45.00	10.79	0.95	3.20%	3.20%	0.40%	0.40%	3.22%	70	0.02	125	0.005	70	3.20%	0.56	0.08	1
		AP1-91	AP1-90	45.00	60.00	15.00	60.00	11.50	0.95	3.80%	3.80%	0.40%	0.40%	3.82%	70	0.02	125	0.006	70	3.80%	0.56	0.08	1
		AP1-90	AP1-89	60.00	75.00	15.00	75.00	12.18	0.95	4.41%	4.41%	0.40%	0.40%	4.43%	70	0.02	125	0.006	70	4.41%	0.90	0.04	6
		AP1-89	AP1-88	75.00	90.00	15.00	90.00	12.78	0.95	5.01%	5.01%	0.40%	0.40%	5.03%	70	0.02	125	0.006	70	5.01%	0.90	0.05	7
		AP1-88	AP1-87	90.00	105.00	15.00	105.00	13.30	0.95	5.61%	5.61%	0.40%	0.40%	5.62%	70	0.03	125	0.007	70	5.61%	0.90	0.05	9
		AP1-87	AP1-86	105.00	120.00	15.00	120.00	13.72	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-86	AP1-85	120.00	135.00	15.00	135.00	14.04	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-85	AP1-84	135.00	150.00	15.00	150.00	14.27	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
DE1		AP1-96	AP1-97	0.00	30.00	30.00	30.00	10.79	0.95	1.76%	1.76%	0.40%	0.40%	1.80%	70	0.01	125	0.011	70	1.76%	0.56	0.08	0
		AP1-97	AP1-98	30.00	45.00	15.00	45.00	11.54	0.95	2.81%	2.81%	0.40%	0.40%	2.84%	70	0.02	125	0.006	70	2.81%	0.56	0.08	1
		AP1-98	AP1-99	45.00	60.00	15.00	60.00	12.28	0.95	3.20%	3.41%	0.40%	0.40%	3.43%	70	0.02	125	0.006	70	3.20%	0.56	0.08	1
		AP1-99	AP1-100	60.00	75.00	15.00	75.00	12.99	0.95	4.01%	4.01%	0.40%	0.40%	4.03%	70	0.02	125	0.006	70	4.01%	0.56	0.08	1
		AP1-100	AP1-101	75.00	90.00	15.00	90.00	13.66	0.95	4.61%	4.61%	0.40%	0.40%	4.63%	70	0.02	125	0.007	70	4.61%	0.90	0.04	6
		AP1-101	AP1-102	90.00	105.00	15.00	105.00	14.26	0.95	5.22%	5.22%	0.40%	0.40%	5.24%	70	0.03	125	0.007	70	5.22%	0.90	0.05	8
		AP1-102	AP1-103	105.00	120.00	15.00	120.00	14.76	0.95	5.82%	5.82%	0.40%	0.40%	5.83%	70	0.03	125	0.007	70	5.82%	0.90	0.05	9
		AP1-103	AP1-104	120.00	135.00	15.00	135.00	15.14	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-104	AP1-105	135.00	150.00	15.00	150.00	15.14	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.03	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-105	AP1-106	150.00	165.00	15.00	165.00	15.40	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.008	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-106	AP1-107	165.00	180.00	15.00	180.00	15.55	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.008	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-107	AP1-108	180.00	195.00	15.00	195.00	15.59	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.04	125	0.008	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-108	AP1-109	195.00	210.00	15.00	210.00	15.45	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.008	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-109	AP1-110	210.00	225.00	15.00	225.00	14.99	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-110	AP1-111	225.00	240.00	15.00	240.00	14.18	0.95	5.99%	5.99%	0.40%	0.40%	6.00%	70	0.05	125	0.007	70	5.99%	0.90	0.05	10
		AP1-111	AP1-112	240.00	255.00	15.00	255.00	13.17	0.95	5.97%	5.97%	0.40%	0.40%	5.98%	70	0.05	125	0.007	70	5.97%	0.90	0.05	10
		AP1-112	AP1-113	255.00	270.00	15.00	270.00	12.09	0.95	5.72%	5.72%	0.40%	0.40%	5.73%	70	0.06	125	0.006	70	5.72%	0.90	0.05	9