

S.S. 67 "Tosco Romagnola"
Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la
località S.Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di
Dicomano.

Variante di Rufina (FI) – LOTTI 2A e 2B

PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI462

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL GEOLOGO:

Geol. Massimo Mezzanica – Società Pro Iter Srl
Ordine Geologi della Lombardia n. 762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Mangini – Società Erre.Vi.A Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Varese n. 1502

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Francesco Pisani

PROTOCOLLO:

DATA:



05 - IDROLOGIA E IDRAULICA

05.02 - Sistema di drenaggio e presidio del corpo stradale

Relazione idrologica e idraulica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	T00-ID02-IDR-RE01-A			
ACNO0113	D 20	CODICE ELAB.	T00 ID02 IDR RE01	A	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	02/2024	ARGIRÒ	BESIO	FORMICHI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>CODIFICA DOCUMENTO</p> <p>T00-ID02-IDR-RE01</p>	<p>PROGETTAZIONE</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>2 di 37</p> <p>Data</p> <p>10/2023</p>
--	--	----------------------	---

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.1	Normativa nazionale.....	4
2.2	Normativa regionale	5
3	ANALISI IDROLOGICA	6
3.1	Considerazioni sul tempo di ritorno	6
3.2	Caratteristiche pluviometriche – LSPP	7
4	DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	10
4.1	Principi generali.....	10
4.2	Elementi della rete di drenaggio	11
4.3	Sezioni tipologiche raccolta e smaltimento acque meteoriche	11
4.3.1	Sezione in rilevato	11
4.3.2	Sezioni in trincea	13
4.3.3	Sezioni in viadotto	14
4.3.4	Sezioni in galleria	16
5	ANALISI IDRAULICA.....	18
5.1	Modello di trasformazione afflussi-deflussi	18
5.2	Criteri di verifica idraulica	19
5.2.1	Collettori di drenaggio della piattaforma stradale.....	19
5.2.2	Sistema banchina con cordolo e scarico con embrici	19
5.2.3	Verifica della canale lato arginello e passo delle griglie di captazione	22
5.2.4	Sistema banchina con cunetta alla francese e scarico con caditoie e tubazioni sottostanti....	23
5.2.5	Fossi di guardia	25
6	VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E STOCCAGGIO SVERSAMENTI ACCIDENTALI	27
7	CONCLUSIONI	31
8	ALLEGATI.....	32

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 3 di 37 Data 10/2023
--	---	----------------------	--

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta a corredo dello studio di fattibilità tecnico economica, relativo alla variante tra le località San Francesco e l'abitato di Dicomano alla strada statale n. 67 - Tosco-romagnola. Lo studio di fattibilità, commissionato dall'ANAS alla Provincia di Firenze, rientra negli "interventi strategici di preminente interesse nazionale" descritti nell'allegato 2 della Deliberazione CIPE n. 121 del 21 dicembre 2001 (legge obiettivo: 1° programma delle infrastrutture strategiche - suppl. alla g.u. n. 68 del 21 marzo 2002) riferita alla "Legge Obiettivo", L. 21 dicembre 2001 n. 443 "Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive".

All'interno della relazione sono riportati i criteri atti alla determinazione delle caratteristiche del sistema di drenaggio necessario alla raccolta e al successivo allontanamento delle acque meteoriche gravanti sulla piattaforma stradale. Sono inoltre esposti i criteri di dimensionamento delle opere di intercettazione e convogliamento delle acque di scolo della piattaforma e dei versanti limitrofi la carreggiata (fossi di guardia). Si precisa che per quanto concerne il dimensionamento dei fossi di guardia a tergo della viabilità di progetto, sono stati debitamente considerati anche i contributi derivanti delle acque scolanti lungo eventuali bacini sottesi dalla piattaforma stradale. In altre parole, nei fossi di guardia convergono in taluni casi non soltanto le acque di scolo della piattaforma stradale, ma anche le acque di versante dei bacini soprastanti.

A partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ovvero dai valori dei parametri ufficiali (aggiornati al 2012) a ed n forniti dalla Regione Toscana è stato possibile definire l'architettura del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma a servizio dell'intero comparto stradale. L'applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi ha permesso di procedere con il dimensionamento della rete (tempo di ritorno di 25 anni) e la verifica della stessa in base a criteri che verranno illustrati nel proseguo della presente.

Particolare attenzione è stata riposta nello studio e nell'individuazione plano-altimetrica dei presidi idraulici al fine di garantire semplicità nelle operazioni di manutenzione e ispezione. Detti presidi idraulici assolvono alla funzione di trattare le acque di prima pioggia e di stoccare le acque di eventuali sversamenti accidentali.

Riassumendo, lo studio è stato sviluppato secondo la seguente metodologia:

- analisi della rete idrografica esistente e delle sue intersezioni con la viabilità in progetto;
- elaborazione dei dati di pioggia;
- dimensionamento e verifica della rete di drenaggio;
- dimensionamento e verifica degli elementi della piattaforma stradale;
- individuazione, dimensionamento delle vasche di laminazione e verifica degli scarichi.

Gli obiettivi della progettazione del sistema di raccolta, convogliamento, trattamento e scarico delle acque di piattaforma stradale possono essere così riassunti:

- definire un sistema idraulicamente "chiuso", ossia in grado di captare tutte le acque interessanti la piattaforma stradale garantendo il controllo quali-quantitativo nei limiti imposti dalla legislazione vigente;
- ubicare i presidi di controllo qualitativo in aree facilmente accessibili ed al contempo esterne alla superficie viaria;
- favorire il deflusso delle acque per gravità escludendo, ove possibile, il ricorso all'utilizzo di impianti di sollevamento;
- garantire la compatibilità dello scarico con le condizioni di deflusso nel recapito individuato;
- utilizzare materiali in grado di garantire durabilità, alta resistenza allo schiacciamento, facilità di posa e bassi valori di scabrezza.

CODIFICA DOCUMENTO	PROGETTAZIONE	REV.	FOGLIO
T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	A	4 di 37
		Data	
		10/2023	

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito vengono riportati i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale, regionale e provinciale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico – idraulico, ambientale e di difesa del suolo, in modo da verificare la compatibilità dell'intervento in progetto con le indicazioni contenute nei suddetti strumenti di legge.

2.1 Normativa nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

- RD 25/07/1904, n° 523: testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.
- RD Legislativo 30/12/1923, n° 3267: riordinamento e riforma della legislazione in materia id boschi e di terreni montani. La legge introduce il vincolo idrogeologico.
- L. 64/74: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- DPR 24/7/1977, n° 616: Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni.
- Legge Galasso 431/85: Conversione in legge con modificazioni del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.
- DL 04/12/1993, n° 496: Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).
- DPR 14/4/1994: Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.
- DPR 18/7/1995: Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.
- DPCM 4/3/1996: Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).
- D.lgs. 31/3/1998, n° 112: Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.
- DPCM 29/9/1998: Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).
- Legge Sarno 267/98: Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania. La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).
- DL 152/99: Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
- D.lgs. 258/00: Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.
- Legge Soverato 365/00: Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).
- D.lgs. 152/2006: norma in materia ambientale.
- D.lgs. 49/2010: Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 5 di 37 Data 10/2023
--	---	----------------------	--

- D.lgs. 219/2010: Disposizioni transitorie - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.

Si riportano inoltre gli estremi di alcune leggi riguardanti la progettazione e la verifica dei ponti stradali.

- L. 532/1904.
- D. Min. LL.PP. del 4/5/1990.
- Circ. LL.PP. n° 34233 del 25/02/1991.
- NTC 2018: Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale. Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP : Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

2.2 Normativa regionale

Si riportano gli estremi delle leggi regionali in materia di difesa del suolo e tutela delle acque.

- LR 81/94: Disposizioni in materia di risorse idriche. La Regione Toscana, in attuazione della legge Galli ha emanato tale legge con la finalità di recupero e mantenimento della risorsa idrica.
- LR 50/94: Interventi strutturali finalizzati alla messa in sicurezza idraulica dei bacini idrografici toscani.
- DCR 155/97: Direttive tecniche per l'ingegneria naturalistica.
- LR 91/98: Norme per la difesa del suolo.
- LR 1/2005: Norme per il governo del territorio.
- Delibera 25/01/2005, n° 6: Approvazione del piano di tutela delle Acque della Regione Toscana.
- LR 31 maggio 2006, n° 20: "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e s.m.i. in attuazione al D.lgs. 152/2006, ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 113 del decreto legislativo citato.
- Regolamento 8 settembre 2008, n° 46/R: "Regolamento di attuazione della LR 31 maggio 2006, n. 20 Norme per la tutela delle acque di inquinamento e s.m.i."
- LR 27 dicembre 2012, n° 79: "Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica".
- LR 28 dicembre 2015 n° 80: "Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitanti costieri".
- LR 24 luglio 2018, n° 41: "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49" (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.
- Disciplinare di Piano PGRA AdB Distrettuale Appennino Settentrionale.

CODIFICA DOCUMENTO	PROGETTAZIONE	REV.	FOGLIO
T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	A	6 di 37
		Data	
		10/2023	

3 ANALISI IDROLOGICA

3.1 Considerazioni sul tempo di ritorno

La grandezza comunemente presa a riferimento come valore di progetto (per es., per valutare il grado di protezione dagli allagamenti offerto dalla rete di drenaggio) è il tempo di ritorno T_r della portata di dimensionamento. Tramite tale espressione si indica il numero di anni in cui il superamento del valore assegnato avviene mediamente una volta; alternativamente, il tempo di ritorno rappresenta il numero di anni che in media separano il verificarsi di due eventi di entità eguale o superiore alla soglia assegnata.

Il tempo di ritorno da assumere alla base della progettazione deve essere da un lato sufficientemente elevato da garantire il buon funzionamento della rete idraulica, e dall'altro accuratamente ponderato onde consentire un dimensionamento non eccessivamente oneroso. Si tratta, quindi, di trovare il giusto compromesso tecnico-economico.

La scelta del valore del tempo di ritorno da utilizzare nell'analisi idraulica è stata eseguita sulla base della tipologia e dell'importanza strategica e funzionale delle singole opere in progetto, basandosi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza.

Si definisce rischio associato ad una certa portata la probabilità che la portata stessa sia superata almeno una volta in un numero prefissato di anni; pertanto, il rischio dipende dall'estensione del periodo considerato e dalla portata in esame, ovvero dal suo tempo di ritorno. Se il dimensionamento dell'opera è stato condotto con riferimento alla portata $Q(T_r)$ di T_r anni di tempo di ritorno, il rischio $R_N[Q(T_r)]$, ovvero la probabilità che, durante N anni di funzionamento, l'opera risulti insufficiente una o più volte, è esprimibile come:

$$R_N[Q(T_r)] = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^N$$

Le tabelle seguenti forniscono i valori del rischio di insufficienza di un'opera dimensionata sulla base di un valore di portata corrispondente ad un tempo di ritorno di 25 anni e 50 anni.

Le tabelle seguenti forniscono i valori del rischio di insufficienza di un'opera dimensionata sulla base di un valore di portata corrispondente ad un tempo di ritorno di 25 anni e 50 anni.

Anni di vita dell'opera N [anni]	Rischio d'insufficienza R_N [%]
5	18.5
10	33.5
20	55.8
25	64.0
50	87.0
100	98.3
200	99.9

Tabella 1 - Curve di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno di 25 anni

Anni di vita dell'opera N [anni]	Rischio d'insufficienza R_N [%]
5	9.6%
10	18.3%
20	33.2%
25	39.7%
50	63.6%
100	86.7%
200	98.2%

Tabella 2 - Curve di possibilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno di 50 anni

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 7 di 37 Data 10/2023
--	---	----------------------	--

In base a quanto sopra riportato risulta che il verificarsi di uno o più crisi di una rete di drenaggio durante il suo periodo di funzionamento sia un evento alquanto probabile, quasi certo. Ciò peraltro corrisponde ad una precisa scelta progettuale, in quanto il contenimento del rischio di fallanza della rete comporta la necessità di incrementare sensibilmente il tempo di ritorno di progetto, con i conseguenti (ed in genere inaccettabili) incrementi delle dimensioni ed aggravii dei costi delle canalizzazioni.

Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio d'insufficienza si vuole accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno T_r di progetto.

La scelta di T_r discende da un compromesso tra l'esigenza di contenere la frequenza delle esondazioni e la necessità di contenere le dimensioni dei collettori e comunque delle strutture di controllo delle piene entro limiti economicamente accettabili e compatibili con i vincoli esistenti nel territorio interessato.

Nel progetto sono stati adottati i seguenti valori di tempi di ritorno:

- 25 anni per il dimensionamento della rete di drenaggio della pavimentazione stradale e degli elementi marginali dell'idraulica di piattaforma;
- 50 anni per il dimensionamento dei fossi di guardia e/o canali di gronda.

3.2 Caratteristiche pluviometriche – LSPP

Nel processo di dimensionamento di un'opera idraulica occorre considerare le portate che comportano la crisi del sistema, ovvero fare riferimento alle portate che si originano dagli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi, vengono generalmente utilizzate le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP), elaborate a partire dalle registrazioni delle altezze di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche. Tali curve esprimono la relazione fra la durata della pioggia t e la relativa altezza di precipitazione h per un assegnato valore del tempo di ritorno T .

La curva di probabilità pluviometrica è descritta da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

dove:

- h è l'altezza di pioggia [mm];
- t è la durata dell'evento [h];
- a e n sono i parametri caratteristici dell'evento pluviometrico e sono funzione del tempo di ritorno.

Per il progetto delle opere idrauliche sono stati utilizzati i parametri caratteristici ufficiali messi a disposizione dalla Regione Toscana. Tali valori risultano essere aggiornati ai dati pluviometrici estremi fino all'anno 2012 compreso e fanno riferimento ad eventi pluviometrici di durata maggiore di 1 ora.

I parametri caratteristici a e n sono calcolati per i seguenti tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni; e per ogni tempo di ritorno, i parametri a e n sono resi disponibili in formato ASCII Grid con una griglia 1 km x 1 km su tutto il territorio regionale.

Si riportano, a titolo puramente indicativo, le distribuzioni dei parametri a e n per i tempi di ritorno di 50 e 200 anni.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 8 di 37
		Data 10/2023	

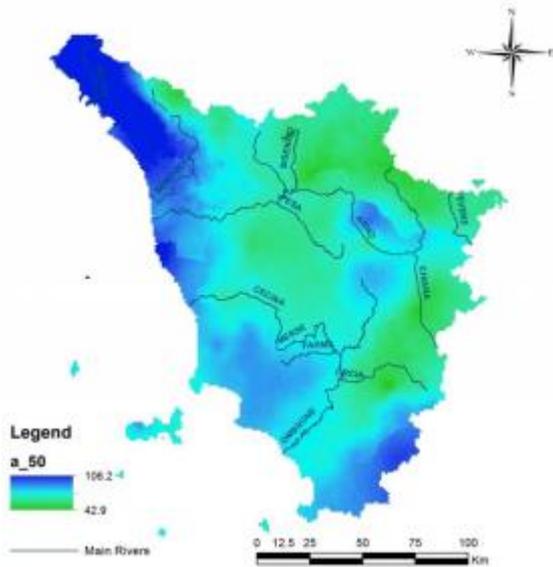


Figura 1 – Spazializzazione sull'intera regione del parametro "a" della LSPP per il tempo di ritorno di 50 anni

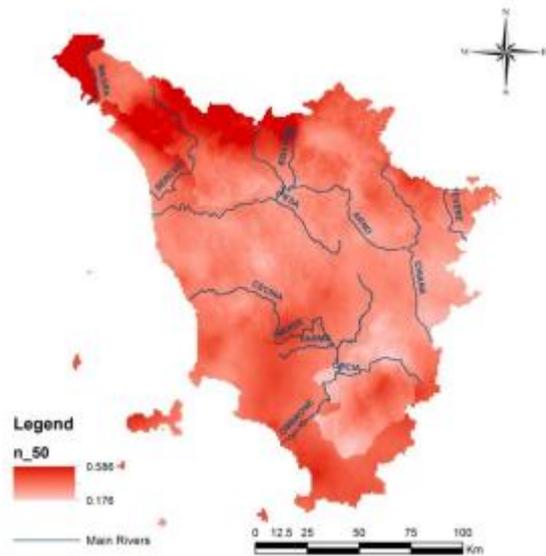


Figura 2 - Spazializzazione sull'intera regione del parametro "n" della LSPP per il tempo di ritorno di 50 anni

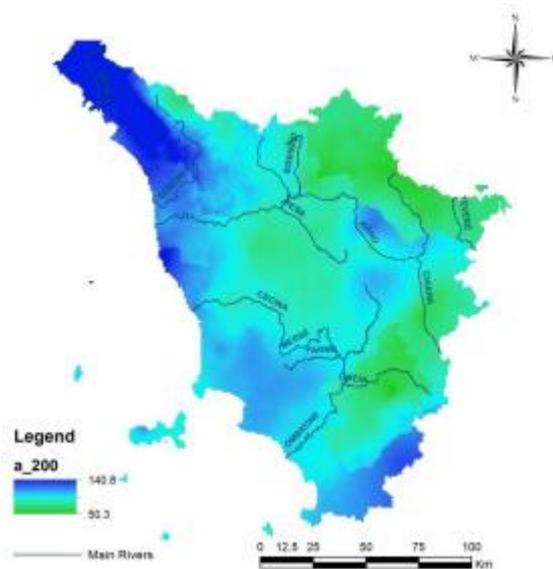


Figura 3 – Spazializzazione sull'intera regione del parametro "a" della LSPP per il tempo di ritorno di 200 anni

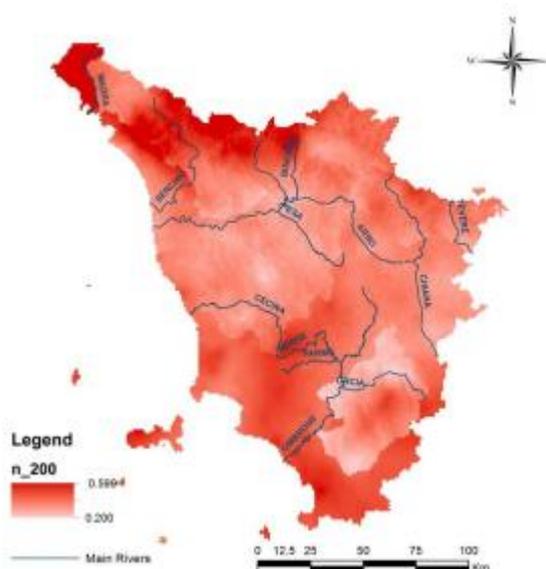


Figura 4 – Spazializzazione sull'intera regione del parametro "n" della LSPP per il tempo di ritorno di 200 anni

sono stati calcolati statisticamente come regressione lineare dei valori disponibili per i restanti tempi di ritorno.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 9 di 37
		Data 10/2023	

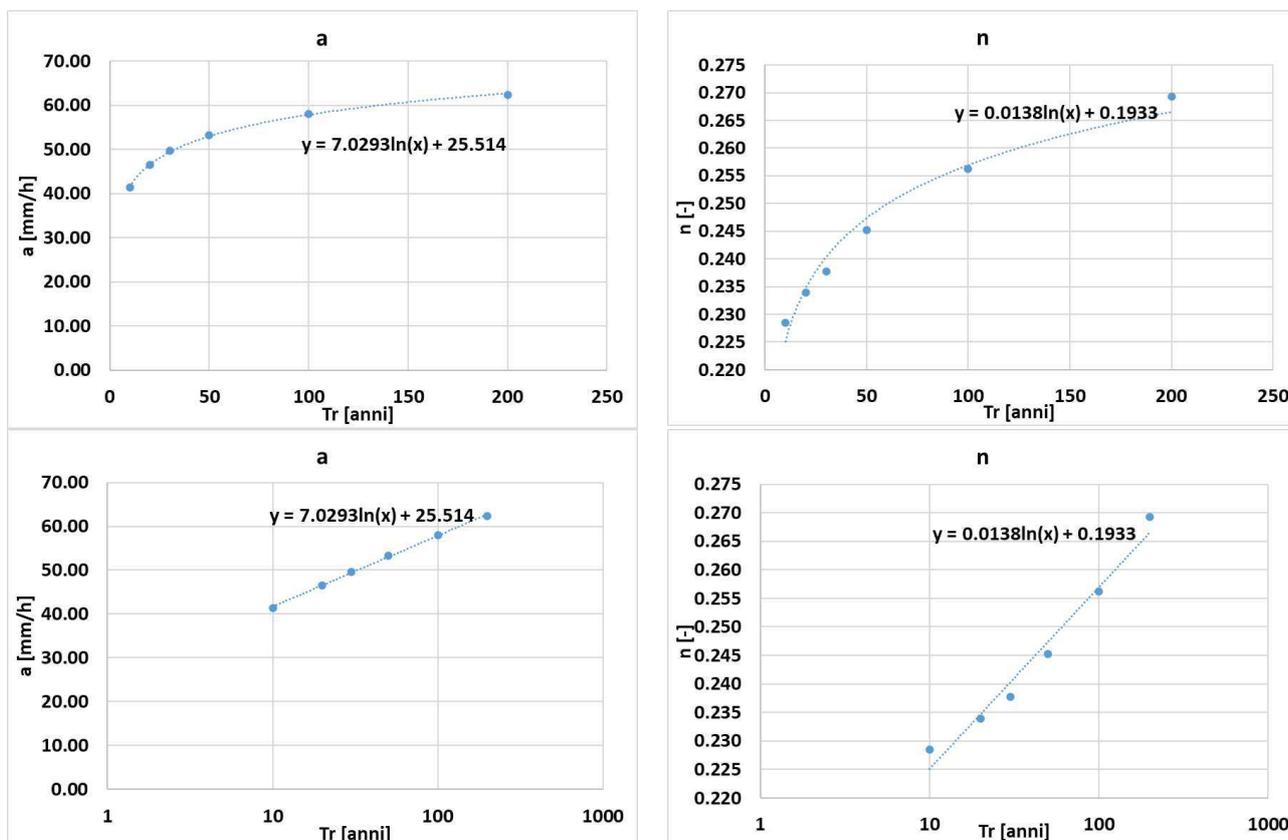


Figura 5 – Regressione lineare dei parametri *a* e *n* della curva di possibilità pluviometrica dei dati disponibili per TR 10, 20, 30, 50 e 100

Dalle curve riportate nelle figure precedenti sono stati ricavati i valori di *a* e *n* per il tempo di ritorno di 25 anni e 50 anni.

	LSPP TR 25 anni	<i>a</i>	<i>n</i>
Piattaforma stradale	t > 1h	48.14	0.238

Tabella 3 – Valori di *a* e *n* per la piattaforma stradale per tempo di ritorno 25 anni

	LSPP TR 50 anni	<i>a</i>	<i>n</i>
Fossi di guardia e/o canali di gronda	t > 1h	53.26	0.245

Tabella 4 – Valori di *a* e *n* per i fossi al piede del rilevato per tempo di ritorno 50 anni

CODIFICA DOCUMENTO	PROGETTAZIONE	REV.	FOGLIO
T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	A	10 di 37
		Data	
		10/2023	

4 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

4.1 Principi generali

Al fine di limitare le opere idrauliche e garantire la compatibilità idraulica degli scarichi, è stato condotto un accurato studio circa l'individuazione e la collocazione plano-altimetrica dei manufatti in progetto.

Il sistema di raccolta delle acque è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto e con gli obiettivi di:

- Limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- Garantire margini di capacità per evitare rigurgiti dei manufatti che possono dare luogo ad allagamenti localizzati;
- Minimizzare il rischio di insufficienza della rete.

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è costituito essenzialmente da tre elementi fondamentali:

Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici e le caditoie grigliate.

Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi in terra e non predisposti per laminazione) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.

Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, possono essere identificati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea
- sezione in galleria;
- sezione in viadotto.

Il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma stradale, si può schematizzare in:

- drenaggio su entrambi i lati, tipologia presente nei tratti rettilinei;
- drenaggio su di un solo lato, presente nei tratti in curva.

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio e della sezione corrente dell'infrastruttura.

Il tracciato stradale in funzione dell'inserimento o meno di presidi idraulici, prima del recapito nel ricettore finale, può essere classificato come sistema chiuso o sistema aperto.

Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso", in quanto permette il trattamento dell'acqua dilavante la piattaforma e l'immagazzinamento degli sversamenti accidentali. Qualora l'acqua captata venga scaricata direttamente nel reticolo naturale, senza l'interposizione di presidi idraulici, il sistema drenante è denominato "aperto". Nel caso in esame il sistema è del tipo chiuso.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 11 di 37 Data 10/2023
--	---	----------------------	---

In dettaglio, la rete di drenaggio della piattaforma stradale è stata dimensionata e verificata garantendo un grado di riempimento massimo del 75%, mentre è stato garantito un grado di riempimento massimo dell'80% per quanto riguarda i fossi di guardia e/o canali di gronda.

4.2 Elementi della rete di drenaggio

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è costituito essenzialmente da un sistema di raccolta marginale primario per il quale sono stati utilizzati i manufatti di seguito elencati.

- Collettori in PEad, PVC e PP in corrispondenza dell'asse principale.
- Collettori in PP fessurati e in PVC fessurati in corrispondenza dei drenaggi delle gallerie.
- Canalette in cls prefabbricate di dimensioni interne 30x30 cm (bxh) posate in arginello.
- Modulo di imbocco delle canalette ad embrice in corrispondenza degli scarichi nella canaletta.
- Pozzetti in cls di dimensioni variabili. I pozzetti in arginello sono di due tipi: gettati in opera con le dimensioni interne 1.00x1.00 m e prefabbricati di dimensioni interne 70x70 cm; i pozzetti dedicati al drenaggio in trincea e banchina sono prefabbricati ed hanno dimensioni interne 80x80 cm; i pozzetti dedicati al drenaggio delle rotatorie sono prefabbricati ed hanno dimensioni interne 60x60 cm.
- Griglie di captazione in ghisa sferoidale carrabili, classe di carico D400, con scarico verticale e collegate al collettore di drenaggio longitudinale alla strada (nei tratti in viadotto).
- Fossi di guardia rivestiti in cls ed in terra.

Nei tratti finali dei singoli rami delle reti di captazioni e smaltimento delle acque meteoriche è stata inserita un'apposita vasca con funzione di sedimentatore e disoleatore, oltre che di stoccaggio di possibili sversamenti accidentali.

I criteri a base della progettazione delle vasche si possono riassumere nei seguenti:

- limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
- fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia;
- "catturare" gli eventuali sversamenti accidentali;
- far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

4.3 Sezioni tipologiche raccolta e smaltimento acque meteoriche

4.3.1 Sezione in rilevato

Nei tratti di viabilità in rilevato la captazione e lo smaltimento delle acque meteoriche avvengono per mezzo di una canaletta in cls delle dimensioni interne di 30x30 cm (bxh) posata in arginello.

La delimitazione dell'arginello dalla piattaforma stradale è realizzata mediante un cordolo in cls di altezza 11 cm dal piano viario al netto del pacchetto dei neri (5 cm). Il cordolo viene interrotto per permettere lo scarico delle acque di piattaforma per mezzo dell'elemento di imbocco degli embrici. Il suddetto elemento è posato con interasse di 25 m in corrispondenza dei tratti in rettilineo e con passo di 15 m nei tratti in curva.

Nei tratti di rettilineo con bassa pendenza longitudinale il passo del modulo di imbocco dell'embrice è stato assunto variabile tra 15 e 20 m.

In alcuni casi particolari, per i tratti tra le pk 0+050.00-0+023.00 e le pk 3+405.85-3+451.62 il drenaggio delle acque meteoriche in rilevato è definito mediante la captazione in banchina con una griglia in ghisa sferoidale di luce netta 60x60 cm che sormonta un pozzetto prefabbricato in cls di dimensioni interne 80x80 cm.

Mentre per i tratti compresi tra le pk 1+400.00-1+575.00 il drenaggio è costituito da una canale in cls di modulo 1 m di dimensioni interne 30x30 cm munita di griglia carrabile in ghisa sferoidale classe D400. La canale scaricherà in apposito pozzetto prefabbricato di dimensioni interne 70x70 cm posato in arginello. Il sistema di drenaggio così fatto è stato utilizzato per il tratto di progetto in approccio alla rotatoria due dove le quote

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 12 di 37
		Data 10/2023	

sono vincolate alle viabilità esistenti su cui ci si innesta. Quindi per poter scaricare in sicurezza e con una quota compatibile con la piena duecentennale era opportuno ridurre al minimo i ricoprimenti.

Il sistema di drenaggio è dimensionato in maniera tale da captare sia le acque di prima pioggia che le acque di seconda pioggia e convogliarle presso le opportune vasche di trattamento.

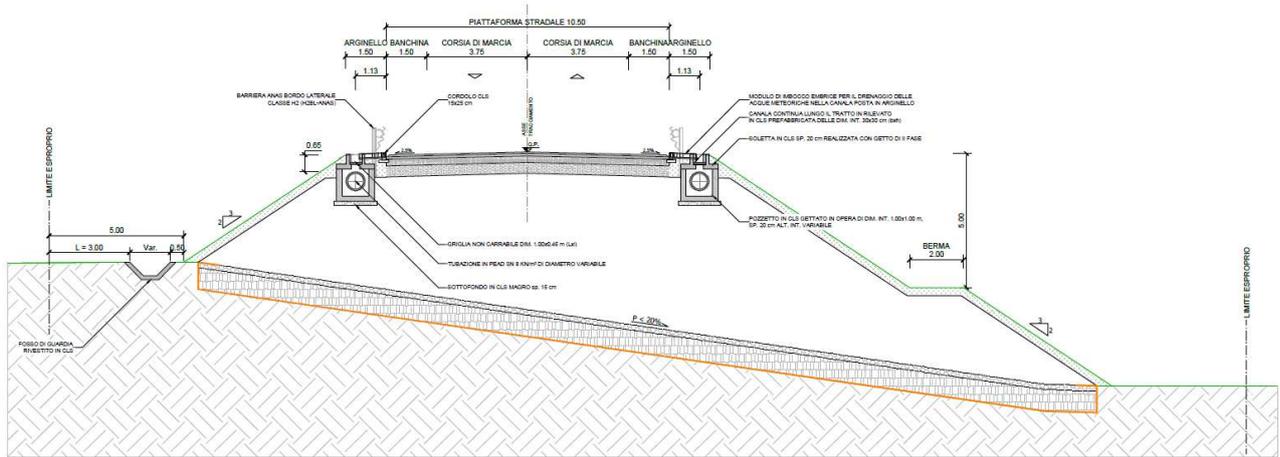


Figura 6 - Sezione tipo in rilevato

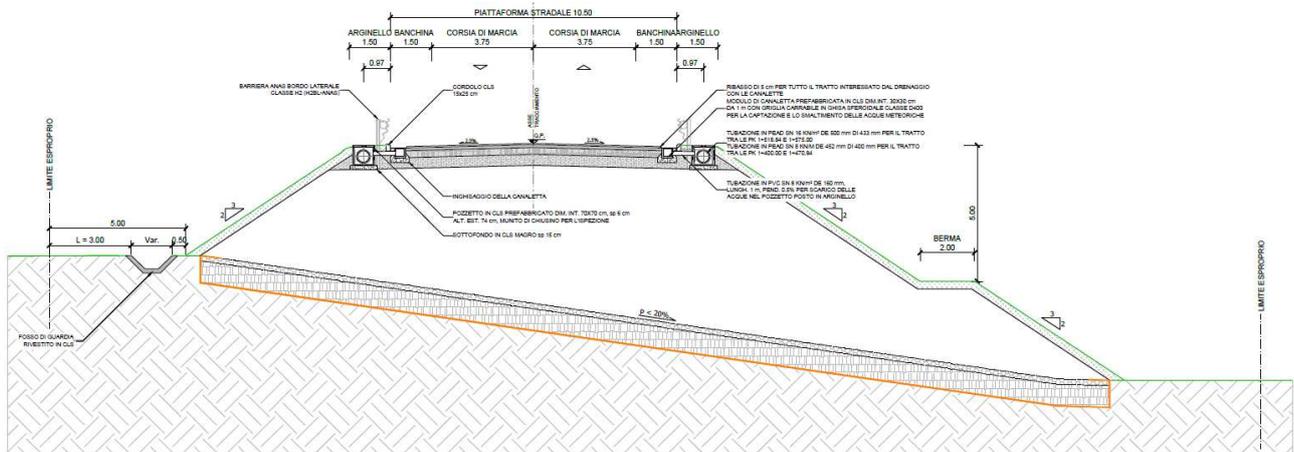


Figura 7 - Sezione tipo in rilevato tra le pk 1+400 e 1+575

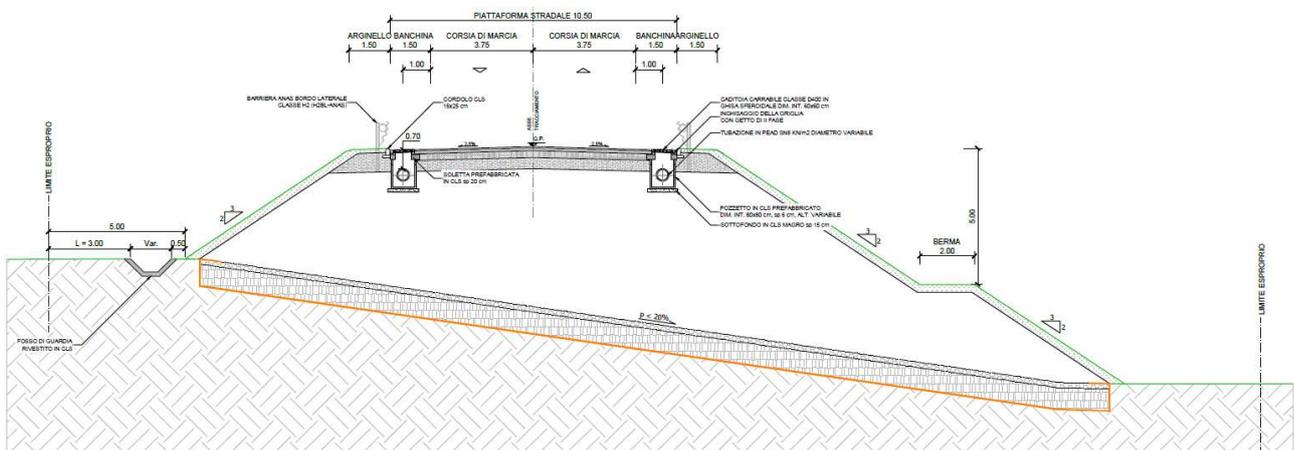


Figura 8 - Sezione tipo in rilevato tra le pk 0+023 e 0+050, le pk 3+405 e 3+451

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 13 di 37
		Data 10/2023	

4.3.2 Sezioni in trincea

Nella viabilità in trincea gli scavi sono realizzati con pendenza delle scarpate al 3/2 (H/V) ed ogni 5 metri di sviluppo in altezza dello scavo sono inserite banche di larghezza 2 metri, in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito.

L'elemento marginale di drenaggio è costituito da una cunetta alla francese in cls di larghezza pari a 1.25 m e altezza massima di 30 cm con sezione di deflusso triangolare. Al di sotto della cunetta è disposta una tubazione in PEad con DN variabile che si mantiene generalmente parallela al profilo stradale e con ricoprimento minimo di 65 cm.

La cunetta presenta scarichi verticali puntuali realizzati per mezzo di una griglia in ghisa sferoidale classe D400 di luce netta 60x60 cm che sormonta un pozzetto prefabbricato in cls di dimensioni interne 80x80 cm. Le griglie con pozzetto sottostante sono disposte lungo la viabilità con un passo di 25 m.

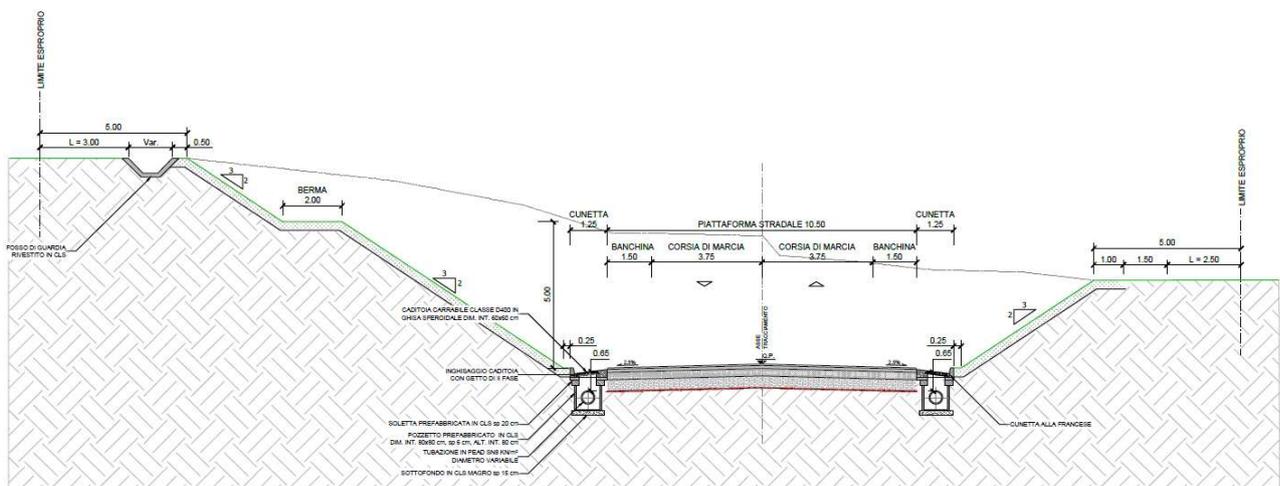


Figura 9 - Sezione tipo in trincea

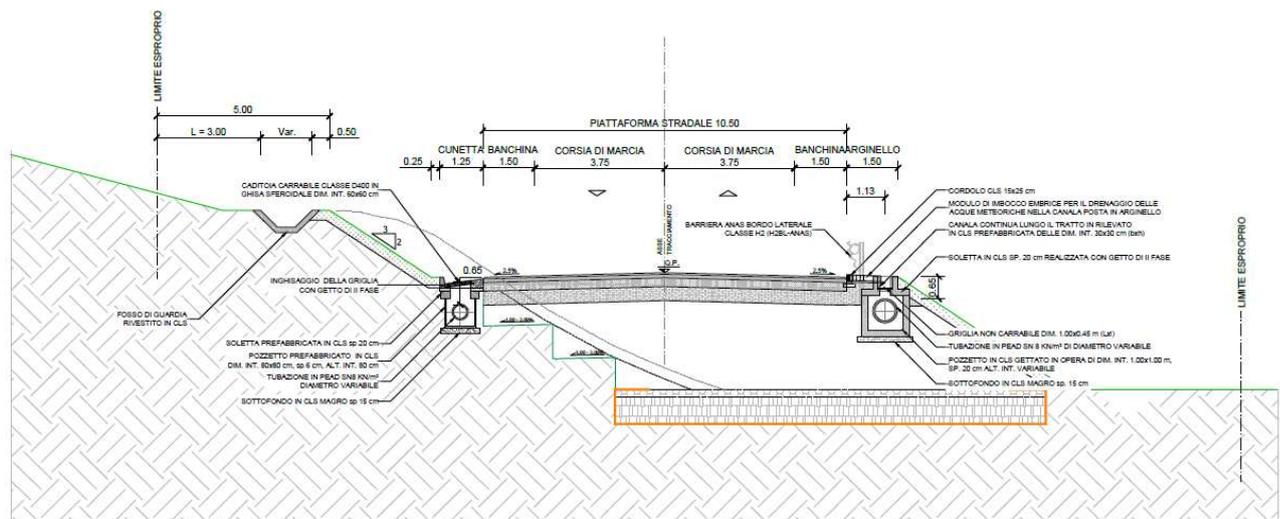


Figura 10 - Sezione tipo a mezzacosta

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 14 di 37
		Data 10/2023	

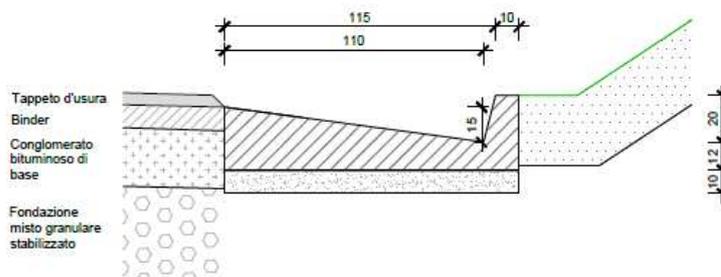


Figura 11 - Particolare cunetta alla francese

4.3.3 Sezioni in viadotto

Nei tratti in corrispondenza del viadotto, il sistema di raccolta acque è composto da vaschette ricavate come risparmio nel getto della soletta. Dette vaschette, opportunamente impermeabilizzazione, sono sormontate da griglie 50x50 cm poste a passo di massimo 20 m nei tratti in rettilineo e di 10 m nei tratti in curva. Il sistema si completa di un messicano a cui è accoppiato un discendente in acciaio zincato DN 150 mm (DI 160.3 mm), che a sua volta si attesta sulla parte superiore del collettore di drenaggio anch'esso in acciaio zincato, di diametro e pendenza variabile in funzione del caso specifico.

La tubazione di drenaggio longitudinale lungo il viadotto è ancorata mediante collare in acciaio inox all'impalcato tramite tirafondi in acciaio e con passo di 5 m.

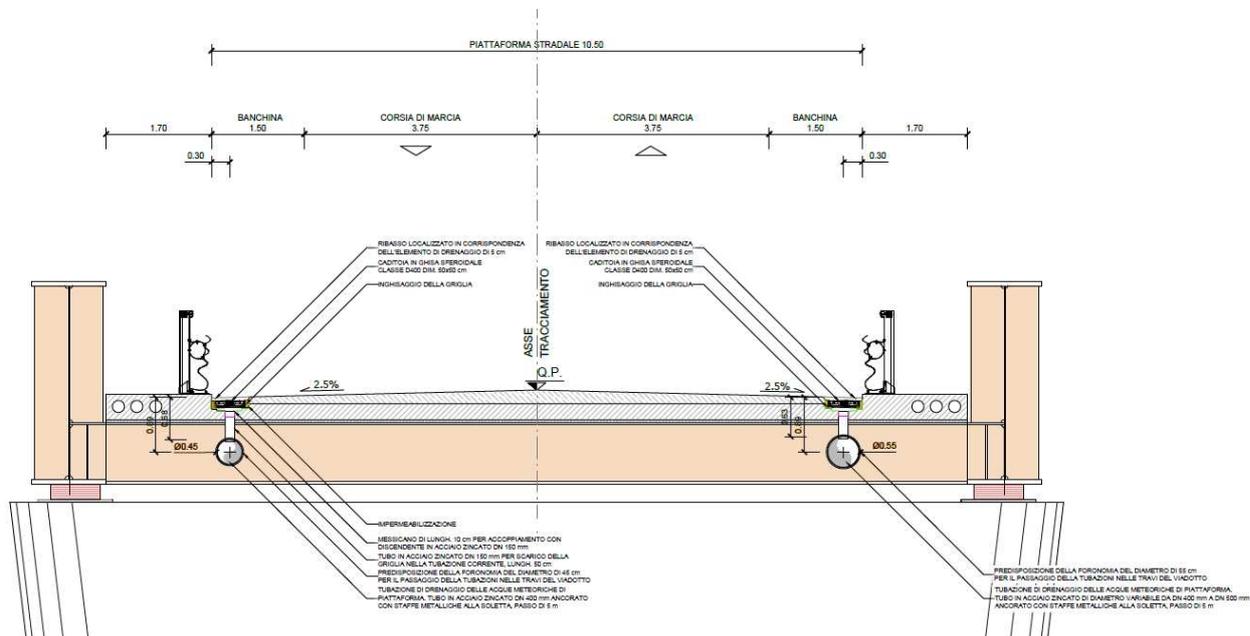


Figura 12 - Sezione tipo del Viadotto Sieve I

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 15 di 37
		Data 10/2023	

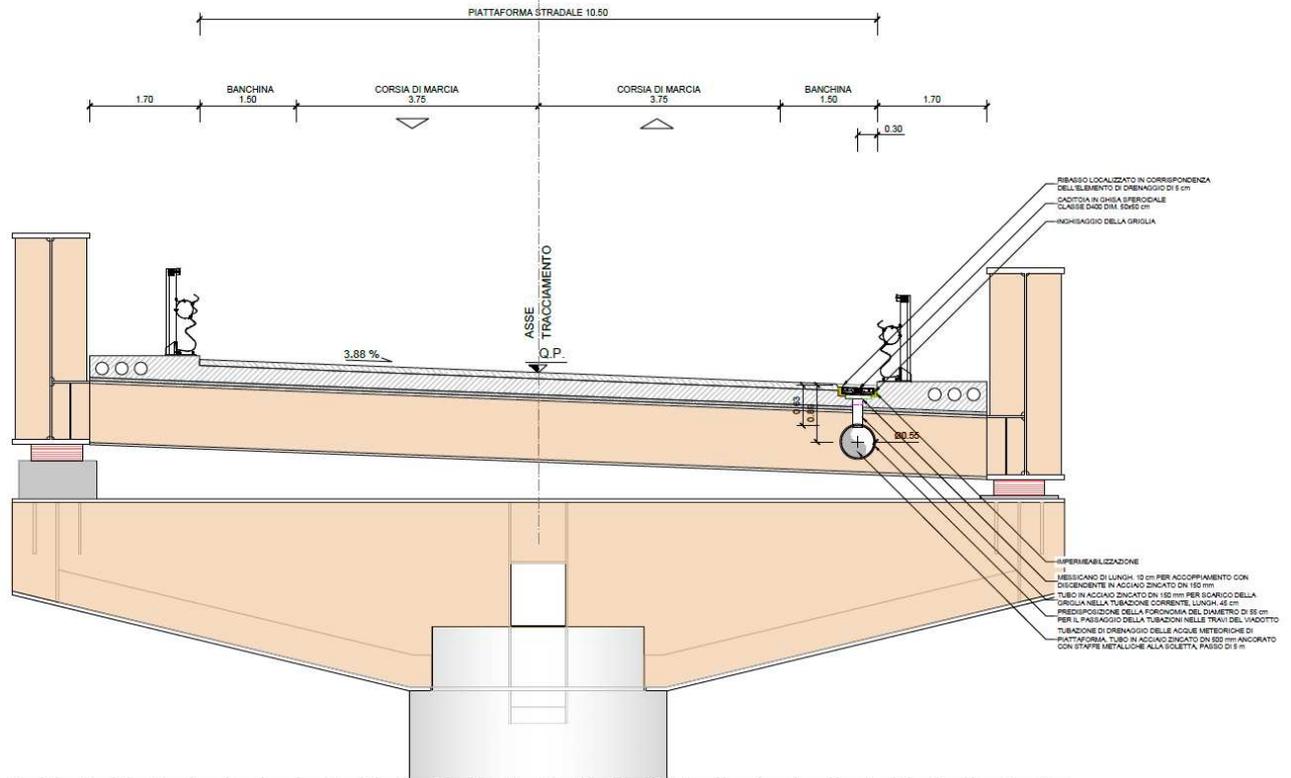


Figura 13 - Sezione tipo del Viadotto Argomenna

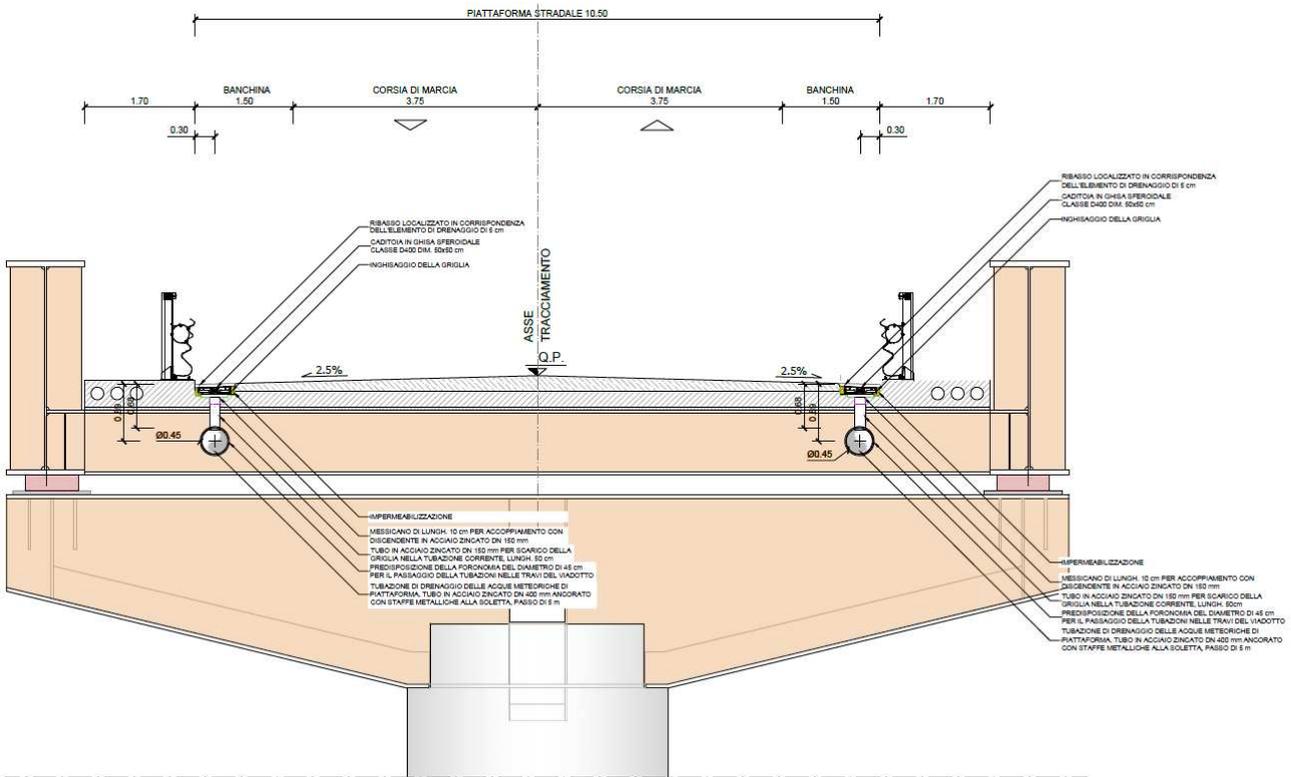


Figura 14 - Sezione tipo del Viadotto Sieve II

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 16 di 37
		Data 10/2023	

4.3.4 Sezioni in galleria

La rete di raccolta e convogliamento delle acque di piattaforma del tratto in galleria è stata progettata per poter funzionare completamente a gravità.

Il sistema di raccolta delle acque di piattaforma è composto dai seguenti elementi.

- Tubazioni (correnti longitudinali) in cls di DI 300 mm.
- Pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni interne 70x86 cm propedeutici all'ispezione e alla captazione delle acque meteoriche di trascinamento dei veicoli. Il pozzetto è munito di sifone per contenere i liquidi infiammabili. Il sifone è realizzato per mezzo di un setto in cls con luce di fondo alta 10 cm. I pozzetti sono posti a distanza di 25 m l'uno dall'altro. I pozzetti sono dotati di un chiusino in ghisa sferoidale 40x70 cm classe D400 e una caditoia in ghisa sferoidale 40x70 cm classe D400.

Il sistema di raccolta delle acque di infiltrazione è composto dai seguenti elementi.

- Tubazioni (correnti longitudinali) in PVC fessurate di DE 160 mm (DI 151 mm) che assolvono alla funzione di captazione e drenaggio delle acque di ammasso.
- Tubazioni (correnti trasversali) in PVC non fessurate di DE 160 mm (DI 151 mm) che scaricano le acque intercettate verso i correnti longitudinali. Tali scarichi sono previsti con passo di 25 m.
- Tubazioni (correnti longitudinali) in PVC SN 4 kN/m² di DE 250 mm (DI 235 mm) che assolvono alla funzione di trasporto delle acque di infiltrazione fino a recapito.
- Pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni interne 40x40 cm per ispezione. I pozzetti sono dotati di chiusino in ghisa sferoidale classe C250. I pozzetti sono posti a distanza di 25 m l'uno dall'altro.

Tutti i pezzi speciali eventuali utilizzati per i raccordi tra le tubazioni dovranno avere giunzioni a bicchiere con guarnizione di tenuta. Deve essere inoltre garantita la tenuta idraulica in corrispondenza degli innesti tra le tubazioni e i relativi pozzetti.

Per quanto riguarda la pendenza delle tubazioni, essa assume valore costante pari a quella della galleria.

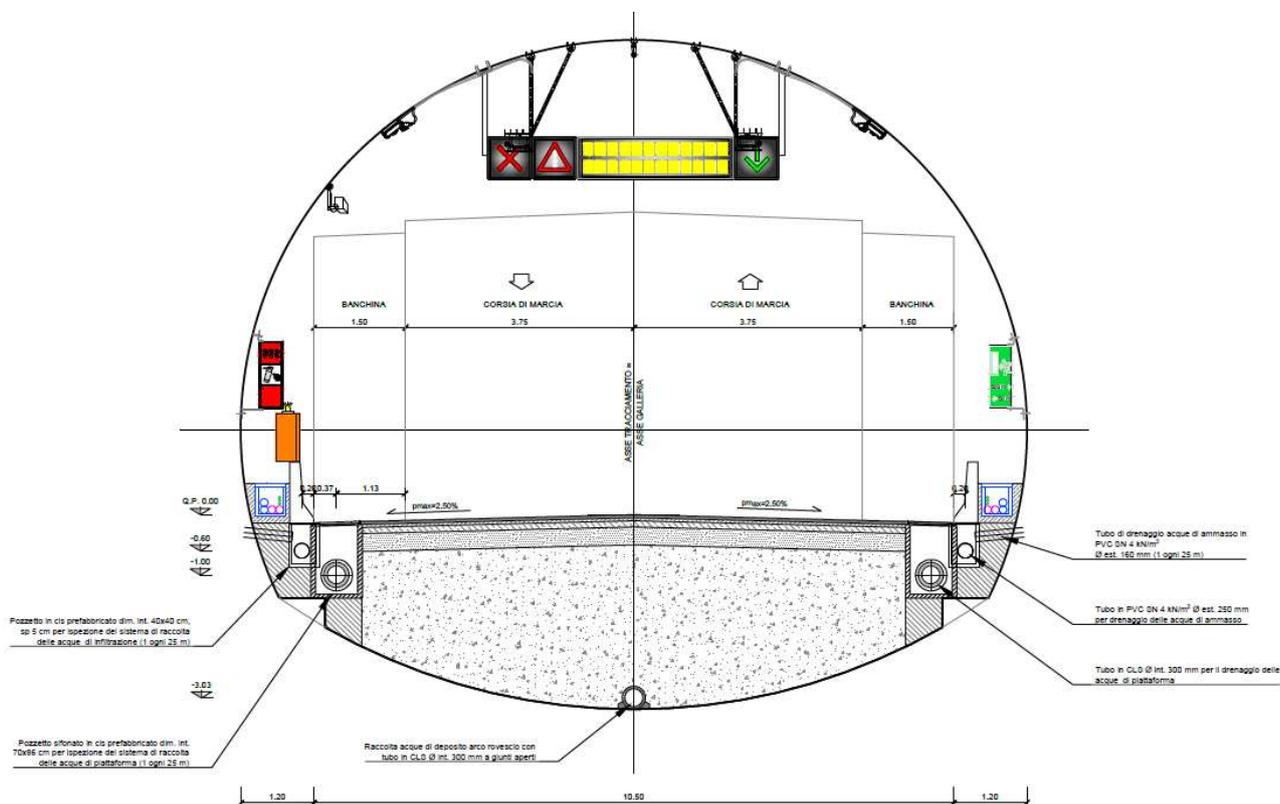


Figura 15 - Sezione tipo galleria: tratto in rettilineo

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 17 di 37
		Data 10/2023	

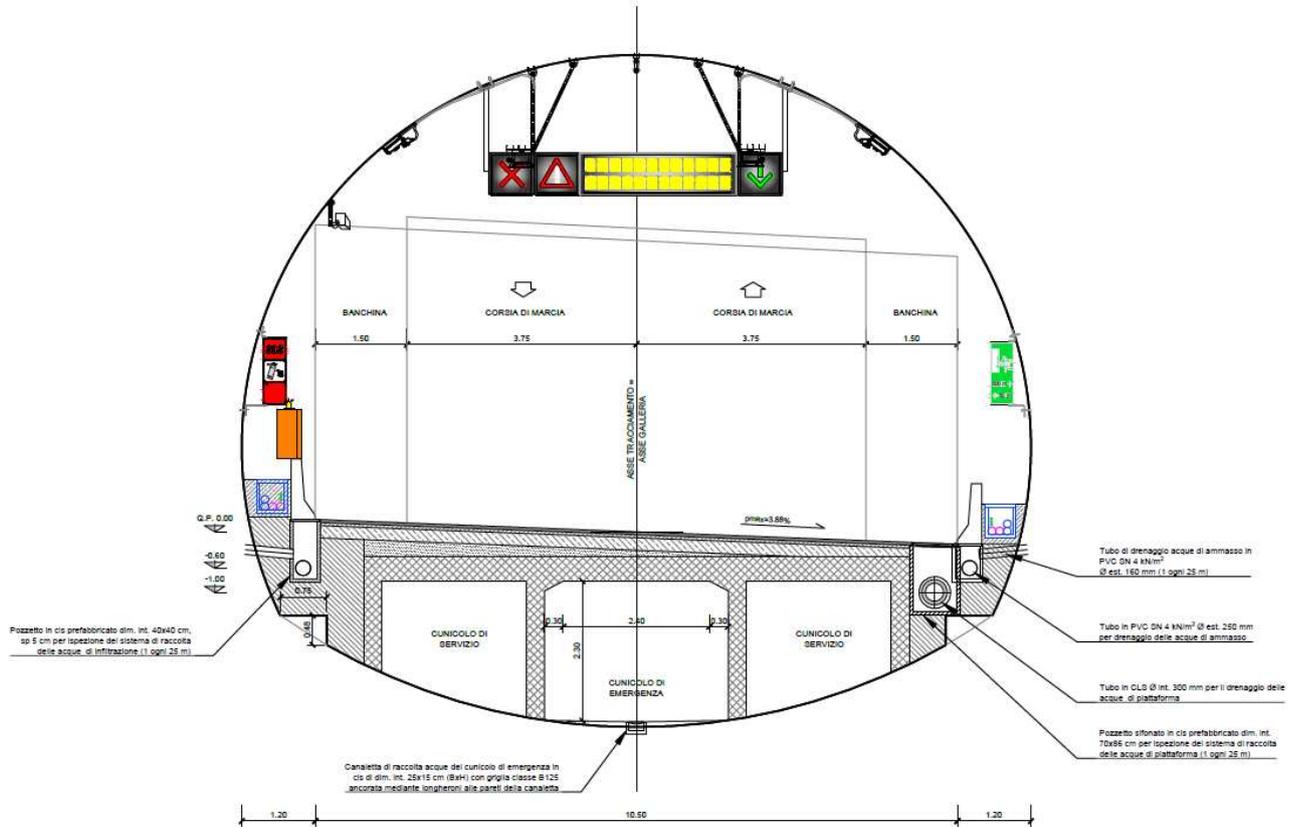


Figura 16 - Sezione tipo galleria: tratto in curva

CODIFICA DOCUMENTO	PROGETTAZIONE	REV.	FOGLIO
T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	A	18 di 37
		Data	
		10/2023	

5 ANALISI IDRAULICA

Sulla base dei tempi di ritorno e dei coefficienti assunti alla base della progettazione, ricavati a partire dall'analisi idrologica, si procede alla descrizione dei criteri di dimensionamento e verifica dei principali elementi costituenti il sistema di drenaggio.

5.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

La simulazione dei fenomeni di infiltrazione e della trasformazione afflussi-deflussi è stata condotta con un modello semplificato.

Il modello semplificato adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti-deflussi). Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene, almeno nel campo dell'idrologia a scala urbana: il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del bacino.

Il coefficiente di deflusso ϕ misura il rapporto tra il volume totale dei deflussi superficiali ed il volume totale degli afflussi meteorici. Nel caso in esame, è stato assunto un coefficiente di deflusso costante $\phi = 0.9$ per le superfici costituenti la piattaforma stradale, 0.5 per le superfici inerbite delle scarpate e 0.3 per le aree a verde.

Il tempo di corrivazione θ_c del bacino, riferito alla sezione di calcolo, rappresenta il tempo caratteristico di formazione degli scorrimenti superficiali; esso dà una rappresentazione della rapidità con cui i deflussi netti si concentrano nelle sezioni di chiusura del bacino in esame e dei sottobacini in cui è stato suddiviso, ed è quindi determinante per il calcolo della forma dell'onda di piena ed in particolare del valore di picco della portata (portata al colmo).

La trasformazione afflussi netti-deflussi è stata effettuata attraverso l'applicazione di un modello lineare basato sulla teoria dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH). Fondamentalmente il modello consiste nella trasformazione di un dato evento meteorico in un'onda di piena, ammettendo che, in ogni istante, la pioggia di durata infinitesimale e volume unitario (pioggia impulsiva) si trasformi in un'onda di piena unitaria (IUH), e che l'onda complessiva prodotta dall'evento meteorico considerato sia l'integrale nel tempo (convoluzione) dell'IUH moltiplicato per i volumi netti istantanei di precipitazione corrispondenti. La determinazione corretta dell'IUH costituisce un punto chiave del modello poiché esso racchiude in sé le caratteristiche fisiche del bacino che contribuiscono alla formazione delle piene, come per esempio la capacità di invaso del bacino e il tempo di risposta.

Nel presente progetto si è adottato l'IUH derivato dal modello dell'invaso. In questo caso si schematizza il bacino come un insieme di serbatoi caratterizzati da un legame lineare tra la portata nella sezione di chiusura e il volume immagazzinato dal sistema bacino-rete.

Assumendo l'ipotesi di pioggia costante e con riferimento ad una funzione IUH del tipo:

$$u(t) = \frac{1}{k} e^{-t/k}$$

la portata al colmo per l'evento critico è data dalla relazione:

$$Q_c = 2.78 \cdot \theta \cdot S \cdot D(n) \cdot a \cdot k^{n-1}$$

dove θ è il coefficiente d'afflusso (0.9 per la piattaforma stradale, 0.5 per le scarpate e 0.4 per le aree a verde), S [ha] la superficie scolante afferente, a [mm/h] ed n i parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica, k [ore] la costante d'invaso e D una funzione del parametro n (D assunto nei calcoli = 0.65); il coefficiente 2.78 serve a rendere omogenee tra loro le unità di misura affinché il valore di portata ottenuto risulti espresso in [l/s].

La costante d'invaso è stata calcolata utilizzando il metodo Urbis (definito presso il Politecnico di Milano dai prof. Paoletti e Mignosa):

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 19 di 37
		Data 10/2023	

$$k = 0.7\theta_c = 0.7 \left(T_e + \frac{T_r}{1.5} \right)$$

dove:

- T_e è il tempo d'ingresso in rete, assunto pari a 5 min (300 sec), date le dimensioni delle superfici in gioco;
- T_r è il tempo di traslazione della rete di drenaggio pari a $\sum Li/Vi$ (Li = lunghezza della tratta i-esima nel percorso idraulicamente più lungo e Vi = velocità di moto uniforme in corrispondenza del massimo riempimento del collettore/manufatto della i-esima tratta);
- θ_c è il tempo di corrvazione dell'intero bacino.

5.2 Criteri di verifica idraulica

5.2.1 Collettori di drenaggio della piattaforma stradale

Per quanto concerne la verifica idraulica dei deflussi nelle tubazioni a servizio della rete di drenaggio e smaltimento delle acque di piattaforma stradale, si è proceduto tramite l'analisi in condizioni di moto uniforme utilizzando la seguente formula di Chézy:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

in cui:

- Q è la portata di moto uniforme [m^3/s];
- A è l'area bagnata [m^2];
- R è il raggio idraulico [m];
- i è la pendenza del tratto;
- ks è il coefficiente di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}/s$], assunto pari a 80 $m^{1/3}/s$ per le tubazioni in materiale plastico, 90 $m^{1/3}/s$ per le tubazioni in acciaio e 60 $m^{1/3}/s$ per gli elementi in cls.

Il dimensionamento dell'intero sistema di drenaggio è stato sviluppato stimando in alcuni nodi idraulicamente importanti l'entità delle portate massime corrispondenti al tempo di ritorno di progetto; quindi, sono state determinate le caratteristiche geometriche delle canalizzazioni verificando, tramite la formula di Chézy, che queste abbiano capacità idraulica sufficiente per collettare le acque con franchi adeguati. Quale grado di riempimento limite accettabile per le tubazioni (rapporto tra l'altezza d'acqua nella tubazione ed il suo diametro) si è assunto un valore pari al 75%.

L'altezza d'acqua considerata per determinare il grado di riempimento è stata quella critica o quella di moto uniforme a seconda che la corrente in condotta fosse rispettivamente veloce o lenta.

Per i risultati del dimensionamento si rimanda all'Allegato 1.

5.2.2 Sistema banchina con cordolo e scarico con embrici

Ai fini del dimensionamento idraulico, il sistema "banchina con cordolo" è stato schematizzato come una sezione con deflusso triangolare come riportato nella figura seguente.

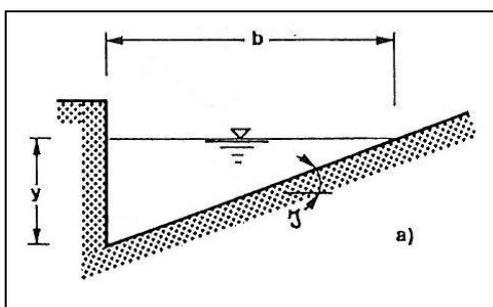


Figura 17 – Schematizzazione della sezione di deflusso in corrispondenza del cordolo

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 20 di 37
		Data 10/2023	

La larghezza b della sezione di deflusso triangolare è vincolata dalle dimensioni della banchina stradale. Si è infatti ipotizzato che la sezione di deflusso debba essere contenuta interamente nei limiti della banchina stradale, onde scongiurare fenomeni di acquaplaning.

La banchina ha lunghezza variabile tra 1.50 m e 1.00 m in base alla tratta considerata. In particolare, essa risulta pari a 1.50 m nelle tratte di viabilità principale.

La sezione di deflusso triangolare sopra descritta è chiaramente influenzata dalla pendenza trasversale del tratto di viabilità considerato. Fermo restando infatti il vincolo sulla larghezza massima, l'altezza della vena liquida potrà risultare inferiore al tirante massimo in considerazione del valore della pendenza trasversale. Alla luce di ciò, per ciascuna tratta omogenea è stato individuato il valore minimo di pendenza trasversale (a favore di sicurezza), determinando dunque l'area (A) e il perimetro bagnato (P) della sezione di deflusso triangolare.

Note le caratteristiche geometriche della sezione di deflusso, la portata massima Q_c convogliabile dal sistema "banchina con cordolo" è calcolabile tramite la nota formula di Chézy:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

in cui:

Q è la portata di moto uniforme [m^3/s];

A è l'area bagnata [m^2];

R è il raggio idraulico [m];

i è la pendenza del tratto;

k_s è il coefficiente di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}/s$], assunto pari a $60 m^{1/3}/s$ per i manufatti in cls.

Qualora l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunga la predetta portata massima, la banchina non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti e sarà pertanto necessario prevedere un elemento marginale che consenta di convogliare le acque lontano dalla sede stradale. Per determinare l'interasse massimo L_{max} per il quale prevedere lo scarico delle acque raccolte dal sistema "banchina con cordolo" si è adottato il procedimento descritto nel seguito.

Per ogni singolo tratto omogeneo è stato calcolato il coefficiente udometrico u [$l/s m$]. Il valore della portata massima afferente al sistema è dunque $Q_{max} = u \cdot L$ (con L = lunghezza del tratto).

Il numero di scarichi N necessari ($N = Q_{max} / Q_c$) è stato posto pari a 1.

Essendo inoltre $N = L / L_{max}$, vale la seguente catena di uguaglianze:

- $(u \cdot L) / Q_c = 1 = L / L_{max}$
- il valore L_{max} [m] è dunque calcolato con la relazione:
- $L_{max} = Q_c \cdot 1000 / u$

La procedura sopra riportata permette dunque di conoscere l'interasse massimo per il quale entra in crisi il sistema "banchina con cordolo". La verifica dell'interasse massimo $L_{max,marginale}$ degli elementi marginali, come riportato nei paragrafi successivi, è stata effettuata tenendo conto sia della massima capacità di smaltimento dell'elemento marginale medesimo sia della massima capacità del sistema "banchina con cordolo". In altre parole, il passo degli elementi marginali è pari al valore minimo tra L_{max} e $L_{max,marginale}$. In siffatta maniera si è certi che la carreggiata non sarà invasa da battenti idrici che potrebbero causare fenomeni di acquaplaning. Come detto in precedenza, l'interasse massimo dell'elemento marginale $L_{max,marginale}$ è calcolabile tramite la relazione:

$$L_{max,marginale} = Q_{c,marginale} \cdot 1000 / u$$

dove:

u è il coefficiente udometrico [$l/s m$].

Per quanto riguarda la verifica del cordolo, la verifica dell'elemento marginale è stata condotta sia in curva che in rettilineo per i tratti maggiormente sollecitati.

A titolo di esempio si riporta il calcolo per il tratto in rettilineo, lato Sieve, compreso tra le pk 1+050.00 e 1+175.00.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 21 di 37
		Data 10/2023	

In questo tratto, il coefficiente udometrico nella condizione idraulicamente più sfavorevole può essere pari a 0.43 l/s m. Considerando la pendenza longitudinale massima dello 0.7%, si ottiene un valore massimo drenabile dal cordolo pari a circa 53 l/s. Ciò implica la necessità di avere uno scarico ogni 20 m.

VERIFICA CORDOLO											
u	Banchina	Pend. Long.	Pend. Trasv.	h	A	P	R	K _s	Q	n. scarichi	interas.
[l/s*m]	[m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ^{1/3} /s]	[m ³ /sec]	[-]	[m]
0.43	1.50	0.007	0.025	0.0375	0.03	1.54	0.02	60	0.010	6.00	20.00

Tabella 5 – Verifica del cordolo nel tratto in rettilo nella condizione idraulicamente più sfavorevole

L'elemento di imbocco dell'embrice è leggermente depresso rispetto al ciglio stradale, ovvero presenta rispetto allo stesso un affondamento di circa 5 cm. Ciò permette di migliorarne il comportamento idraulico, aumentando il tirante idrico. Di ciò si è tenuto conto nei calcoli idraulici imponendo un incremento del tirante pari a 5 cm rispetto a quello calcolato nella sezione di monte in corrispondenza del sistema "banchina con cordolo".

Nel caso dell'embrice, il valore della portata massima convogliabile $Q_{c,marginale}$ è calcolabile assimilando il funzionamento idraulico dell'embrice a quello di una soglia sfiorante a sezione trapezoidale e quindi secondo la formula:

$$Q_{c,marginale} = \mu L h \sqrt{2gh}$$

dove:

$\mu = 0.385$;

L = larghezza della soglia sfiorante (larghezza minore dell'embrice pari a 0.3 m);

h = carico sulla sezione (m).

Nei tratti in rettilo, considerando un tirante idrico di 8.75 cm si ottiene un valore massimo di portata scaricabile dall'embrice pari a circa 13 l/s, con un passo minimo di 22 m.

EMBRICI					
μ	Largh	h	Q embrice	n. scarichi	interas.
[-]	[m]	[m]	[m ³ /sec]	[-]	[m]
0.385	0.30	0.0875	0.013	5.00	22.00

Tabella 6 – Verifica dell'embrice nel tratto in rettilo nella condizione idraulicamente più sfavorevole

In questo caso specifico essendo la pendenza longitudinale del tratto analizzato molto bassa (0.7%) il passo embrice è stato assunto pari a 15 m a vantaggio di sicurezza.

A titolo di esempio si riporta il calcolo per il tratto in curva compreso tra le pk 1+025.00 e 0+600.00.

Nel tratto in curva, il coefficiente udometrico nella condizione idraulicamente più sfavorevole può essere pari a 0.66 l/s m. Considerando la pendenza longitudinale massima dell'1.5%, si ottiene un valore massimo drenabile dal cordolo pari a circa 280 l/s. Ciò implica la necessità di avere uno scarico ogni 28 m.

VERIFICA CORDOLO											
u	Banchina	Pend. Long.	Pend. Trasv.	H	A	P	R	K _s	Q	n. scarichi	interas.
[l/s*m]	[m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ^{1/3} /s]	[m ³ /sec]	[-]	[m]
0.66	1.50	0.015	0.030	0.045	0.03	1.55	0.02	60	0.019	15.00	28.00

Tabella 7 – Verifica del cordolo nel tratto in curva nella condizione idraulicamente più sfavorevole

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 22 di 37
		Data 10/2023	

Nel caso dell'embrice, nel tratto in curva, considerando un tirante idrico di 9.5 cm si ottiene un valore massimo di portata scaricabile dall'embrice pari a circa 15 l/s, con un passo minimo di 8 m.

EMBRICI					
μ	Largh	h	Q embrice	n. scarichi	interas.
[-]	[m]	[m]	[m ³ /sec]	[-]	[m]
0.385	0.30	0.095	0.015	19.00	22.00

Tabella 8 – Verifica dell'embrice nel tratto in curva nella condizione idraulicamente più sfavorevole

Essendo limitante la verifica dell'embrice rispetto alla verifica del cordolo, è stato adottato nei tratti in curva come passo embrici 15 m.

Per i risultati del dimensionamento si rimanda all'Allegato 2.

5.2.3 Verifica della canale lato arginello e passo delle griglie di captazione

Di seguito viene esposto il dimensionamento e la verifica della canaletta lato arginello. La canale prevista in progetto è in cls ed ha le dimensioni interne 30x30 cm (bxh).

Il dimensionamento della canale e del passo dei pozzetti sottostanti è stato effettuato per i tratti idraulicamente più sollecitati sia in rettilo che in curva.

In rettilo il tratto più sollecitato è quello compreso tra le pk 1+175.00 e 1+450.00. Il tratto si sviluppo con una pendenza longitudinale media dell'1.5% e la portata massima generata è di 82 l/s.

La verifica della canale è stata effettuata imponendo un livello massimo nella canale di 15 cm. Livello che consente di avere disconnessi idraulicamente la canale e l'embrice che vi scarica.

La verifica a moto uniforme della canaletta con un'altezza critica di 15 cm (essendo la canale in regime di corrente veloce) permette di convogliare una portata massima di 55 l/s, che rapportata al tratto analizzato fornisce un punto di scarico ogni 137 m.

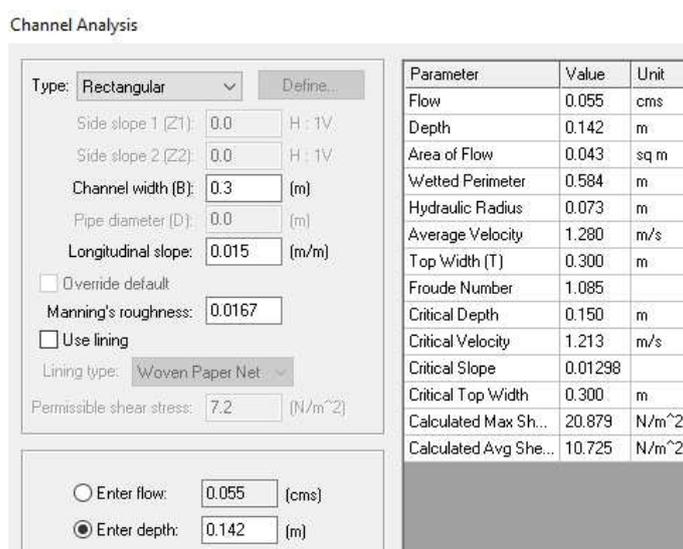


Figura 18 – Verifica a moto uniforme della canale 30x30 cm (bxh) lato arginello nel tratto in rettilo idraulicamente più sollecitato

La griglia di captazione ha dimensioni interne in pianta di 1.00x0.45 m. Il passo delle griglie di captazione è stato valutato assumendo un carico massimo di 10 cm. In queste condizioni la griglia è capace di scaricare una portata pari a 24 l/s. Quindi, sull'intero tratto analizzato si avrebbero 4 punti di scarico ogni 68 m.

A favore di sicurezza è stato imposto il passo degli elementi di captazione, quindi dei pozzetti, in rettilo pari a 25 m.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 23 di 37
		Data 10/2023	

In maniera analoga si è proceduto per i tratti in curva. In curva il tratto più sollecitato è quello compreso tra le pk 1+781.45 e 1+581.84. Il tratto si sviluppa con una pendenza del 5% e la portata massima generata è di 198 l/s. In maniera analoga a quanto esposto precedentemente, la canale è capace di convogliare una portata di 55 l/s, quindi un punto di scarico ogni 99 m, mentre la griglia una portata pari a 24 l/s con 9 punti di scarico ogni 22 m.

A favore di sicurezza è stato imposto il passo degli elementi di captazione, quindi dei pozzetti, in curva pari a 15 m.

Per i risultati del dimensionamento si rimanda all'Allegato 2.

5.2.4 Sistema banchina con cunetta alla francese e scarico con caditoie e tubazioni sottostanti

Ai fini del dimensionamento idraulico, il sistema "banchina con cunetta alla francese" è stato schematizzato come una sezione con deflusso triangolare come riportato nella figura seguente.

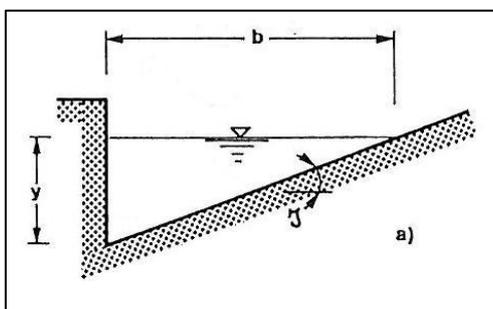


Figura 19 – Schematizzazione della sezione di deflusso in corrispondenza della cunetta

La larghezza b della sezione di deflusso triangolare è vincolata dalle dimensioni della banchina stradale. Si è infatti ipotizzato che la sezione di deflusso debba essere contenuta interamente nei limiti della banchina stradale, onde scongiurare fenomeni di acquaplaning.

La sezione di deflusso triangolare sopra descritta è chiaramente influenzata dalla pendenza trasversale del tratto di viabilità considerato. Fermo restando infatti il vincolo sulla larghezza massima, l'altezza della vena liquida dovrà essere contenuta nella cunetta e comunque non potrà essere tale da superare il limite della segnaletica in banchina. Alla luce di ciò, per ciascuna tratta omogenea è stato individuato il valore minimo di pendenza trasversale (a favore di sicurezza), determinando dunque l'area (A) e il perimetro bagnato (P) della sezione di deflusso triangolare.

Note le caratteristiche geometriche della sezione di deflusso, la portata massima Q_c convogliabile dal sistema "banchina con cordolo" è calcolabile tramite la nota formula di Chézy:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Qualora l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunga la predetta portata massima, la banchina non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti e sarà pertanto necessario prevedere un elemento marginale che consenta di convogliare le acque lontano dalla sede stradale. Per determinare l'interasse massimo L_{max} per il quale prevedere lo scarico delle acque raccolte dal sistema "banchina con cunetta" si è adottato il procedimento descritto nel seguito.

- Per ogni singolo tratto omogeneo è stato calcolato il coefficiente idrometrico u [l/s m]. Il valore della portata massima afferente al sistema è dunque $Q_{max} = u \cdot L$ (con L = lunghezza del tratto).
- Il numero di scarichi N necessari ($N = Q_{max} / Q_c$) è stato posto pari a 1.
- Essendo inoltre $N = L / L_{max}$, vale la seguente catena di uguaglianze:
 $(u \cdot L) / Q_c = 1 = L / L_{max}$.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 24 di 37
		Data 10/2023	

- Il valore L_{max} [m] è dunque calcolato con la relazione:

$$L_{max} = Q_c \cdot 1000 / u.$$

La procedura sopra riportata permette dunque di conoscere l'interasse massimo per il quale entra in crisi il sistema "banchina con cunetta". La verifica dell'interasse massimo $L_{max,marginale}$ degli elementi marginali, come riportato nei paragrafi successivi, è stata effettuata tenendo conto sia della massima capacità di smaltimento dell'elemento marginale medesimo sia della massima capacità del sistema "banchina con cunetta". In altre parole, il passo degli elementi marginali è pari al valore minimo tra L_{max} e $L_{max,marginale}$. In siffatta maniera si è certi che la carreggiata non sarà invasa da battenti idrici che potrebbero causare fenomeni di acquaplaning. L'elemento marginale scelto per lo scarico delle acque intercettate dalla cunetta alla francese è rappresentato dalla griglia di luce netta 60x60 cm con collettori di drenaggio sottostanti. Le griglie sono da disporre con passo di 25 m in rettilineo e passo di 15 m in curva.

L'interasse massimo dell'elemento marginale $L_{max,marginale}$ è calcolabile tramite la relazione:

$$L_{max,marginale} = Q_{c,marginale} \cdot 1000 / u$$

Nel caso della griglia, il valore di portata massima convogliabile $Q_{c,griglia}$ è calcolabile assimilando il funzionamento idraulico della griglia a quello di una soglia che funzioni a stramazzo, esprimibile con la seguente:

$$Q_c = C \cdot P \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- C = 0.385, considerando un funzionamento di tipo a stramazzo a larga soglia;
- P = perimetro bagnato della caditoia [m];
- h [m] = carico sullo stramazzo.

Dall'analisi del tracciato stradale e della configurazione della rete di raccolta e convogliamento delle acque di piattaforma, il tratto maggiormente sollecitato dal punto di vista idraulico risulta essere quello posto in corrispondenza della trincea tra le pk 1+050.00 e 1+225.00 a cui corrisponde una portata massima di 54 l/s. La verifica a moto uniforme della cunetta, nel tratto interessato, con una pendenza longitudinale dello 0.7%, evidenzia che la cunetta è sufficiente a convogliare le acque del tratto con un'altezza pari a 13.5 cm rispetto ai 20 cm della cunetta stessa e pertanto un grado di riempimento del 68%. Nonostante la cunetta sia sufficiente a drenare in sicurezza le acque dei tratti interessati sono state predisposte delle griglie di captazione a passo regolare di 25 m.

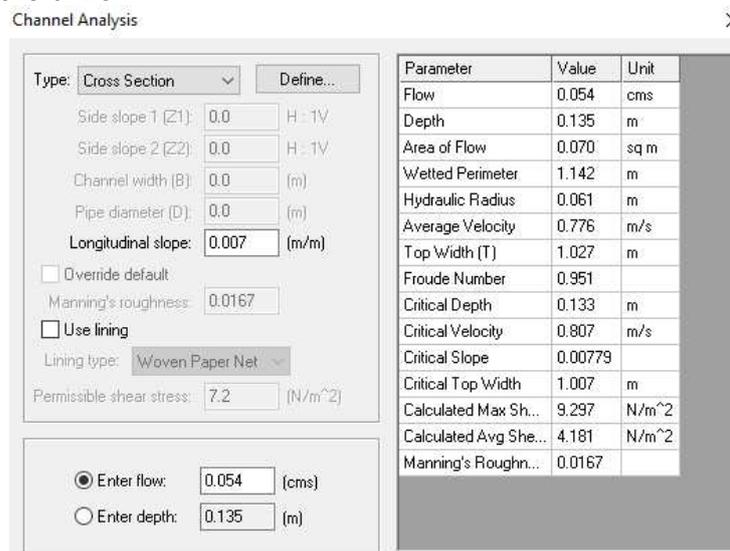


Figura 20 – Verifica della cunetta alla francese nella condizione di massima pendenza longitudinale 0.7%

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 25 di 37
		Data 10/2023	

5.2.5 Fossi di guardia

A protezione dei rilevati stradali delle viabilità di progetto è prevista la realizzazione di canali di gronda rivestiti in cls a causa delle elevate pendenze. Nei casi invece di ricucitura del reticolo esistente o di risagomatura di fossi esistenti il progetto di progetto, se le pendenze lo permettono, sono previsti in terra.

Il dimensionamento e la verifica sono stati fatti per tempo di ritorno di 50 anni e grado di riempimento massimo dell'80%.

Per quanto concerne la verifica idraulica dei deflussi nei fossi in progetto, si è adottata la procedura descritta nei paragrafi precedenti. Si è applicato il metodo della corrivazione all'area sottesa dalla sezione di chiusura e verificato il manufatto in condizioni di moto uniforme utilizzando la nota formula di Chézy:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

in cui:

Q è la portata di moto uniforme [m³/s];

A è l'area bagnata [m²];

R è il raggio idraulico [m];

i è la pendenza del tratto;

k_s è il coefficiente di scabrezza di Strickler [m^{1/3}/s], assunto pari a 60 m^{1/3}/s per i fossi in cls, 40 m^{1/3}/s per i fossi in terra.

Si precisa che nel caso in cui parte delle acque di versante siano scaricate nel fosso in progetto, la massima portata afferente al medesimo è dovuta sia al contributo delle acque di versante sia a quello relativo alle acque di piattaforma.

I fossi previsti in progetto sono in cls e in terra. Quelli in cls hanno base variabile (50 e 75 cm), altezza variabile (50 e 75 cm) e pendenza delle scarpate 1/1 (H/V), come riportato nella tabella e nella figura seguenti.

TABELLA DIMENSIONI FOSSI IN CLS (in cm)				
FR	A	B	C	Ingombro in testa
2	50	50	50	150
3	75	75	75	225

Tabella 9 – Tabella riepilogativa dimensione fossi in cls

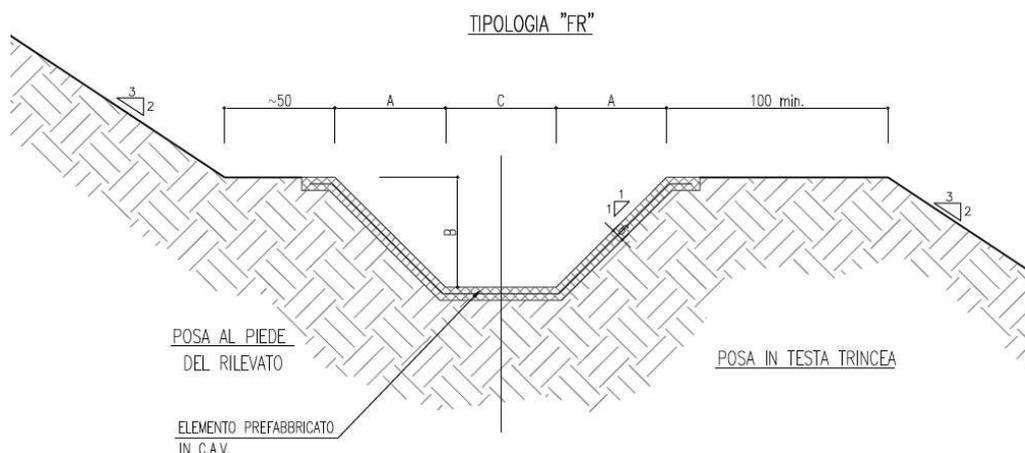


Figura 21 – Tipologico fosso in cls

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 26 di 37
		Data 10/2023	

I fossi inerbiti sono di un'unica tipologia, come riportato nella tabella seguente

TABELLA DIMENSIONI FOSSI INERBITI (in cm)				
FI	A	B	C	Ingombro in testa
1	50	50	50	150

Tabella 10 - Tabella riepilogativa dimensione fossi inerbiti

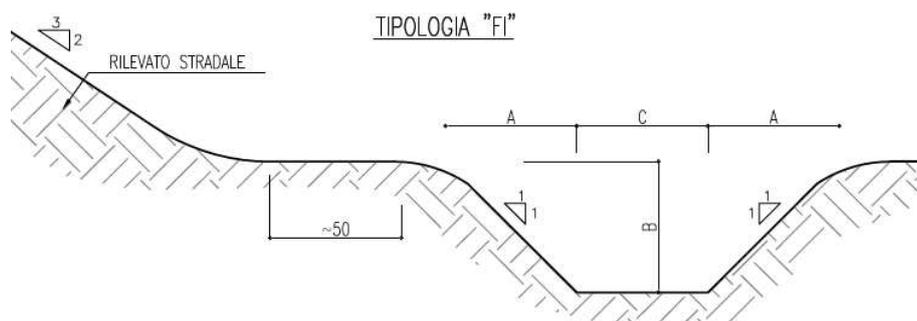


Figura 22 - Tipologico fosso inerbito

Nell'Allegato 1 alla presente relazione si riportano i calcoli per il dimensionamento dei fossi.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 27 di 37
		Data 10/2023	

6 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E STOCCAGGIO SVERSAMENTI ACCIDENTALI

Il progetto si completa con il dimensionamento e la verifica di alcune vasche adibite al trattamento delle acque di prima pioggia, ovvero disoleazione e sedimentazione, ed allo stoccaggio di eventuali sversamenti accidentali.

Le vasche sono state posizionate in luoghi facilmente accessibili o dalla sede carrabile o da stradine esistenti per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

I criteri a base della progettazione delle vasche si possono riassumere nei seguenti:

- 1) limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
- 2) fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia;
- 3) "catturare" gli eventuali sversamenti accidentali;
- 4) far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- 5) mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

Ogni vasca prevede l'ingresso del collettore della rete di drenaggio della piattaforma in un locale di calma delle dimensioni opportune. In questo modo, l'acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa la sua energia, in questo locale avviene la separazione tra le acque di prima e di seconda pioggia mediante dei setti sfioranti. Le acque di seconda pioggia vengono convogliate allo scarico mentre le acque di prima pioggia entrano nel comparto di sedimentazione/disoleazione della vasca.

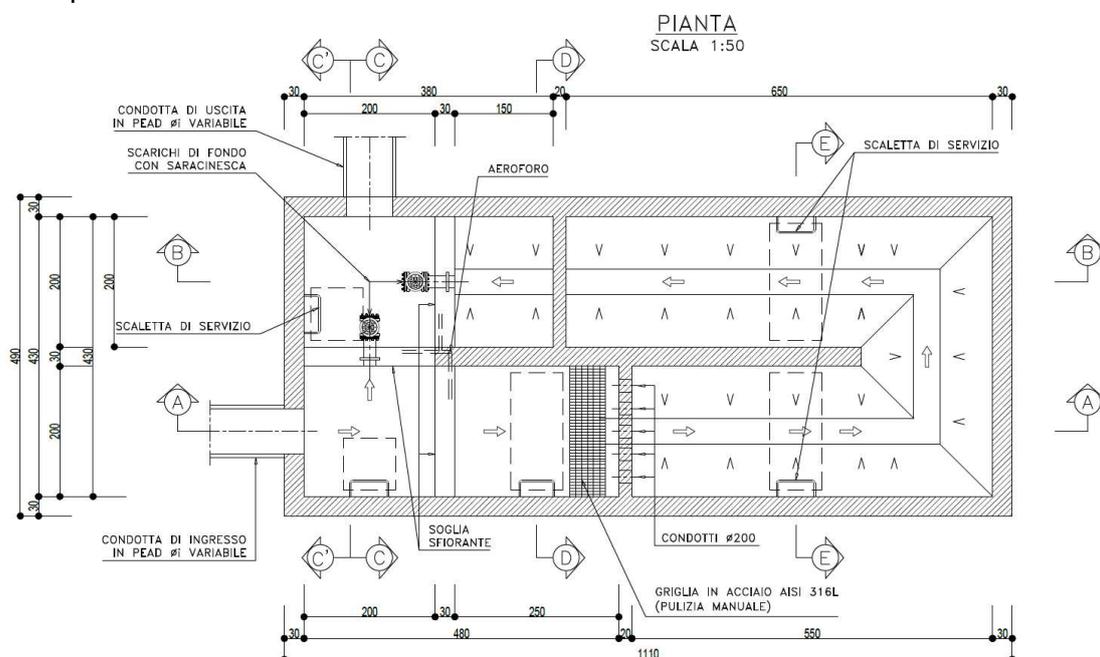


Figura 23 – Planimetria di una vasca tipo

È evidente che il volume compreso fra il bordo inferiore del setto e lo sfioratore in uscita è a disposizione degli oli di prima pioggia, che quindi, in assenza di sversamenti, possono essere allontanati con cadenza anche di qualche mese; gli sversamenti accidentali vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano parzialmente la capacità disponibile.

Il dimensionamento della vasca tiene infatti conto del volume dello sversamento accidentale assunto pari a 40.000 litri.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 28 di 37
		Data 10/2023	

Per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, si è preso come riferimento quanto previsto dalla legge regionale della Lombardia n° 62/85, che recita:

"Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate."

Si è quindi determinata la portata massima derivante dell'evento di pioggia relativo adottato per la verifica dei collettori (TR 25 anni).

Si è fissato inoltre che il volume di sversamento (40.000 litri) possa defluire nella vasca con una portata pari a quella massima consentibile da un collettore di una singola carreggiata, sezione piena con una pendenza pari all'1%. Sulla base della portata di prima pioggia si è quindi proceduto alla determinazione della lunghezza della vasca, ponendo tuttavia il limite minimo corrispondente al volume di sversamento 40.000 litri).

Facendo ricorso alla legge di Stokes, la velocità di sedimentazione è pari a:

$$V_s = \frac{g}{18} (\gamma_s - \gamma_w) \frac{D^2}{\mu}$$

Ove

- V_s = velocità di sedimentazione, in cm/s;
- g = accelerazione di gravità = 9.81 m/s²;
- γ_s = peso specifico dei solidi sospesi = 2.36 g/cm³;
- γ_w = peso specifico dell'acqua = 1 g/cm³;
- D = diametro della particella, in mm = 0.0002 m;
- μ = viscosità cinematica dell'acqua, in centistokes (1 centistokes = 0.01 cm²/s).

Con riferimento ad una vasca rettangolare, il tempo di percorrenza orizzontale vale:

$$t_{\text{orizzontale}} = L/V = L * h * b / Q$$

essendo:

- L = lunghezza della vasca
- V = velocità di percorrenza della corrente = $Q/b*h$
- Q = portata in ingresso alla vasca
- b = larghezza della vasca
- h = altezza della vasca

mentre il tempo di caduta verticale vale:

$$t_{\text{verticale}} = h/V_s.$$

Assumendo $t_{\text{orizzontale}} = t_{\text{verticale}}$, si ha che la lunghezza è pari a:

$$L_{\text{sole PP}} = h * Q / (V_s * b * h)$$

Al fine di consentire lo stoccaggio dello sversamento accidentale di 40 m³ la lunghezza minima della vasca viene calcolata con la seguente relazione:

$$L_{\text{sversamento}} = V_{\text{sversamento}} / (b * (h_{\text{petto sfiorante PP}} - h_{\text{soglia di uscita}}))$$

Dove l'altezza della soglia di uscita è pari a 0.4 m.

Pertanto, la lunghezza complessiva del modulo di disoleazione/sedimentazione sarà pari alla maggiore tra la lunghezza dovuta alle sole prime piogge ed alla lunghezza dovuta allo sversamento accidentale.

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 29 di 37
		Data 10/2023	

Un ulteriore verifica da effettuare riguarda il tempo di decantazione degli oli. Si è preso come riferimento il tempo di decantazione minimo di 16.6 min per oli di densità di 0.85 g/cm³.

Nella tabella seguente sono riportati i dati di progetto delle vasche: il tratto di riferimento, l'area di piattaforma contribuente, la portata totale in ingresso, la portata di seconda e prima pioggia, la larghezza della vasca, la velocità di sedimentazione dei solidi sospesi trasportati dall'acqua (velocità di Stokes), la lunghezza di progetto del modulo di disoleazione/sedimentazione della vasca, la velocità di decantazione degli oli, il tempo di decantazione degli oli, il tempo di percorrenza orizzontale delle acque ed il tempo di sedimentazione delle particelle.

Vasca	Tratto	Superficie	Q Tot	Q SP	Q PP	b	L prog.
[-]	[-]	[m ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[m]
TA.01	Viadotto Sieve I + Rot. 1	8608	0.370	0.322	0.048	3.00	13.50
TA.02	pk 1+050 – pk 0+525	6360	0.342	0.306	0.036	2.00	19.50
TA.04	Viadotto Argomena	2760	0.174	0.159	0.015	3.00	13.50
TA.06	Viadotto Sieve II + Rot. 3	8417	0.369	0.322	0.047	3.00	13.50

Vasca	v Stokes	v decantazione	t decantazione oli	t orizzontale	t sedimentazione	t oriz > t sed	t dec oli > 16.6 min
[-]	[m/s]	[m/s]	[min]	[min]	[min]	[-]	[-]
TA.01	0.0291	0.0104	19.79	21.61	0.88	✓	✓
TA.02	0.0291	0.0115	25.92	28.36	0.89	✓	✓
TA.04	0.0291	0.0034	61.72	66.58	0.87	✓	✓
TA.06	0.0291	0.0102	20.24	22.11	0.88	✓	✓

Tabella 11 - Verifica delle vasche di sedimentazione

Per definire la quota dello stramazzo che serve da by-pass, si è imposto che la distanza soglia del bypass e quella della prima pioggia rispetti le seguenti condizioni:

- la soglia deve essere sufficientemente alta da consentire il deflusso della portata di prima pioggia;
- la soglia deve consentire il deflusso dell'intera portata proveniente dai collettori in occasione dell'evento venticinquennale (TR 25 anni);
- la soglia deve consentire l'ingresso in vasca della portata derivante dallo sversamento.

Quando la portata che giunge al manufatto supera la portata di progetto di prima pioggia, ma è minore della portata di sversamento, detta portata continua a transitare entro la vasca che ovviamente si trova ad avere ancora funzionalità di sedimentazione anche se con minore efficienza.

Nel momento in cui la portata, supera la portata di progetto di prima pioggia, ma è anche superiore alla portata di sversamento, la portata in esubero sfiora dallo stramazzo bypass e giunge attraverso la condotta di uscita, direttamente alla rete idrografica.

Il calcolo dell'altezza dello stramazzo è stato condotto facendo ricorso alla formula dello stramazzo in soglia sottile con contrazione completa alla base e contrazione soppressa ai lati con la nota formula di Poleni:

$$Q = \mu L h (2 g h)^{0.5}$$

in cui:

- Q rappresenta la portata;

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV.	FOGLIO
		A	30 di 37
		Data 10/2023	

- h rappresenta il carico dello stramazzo;
- L la lunghezza della soglia;
- $\mu = 0.48 - 0.55$ (Creager-Scimemi).

Nella tabella seguente sono riportati per ogni vasca le altezze dei peli liberi sfioranti sullo sfioro di ingresso e sullo sfioro di by-pass delle seconde piogge calcolati rispetto al fondo della vasca, e l'altezza totale di massimo riempimento.

Vasca	Q Tot	Q SP	Q PP	b	h petto	h sullo sfioro PP	h petto+sfioro PP	h petto+sfioro SP	h max	h vasca
[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
TA.01	0.370	0.322	0.048	3.00	1.50	0.04	1.54	0.15	1.69	2.50
TA.02	0.342	0.306	0.036	2.00	1.50	0.05	1.55	0.19	1.74	2.50
TA.04	0.174	0.159	0.015	3.00	1.50	0.02	1.52	0.09	1.62	2.50
TA.06	0.369	0.322	0.047	3.00	1.50	0.04	1.54	0.15	1.69	2.50

Tabella 12 - Verifica dei tiranti idrici all'interno delle vasche di sedimentazione

La vasca TA.03 è propedeutica al trattamento delle acque di prima pioggia e stoccaggio sversamenti accidentali per il tratto compreso tra le pk 1+050.00 e 1+775.00. A differenza delle altre, è una vasca prefabbricata dimensionata per il trattamento in continuo delle acque di prima pioggia. La portata di dimensionamento è pari a 90 l/s.

CODIFICA DOCUMENTO	PROGETTAZIONE	REV.	FOGLIO
T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) LOTTI 2A e 2B	A	31 di 37
		Data	
		10/2023	

7 CONCLUSIONI

Nel documento si dà contezza dei dimensionamenti a norma di legge del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di piattaforma e delle opere di trattamento delle stesse prima di essere conferite al recapito.

Tutte le reti sono state dimensionate e verificate per il tempo di ritorno di riferimento ed è sempre garantito un grado di riempimento minore del 75% per le reti di drenaggio e dell'80% per i canali di gronda.

CODIFICA DOCUMENTO	PROGETTAZIONE	REV.	FOGLIO
T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	A	32 di 37
		Data	
		10/2023	

8 ALLEGATI

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV.	FOGLIO
		A	33 di 37
		Data 10/2023	

Tratto	Sez. Monte	Sez. Valle	Lungh. Strada	Largh. Strada	Sup Strada	Lungh. Tratto idr. Più lungo	S area verde	S scarp	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tr	Tr'	pend. Strada	pend. Collettore /Fosso	φ medio	φ totale	Ta	θ c	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.
			[m]	[m]	[mq]	[m]	[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]
Asse principale - tratto del viadotto Sievell compreso tra lo sbocco della galleria (in dir NE) e la rotatoria3, tratto di strada a capanna																																
Tr = 25 anni tratto sx - tubo acciaio DN400 mm tratto a capanna	166 Pk 2+997.85	190 Pk 3+405.85	408.00	6.99	2850	408.00	0.00	0.00	2850.00	0.406	0.394	90	3.03	0.12	0.37	134.47	0.00	0.025	0.025	0.90	0.90	300.00	389.65	272.75	159.48	0.159	0.394	2.924	2.507	0.290	0.180	73.6%
Tr = 25 anni tratto sx - viadotto+tratto rilevato tubo Pead DI400 mm tratto a capanna	166 Pk 2+997.85	193 Pk 3+451.62	453.77	7.09	3215	453.77	0.00	0.00	3215.00	0.452	0.400	80	2.73	0.13	0.34	166.51	0.00	0.025	0.025	0.90	0.90	300.00	411.01	287.71	172.74	0.173	0.400	2.731	2.191	0.300	0.201	75.0%
Tr = 25 anni tratto sx - tutto il viadotto+tratto rilevato tubo Pead DI600 mm - totale e ingresso in vasca tratt.	166 Pk 2+997.85	193 Pk 3+451.62	453.77	14.17	6430	453.77	0.00	0.00	6430.00	0.701	0.600	80	1.60	0.28	0.45	284.14	0.00	0.025	0.005	0.90	0.90	300.00	489.43	342.60	302.41	0.302	0.600	1.711	0.998	0.358	0.359	59.8%
Tr = 25 anni tratto sx - tutto il viadotto+tratto rilevato+rot 3tubo Pead DI600 mm - totale e ingresso in vasca tratt.			589.77	12.55	7400	453.77	1017.00	0.00	8417.00	0.701	0.600	80	1.60	0.28	0.45	284.14	0.00	0.025	0.005	0.84	0.84	300.00	489.43	342.60	369.29	0.369	0.600	1.781	0.932	0.398	0.412	68.7%
Tr = 25 anni rotatoria 3 divisa in 8 porzioni tubo PVC SN8 DE 250mm - 1 caditoia			17.00	7.12	121	24.12	127.00	0.00	248.00	0.250	0.235	80	0.86	0.04	0.04	28.18	0.00	0.025	0.005	0.64	0.64	300.00	318.79	223.15	11.57	0.012	0.235	0.763	0.931	0.089	0.092	39.1%
Tr = 25 anni rotatoria 3 divisa in 8 porzioni tubo PVC SN8 DE 250mm - 2 caditoie			34.00	7.12	242	41.12	254.00	0.00	496.00	0.250	0.235	80	0.86	0.04	0.04	48.04	0.00	0.025	0.005	0.64	0.64	300.00	332.03	232.42	22.44	0.022	0.235	0.891	0.876	0.122	0.130	55.2%
Tr = 25 anni rotatoria 3 divisa in 8 porzioni tubo PVC SN8 DE 315mm - 5 caditoie			85.00	7.12	605	92.12	635.00	0.00	1240.00	0.315	0.297	80	1.00	0.07	0.07	92.26	0.00	0.025	0.005	0.64	0.64	300.00	361.51	253.06	52.57	0.053	0.297	1.101	0.851	0.179	0.195	65.7%
Tr = 25 anni rotatoria 3 DI 400 mm verso lo scarico			136.00	7.13	970	109.13	1017.00	0.00	1987.00	0.452	0.400	80	1.22	0.13	0.15	89.55	0.00	0.025	0.005	0.64	0.64	300.00	359.70	251.79	84.58	0.085	0.400	1.250	0.967	0.209	0.213	53.3%
Asse principale - tratto del viadotto Sievel compreso tra la sez 30 e la rotatoria 1 (sez30-sez28 e sez28-sez22 in curva, da sez22-sez4 rettifilo)																																
Tr = 25 anni tratto rilevato in curva tubo Pead DI400 mm tratto in rilevato lato dx	30 Pk 0+525	28 Pk 0+475	50.00	10.50	525	50.00	0.00	0.00	525.00	0.452	0.400	80	1.22	0.13	0.15	41.03	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	327.35	229.15	33.55	0.034	0.400	0.979	1.025	0.130	0.128	32.5%
Tr = 25 anni tratto in viadotto n curva + rilevato tubo acciaio DN400 mm lato dx	30 Pk 0+525	22 Pk 0+375	150.00	13.33	2000	150.00	0.00	0.00	2000.00	0.406	0.394	90	1.36	0.12	0.17	110.51	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	373.67	261.57	115.55	0.116	0.394	1.470	1.034	0.247	0.243	62.7%
Tr = 25 anni tratto in viadotto a capanna tubo acciaio DN400 mm lato sx	22 Pk 0+375	4 Pk 0+050	325.00	6.95	2260	325.00	0.00	0.00	2260.00	0.406	0.394	90	1.36	0.12	0.17	239.44	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	459.63	321.74	111.51	0.112	0.394	1.459	1.044	0.243	0.237	61.7%
Tr = 25 anni tratto in viadotto + tratto monte tubo acciaio DN500 mm lato dx	30 Pk 0+525	4 Pk 0+050	475.00	8.97	4260	475.00	0.00	0.00	4260.00	0.508	0.495	90	1.58	0.19	0.30	300.40	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	500.27	350.19	197.04	0.197	0.495	1.682	1.097	0.304	0.290	61.4%
Tr = 25 anni tutto il viadotto + tratto a monte ingresso vasca tratt. tubo acciaio DN 600 mm (lato sx+lato dx)	30 Pk 0+525	4 Pk 0+050	475.00	13.73	6520	475.00	0.00	0.00	6520.00	0.610	0.597	90	1.79	0.28	0.50	265.27	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	476.85	333.79	312.79	0.313	0.597	1.890	1.140	0.366	0.342	61.3%
Tr = 25 anni tutto il viadotto + tratto a monte + rot e ingresso vasca tratt. tubo in pead DI 600 mm			492.00	15.50	7624	492.00	984.00	0.00	8608.00	0.701	0.600	80	1.60	0.28	0.45	308.08	0.00	0.005	0.005	0.84	0.84	300.00	605.39	353.77	369.98	0.370	0.600	1.782	0.930	0.398	0.413	68.8%
Asse principale - tratto analizzato tra le sez61-30 con minimo altimetrico in corrispondenza della sez34																																
Tr = 25 anni tubo Pead DI400 mm - tratto in rilevato tra sez30-45 tratto in curva	30 Pk 0+525	34 Pk 0+600	75.00	13.33	1000	75.00	0.00	0.00	1000.00	0.452	0.400	80	1.02	0.13	0.13	73.55	0.00	0.004	0.004	0.90	0.90	300.00	349.04	244.33	60.86	0.061	0.400	1.007	0.826	0.176	0.194	48.5%
Tr = 25 anni cunetta alla francese esterno curva - tratto sez35-45 in trincea	41 Pk 0+700	37 Pk 0+650	50.00	0.00	0	50.00	0.00	65.00	65.00	cunetta		60	1.45	0.13	0.18	34.60	0.00	0.013	0.013	0.50	0.50	300.00	323.06	226.14	2.33	0.002	0.200	0.423	1.016	0.036	0.035	18.0%
Tr = 25 anni tubo Pead DI400 mm tratto in curva tra le sez 61-56 in trincea	61 Pk 1+025	59 Pk 0+975	50.00	12.50	625	50.00	0.00	165.00	790.00	0.452	0.400	80	1.02	0.13	0.13	49.04	0.00	0.004	0.004	0.82	0.82	300.00	332.69	232.88	45.24	0.045	0.400	0.931	0.847	0.150	0.164	41.0%
Tr = 25 anni tubo Pead DI400 mm tratto in curva tra le sez 61-56 in trincea	61 Pk 1+025	59 Pk 0+975	50.00	12.50	625	50.00	0.00	165.00	790.00	cunetta		80	1.02	0.13	0.13	49.04	0.00	0.004	0.004	0.82	0.82	300.00	332.69	232.88	45.24	0.045	0.200	0.572	0.680	0.123	0.144	72.0%
Tr = 25 anni tubo Pead DI500 mm tratto in rilevato+tratto in trincea a monte tra le sez61-34	61 Pk 1+025	34 Pk 0+600	425.00	12.07	5130	425.00	0.00	230.00	5360.00	0.565	0.500	80	2.45	0.20	0.48	173.51	0.00	0.015	0.015	0.88	0.88	300.00	415.67	290.97	280.07	0.280	0.500	2.542	1.724	0.363	0.274	72.6%
Tr = 25 anni tubo Pead DI600 mm tratto complessivo (sez30-45+sez61-45) e verifica dello scarico in vasca tratt	61 Pk 1+025	30 Pk 0+525	500.00	12.26	6130	425.00	0.00	230.00	6360.00	0.701	0.600	80	2.77	0.28	0.78	153.65	0.00	0.015	0.005	0.89	0.89	300.00	402.43	281.70	341.67	0.342	0.600	1.757	0.961	0.382	0.390	65.0%
Asse principale - tratto del viadotto Argomenna tratto di strada in curva																																
Tr = 25 anni - tubo acciaio DN500 mm tratto in curva	115 Pk 1+979.46	104 Pk 1+781.45	198.01	13.94	2760	198.01	0.00	0.00	2760.00	0.508	0.495	90	3.87	0.19	0.74	51.15	0.00	0.030	0.030	0.90	0.90	300.00	334.10	233.87	173.66	0.174	0.495	3.161	2.932	0.285	0.163	57.6%
Tr = 25 anni - tubo Pead DI500 mm per scarico	115 Pk 1+979.46	104 Pk 1+781.45	198.01	13.94	2760	198.01	0.00	0.00	2760.00	0.565	0.500	90	3.90	0.20	0.77	50.81	0.00	0.030	0.005	0.90	0.90	300.00	333.87	233.71	173.75	0.174	0.500	1.494	0.982	0.284	0.287	57.4%
Asse principale - tratto analizzato tra le sez61-79																																
Tr = 25 anni tubo Pead DI400 mm - tratto in trincea lato Sieve tra sez61-67 tratto in rettilineo	61 Pk 1+050	67 Pk 1+175	125.00	5.24	655	125.00	0.00	415.00	1070.00	0.452	0.400	80	1.44	0.13	0.18	86.68	0.00	0.007	0.007	0.74	0.74	300.00	357.79	250.45	52.88	0.053	0.400	1.251	1.206	0.163	0.148	40.8%
Tr = 25 anni tubo Pead DI400 mm - tratto in rilevato lato Sieve tra sez67-79 tratto in rettilineo + tratto in trincea a monte	61 Pk 1+050	79 Pk 1+468.84	418.84	5.34	2235	418.84	0.00	415.00	2650.00	0.452	0.400	80	2.11	0.13	0.27	198.42	0.00	0.015	0.015	0.84	0.84	300.00	432.28	302.59	127.47	0.127	0.400	2.087	1.708	0.258	0.195	64.5%
Tr = 25 anni tubo Pead DI400 mm - tratto in trincea lato monte tra sez61-69 tratto in rettilineo (tratto con muro di sottoscarpa)	61 Pk 1+050	69 Pk 1+225	175.00	5.26	920	175.00	0.00	0.00	920.00	0.452	0.400	80	1.89	0.13	0.24	92.69	0.00	0.012	0.012	0.90	0.90	300.00	361.79	253.25	54.48	0.054	0.400	1.528	1.588	0.165	0.130	41.3%
Tr = 25 anni tubo Pead DI400 mm - tratto in rilevato lato monte tra sez67-79 tratto in rettilineo + tratto in trincea a monte	61 Pk 1+050	79 Pk 1+468.84	400.00	5.70	2280	400.00	0.00	0.00	2280.00	0.452	0.400	80	2.11	0.13	0.27	189.49	0.00	0.015	0.015	0.90	0.90	300.00	426.33	298.43	119.13	0.119	0.400	2.053	1.720	0.249	0.188	62.3%
Tr = 25 anni tubo Pead DI500 mm - totale dei tratti lato monte e lato sieve per unico scarico in vasca di trattamento	61 Pk 1+050	79 Pk 1+468.84	418.84	10.78	4515	418.84	0.00	415.00	4930.00	0.565	0.500	80	2.45	0.20	0.48	170.99	0.00	0.015	0.015	0.87	0.87	300.00	413.99	289.80	253.57	0.254	0.500	1.604	0.845	0.346	0.376	75.2%
Tr = 25 anni tratto in ingresso alla vasca di trattamento da sud sez 79+1/2 rot 2			558.84	8.80	4919	438.00	564.00	415.00	5898.00	0.800	0.678	80	3.00	0.36	1.08	145.96	0.00	0.015	0.002	0.82	0.82	300.00	397.30	278.11	297.74	0.298	0.678	1.203	0.621	0.343	0.440	64.9%
Tr = 25 anni drenaggio con canale e tubo in arginello	78 Pk 1+400	80 Pk 1+470.84	70.87	6.28	445	70.87	0.00	0.00	445.00	0.452	0.400	80	1.22	0.13	0.15	58.15	0.00	0.015	0.005	0.90	0.90	300.0										

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV.	FOGLIO
		A	34 di 37
		Data	
		10/2023	

Tratto	Sez. Monte	Sez. Valle	Lungh. Strada	Largh. Strada	Sup Strada	Lungh. Tratto idr. Più lungo	S area verde	S scarp	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tr	Tr'	pend. Strada	pend. Collettore /Fosso	φ medio	φ totale	Ta	θ c	k	Q tratto	Q tot	Di reale	V reale	Fr	k	h0	Riemp.
			[m]	[m]	[mq]	[m]	[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[m]	[m/s]		[m]	[m]	[%]
Dimensionamento fosso a tergo del rilevato tratto tra sez 98-83																																
Tr = 50 anni - fosso in cls elevata pendenza solo contributo del versante + scarpate	98 Pk 1+700.00	83 Pk 1+518.84	181.16	0.00	0	181.16	6400.00	250.00	6650.00	Fosso FR2	60	4.77	0.57	2.72	37.98	0.00	0.050	0.050	0.40	0.40	300.00	325.32	227.72	207.59	0.208	0.500	2.704	2.689	0.223	0.123	44.6%	
Dimensionamento fosso a tergo del rilevato tratto tra sez 98-105																																
Tr = 50 anni - fosso in cls elevata pendenza solo contributo del versante + scarpate	98 Pk 1+700.00	105 Pk 1+800.00	100.00	0.00	0	270.00	9890.00	150.00	10040.00	Fosso FR2	60	4.79	0.57	2.73	56.43	0.00	0.200	0.050	0.40	0.40	300.00	337.62	236.33	303.06	0.303	0.500	3.022	2.736	0.276	0.153	55.2%	
Dimensionamento fosso a tergo del rilevato tratto tra sez 39-56																																
Tr = 50 anni - fosso in cls elevata pendenza solo contributo del versante + scarpate	39 Pk 0+675.00	56 Pk 0+925.00	250.00	0.00	0	300.00	14193.00	260.00	14453.00	Fosso FR2	60	1.51	0.57	0.86	198.26	0.00	0.052	0.005	0.40	0.40	300.00	432.17	302.52	362.36	0.362	0.500	1.363	0.921	0.305	0.319	63.8%	
Dimensionamento fosso a tergo del rilevato tratto tra sez 39-28																																
Tr = 50 anni - fosso in cls elevata pendenza solo contributo del versante + scarpate	39 Pk 0+675.00	28 Pk 0+475.00	200.00	0.00	0	270.00	13290.00	0.00	13290.00	Fosso FR2	60	2.62	0.57	1.49	103.02	0.00	0.075	0.015	0.40	0.40	300.00	368.68	258.08	373.98	0.374	0.500	2.084	1.558	0.311	0.242	62.2%	
Dimensionamento fosso rotatoria 2 ramo ovest, tratto di innesto alla rotatoria																																
Tr = 50 anni			100.00	12.00	1200	100.00	0.00	0.00	1200.00	Fosso FR2	60	1.63	0.57	0.93	61.18	0.00	0.006	0.006	0.90	0.90	300.00	340.79	238.55	80.62	0.081	0.500	0.972	0.939	0.127	0.132	26.4%	
Dimensionamento fosso rotatoria 2 ramo ovest, tratto finale																																
Tr = 50 anni			87.00	12.07	1050	87.00	0.00	0.00	1050.00	Fosso FR2	60	1.26	0.57	0.72	69.23	0.00	0.003	0.003	0.90	0.90	300.00	346.16	242.31	69.72	0.070	0.500	0.729	0.670	0.116	0.148	29.6%	

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 35 di 37
		Data 10/2023	

Calcolo e verifica elementi marginali

Tratto	Sez. Monte	Sez. Valle	Lungh. Strada	Largh. Strada	Sup Strada	Lungh. Tratto idr. Più lungo	S area verde	S scarp	S tot	D est	D int	Ks	Vr	Ar	Qr	Tc	Tc'	pend. Strada	pend. Collet.	φ medio	φ totale	Te	θ c	k	Q tratto	Q tot	
			[m]	[m]	[mq]	[m]	[mq]	[mq]	[mq]	[m]	[m]	[m1/3/s]	[m/s]	[mq]	[mc/s]	[s]	[s]	[m/m]	[m/m]			[s]	[s]	[s]	[l/s]	[mc/s]	
Asse principale - viadotto Sieve 2 elementi puntuali di captazione																											
Tr = 25 anni verifica captazione caditoie in viadotto	166 Pk 2+997.85	190 Pk 3+405.85	408.00	6.99	2850	408.00	0.00	0.00	2850.00	0.406	0.394	90	3.03	0.12	0.37	134.47	0.00	0.025	0.025	0.90	0.90	300.00	389.65	272.75	159.48	0.159	
Tr = 25 anni verifica captazione caditoie in banchina dim. int. 60x60 cm	190 Pk 3+405.85	193 Pk 3+451.62	45.77	7.97	365	45.77	0.00	0.00	365.00	0.452	0.400	80	2.73	0.13	0.34	16.80	0.00	0.025	0.025	0.90	0.90	300.00	311.20	217.84	24.24	0.024	
Tr = 25 anni rotatoria 3 divisa in 8 porzioni tubo PVC SN8 DE 250mm - 1 caditoia			17.00	7.12	121	24.12	127.00	0.00	248.00	0.250	0.235	80	0.86	0.04	0.04	28.18	0.00	0.025	0.005	0.64	0.64	300.00	318.79	223.15	11.57	0.012	
Asse principale - viadotto Sieve 1 elementi puntuali di captazione																											
Tr = 25 anni tratto in curva	28 Pk 0+475	22 Pk 0+375	100.00	13.90	1390	100.00	0.00	0.00	1390.00	0.406	0.394	90	1.36	0.12	0.17	73.70	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	349.13	244.39	84.57	0.085	
Tr = 25 anni tratto a capanna	22 Pk 0+375	4 Pk 0+050	325.00	6.95	2260	325.00	0.00	0.00	2260.00	0.406	0.394	90	1.36	0.12	0.17	239.52	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	459.68	321.78	111.50	0.111	
Tr = 25 anni rotatoria 1 divisa in 8 porzioni tubo PVC SN8 DE 250mm - 1 caditoia			17.00	8.12	138	43.00	123.00	0.00	261.00	0.250	0.235	80	0.86	0.04	0.04	50.24	0.00	0.025	0.005	0.66	0.66	300.00	333.49	233.45	12.14	0.012	
Asse principale - tratto in rilevato e in curva sez 30 - sez 28 verifica canaletta ed el. marginali																											
Tr = 25 anni tratto in curva	30 Pk 0+525	28 Pk 0+475	50.00	10.50	525	50.00	0.00	0.00	525.00	0.452	0.400	80	1.22	0.13	0.15	41.03	0.00	0.005	0.005	0.90	0.90	300.00	327.35	229.15	33.55	0.034	
Asse principale - tratto in curva sez 30 - sez 34																											
Tr = 25 anni	30 Pk 0+525	34 Pk 0+600	75.00	13.33	1000	75.00	0.00	0.00	1000.00	0.452	0.400	80	1.02	0.13	0.13	73.55	0.00	0.004	0.004	0.90	0.90	300.00	349.04	244.33	60.86	0.061	
Asse principale - tratto in curva sez 61 - sez 59																											
Tr = 25 anni - verifica captazione caditoie in trincea con griglie dim.int. 60x60 cm D400	61 Pk 1+025	59 Pk 0+975	50.00	12.50	625	50.00	0.00	165.00	790.00	0.452	0.400	80	1.02	0.13	0.13	49.04	0.00	0.004	0.004	0.82	0.82	300.00	332.69	232.88	45.24	0.045	
Asse principale - tratto in curva sez 61 - sez 34																											
Tr = 25 anni	61 Pk 1+025	34 Pk 0+600	425.00	12.07	5130	425.00	0.00	230.00	5360.00	0.565	0.500	80	2.45	0.20	0.48	173.51	0.00	0.015	0.015	0.88	0.88	300.00	415.67	290.97	280.07	0.280	
Asse principale - tratto a capanna sez 61 - sez 67 lato sieve																											
Tr = 25 anni - verifica captazione rilevato	61 Pk 1+050	67 Pk 1+175	125.00	5.28	660	125.00	0.00	420.00	1080.00	0.452	0.400	80	1.44	0.13	0.18	86.68	0.00	0.007	0.007	0.74	0.74	300.00	357.79	250.45	53.35	0.053	
Asse principale - tratto a capanna sez 67 - sez 78 lato sieve																											
Tr = 25 anni	67 Pk 1+175	78 Pk 1+450	275.00	5.27	1450	275.00	0.00	0.00	1450.00	0.452	0.400	80	2.11	0.13	0.27	130.28	0.00	0.015	0.015	0.90	0.90	300.00	386.85	270.80	81.59	0.082	
Asse principale - tratto a capanna sez 61 - sez 69 lato monte																											
Tr = 25 anni - verifica captazione caditoie in trincea con griglie dim.int. 60x60 cm D400	61 Pk 1+050	69 Pk 1+225	175.00	5.26	920	175.00	0.00	0.00	920.00	0.452	0.400	80	1.89	0.13	0.24	92.69	0.00	0.012	0.012	0.90	0.90	300.00	361.79	253.25	54.48	0.054	
Asse principale - tratto a capanna sez 69 - sez 78 lato monte																											
Tr = 25 anni	69 Pk 1+225	78 Pk 1+450	225.00	5.33	1200	225.00	0.00	0.00	1200.00	0.452	0.400	80	2.11	0.13	0.27	106.59	0.00	0.015	0.015	0.90	0.90	300.00	371.06	259.74	69.70	0.070	
Asse principale - tratto a capanna sez 76 - sez 80 lato sieve drenaggio canaletta																											
Tr = 25 anni	76 Pk 1+400	80 Pk 1+470.84	70.87	6.28	445	70.87	0.00	0.00	445.00	0.452	0.400	80	1.22	0.13	0.15	58.15	0.00	0.015	0.005	0.90	0.90	300.00	338.77	237.14	27.70	0.028	
Asse principale - tratto a capanna sez 86 - sez 83 drenaggio canaletta																											
Tr = 25 anni	86 Pk 1+575.00	83 Pk 1+518.84	56.16	12.82	720.00	56.16	0.00	0.00	720.00	0.452	0.400	80	1.22	0.13	0.15	46.08	0.00	0.050	0.005	0.90	0.90	300.00	330.72	231.50	45.65	0.046	
Asse principale - tratto a capanna sez 104 - sez 83																											
Tr = 25 anni	104 Pk 1+781.45	83 Pk 1+518.84	262.61	11.75	3086.00	262.61	0.00	0.00	3086.00	0.500	0.433	80	4.06	0.15	0.60	64.63	0.00	0.050	0.050	0.90	0.90	300.00	343.09	240.16	190.28	0.190	
Asse principale - viadotto Argomena elementi puntuali di captazione																											
Tr = 25 anni verifica captazione caditoie in viadotto	115 Pk 1+979.46	104 Pk 1+781.45	198.01	13.94	2760	198.01	0.00	0.00	2760.00	0.508	0.495	90	3.87	0.19	0.75	51.12	0.00	0.025	0.030	0.90	0.90	300.00	334.08	233.86	173.67	0.174	
Asse principale - tratto a capanna sez 104 - sez 83 lato sieve																											
Tr = 25 anni	104 Pk 1+781.45	83 Pk 1+581.84	199.61	15.48	3090	199.61	0.00	0.00	3090.00	0.701	0.600	80	5.05	0.28	1.43	39.53	0.00	0.050	0.050	0.90	0.90	300.00	326.35	228.45	197.93	0.198	

CODIFICA DOCUMENTO T00-ID02-IDR-RE01	PROGETTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO S.S. "Tosco Romagnola" Lavori di adeguamento della S.S. 67 nel tratto tra la Località S. Francesco in Comune di Pelago e l'abitato di Dicomano Variante di Rufina (FI) - LOTTI 2A e 2B	REV. A	FOGLIO 36 di 37
		Data 10/2023	

Tratto	Sez. Monte	Sez. Valle	EMBRICI (eventuali)								VERIFICA CORDOLO														
			Q tratto	μ	L tratto	Largh	h	Q embrice	num scarichi	interas min	Curva / Rettilineo	COEFF UDOMETRICO	BANCHI NA	Pend. Long.	Pend. Trasv.	h	A	P	R	Ks	Q	num scarichi	interas.		
			[m³/sec]	[-]	[m]	[m]	[m ^{1.5} /sec]	[m³/sec]	[-]	[m]		[l/s*m]	[m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[m²]	[m]	[m]	[m]	[m/3/s]	[m³/sec]	[-]	[m]	
Asse principale - viadotto Sieve 2 elementi puntuali di captazione																									
Tr = 25 anni verifica captazione caditoie in viadotto	166 Pk 2+997.85	190 Pk 3+405.85										R	0.39	1.50	0.025	0.025	0.0375	0.03	1.54	0.02	60	0.019	9.00	45.00	
Tr = 25 anni verifica captazione caditoie in banchina dim. int. 60x60 cm	190 Pk 3+405.85	193 Pk 3+451.62										R	0.53	1.00	0.025	0.025	0.0250	0.01	1.03	0.01	60	0.006	4.00	11.00	
Tr = 25 anni rotatoria 3 divisa in 8 porzioni tubo PVC SN8 DE 250mm - 1 caditoia																									
Asse principale - viadotto Sieve 1 elementi puntuali di captazione																									
Tr = 25 anni tratto in curva	28 Pk 0+475	22 Pk 0+375										C	0.85	1.50	0.005	0.028	0.0420	0.03	1.54	0.02	60	0.010	9.00	11.00	
Tr = 25 anni tratto a capanna	22 Pk 0+375	4 Pk 0+050										R	0.34	1.50	0.005	0.025	0.0375	0.03	1.54	0.02	60	0.008	14.00	23.00	
Tr = 25 anni rotatoria 1 divisa in 8 porzioni tubo PVC SN8 DE 250mm - 1 caditoia																									
Asse principale - tratto in rilevato e in curva sez 30 - sez 28 verifica canaletta ed el.																									
Tr = 25 anni tratto in curva	30 Pk 0+525	28 Pk 0+475	0.034	0.385	50.000	0.30	0.0995	0.016	3.00	16.00		C	0.67	1.50	0.005	0.033	0.0495	0.04	1.55	0.02	60	0.013	3.00	16.00	
Asse principale - tratto in curva sez 30 - sez 34																									
Tr = 25 anni	30 Pk 0+525	34 Pk 0+600	0.061	0.385	75.000	0.30	0.1051	0.017	4.00	18.00		C	0.81	1.50	0.004	0.037	0.0551	0.04	1.56	0.03	60	0.013	5.00	15.00	
Asse principale - tratto in curva sez 61 - sez 59																									
Tr = 25 anni - verifica captazione caditoie in trincea con griglie dim.int. 60x60 cm D400	61 Pk 1+025	59 Pk 0+975																							
Asse principale - tratto in curva sez 61 - sez 34																									
Tr = 25 anni	61 Pk 1+025	34 Pk 0+600	0.280	0.385	425.000	0.30	0.0950	0.015	19.00	22.00		C	0.66	1.50	0.015	0.030	0.0450	0.03	1.55	0.02	60	0.019	15.00	28.00	
Asse principale - tratto a capanna sez 61 - sez 67 lato sieve																									
Tr = 25 anni - verifica captazione rilevato	61 Pk 1+050	67 Pk 1+175	0.053	0.385	125.000	0.30	0.0875	0.013	5.00	25.00		R	0.43	1.50	0.007	0.025	0.0375	0.03	1.54	0.02	60	0.010	6.00	20.00	
Asse principale - tratto a capanna sez 67 - sez 78 lato sieve																									
Tr = 25 anni	67 Pk 1+175	78 Pk 1+450	0.082	0.385	275.000	0.30	0.0875	0.013	7.00	39.00		R	0.30	1.50	0.015	0.025	0.0375	0.03	1.54	0.02	60	0.014	6.00	45.00	
Asse principale - tratto a capanna sez 61 - sez 69 lato monte																									
Tr = 25 anni - verifica captazione caditoie in trincea con griglie dim.int. 60x60 cm D400	61 Pk 1+050	69 Pk 1+225																							
Asse principale - tratto a capanna sez 69 - sez 78 lato monte																									
Tr = 25 anni	69 Pk 1+225	78 Pk 1+450	0.070	0.385	225.000	0.30	0.0875	0.013	6.00	37.00		R	0.31	1.50	0.015	0.025	0.0375	0.03	1.54	0.02	60	0.014	5.00	45.00	
Asse principale - tratto a capanna sez 76 - sez 80 lato sieve drenaggio canale																									
Tr = 25 anni	76 Pk 1+400	80 Pk 1+470.84										R	0.39	1.50	0.015	0.025	0.0375	0.03	1.54	0.02	60	0.014	2.00	35.00	
Asse principale - tratto a capanna sez 86 - sez 83 drenaggio canaletta																									
Tr = 25 anni	86 Pk 1+575.00	83 Pk 1+518.84										C	0.81	1.00	0.050	0.039	0.0388	0.02	1.04	0.02	60	0.018	3.00	18.00	
Asse principale - tratto a capanna sez 104 - sez 83																									
Tr = 25 anni	104 Pk 1+781.45	83 Pk 1+518.84	0.190	0.385	262.610	0.30	0.1082	0.018	11.00	23.00		C	0.72	1.50	0.050	0.039	0.0582	0.04	1.56	0.03	60	0.054	4.00	65.00	
Asse principale - viadotto Argomenna elementi puntuali di captazione																									
Tr = 25 anni verifica captazione caditoie in viadotto	115 Pk 1+979.46	104 Pk 1+781.45										C	0.88	1.50	0.025	0.039	0.0582	0.04	1.56	0.03	60	0.038	5.00	81.00	
Asse principale - tratto a capanna sez 104 - sez 83 lato sieve																									
Tr = 25 anni	104 Pk 1+781.45	83 Pk 1+581.84	0.198	0.385	199.610	0.30	0.1082	0.018	11.00	18.00		C	0.99	1.50	0.050	0.039	0.0582	0.04	1.56	0.03	60	0.054	4.00	49.00	

