

**ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
ADEGUAMENTO A 4 CORSIE
NEL TRATTO GROSSETO - SIENA (S.S. 223 "DI PAGANICO")
DAL KM 41+600 AL KM 53+400 - LOTTO 9**

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **FI15**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.

Dott. Ing.
Raffaele Franco Carso

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott.Ing. N.Granieri
Dott.Arch. N.Kamenicky
Dott.Ing. V.Truffini
Dott.Arch. A.Bracchini
Dott.Ing. F.Durastanti
Dott.Ing. E.Bartolucci
Dott.Geol. G.Cerquiglini
Geom. S.Scopetta
Dott.Ing. L.Sbrenna
Dott.Ing. E.Sellari
Dott.Ing. L.Dinelli
Dott.Ing. L.Nani
Dott.Ing. F.Pambianco
Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini
Dott. Ing. S.Sacconi
Dott. Ing. G.Cordua
Dott. Ing. V.De Gori
Dott. Ing. C.Consorti
Dott. Ing. F.Dominici

Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. F.Macchioni
Geom. C.Vischini
Dott. Ing. V.Piunno
Dott. Ing. G.Pulli
Geom. C.Sugaroni



IDROLOGIA ED IDRAULICA

Relazione idraulica di piattaforma

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.
L O F I 1 5 E 1 9 0 1

NOME FILE

T00-ID00-IDR-RE02

CODICE ELAB.

T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 2

REVISIONE

A

SCALA:

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Emissione	28/02/2020	L.Nani	E.Bartolucci	N.Granieri



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	Riferimenti normativi	4
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	5
3	ANALISI IDROLOGICA.....	5
4	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA E DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	6
4.1	Introduzione	6
4.2	Stima delle piogge di progetto	6
4.3	Opere di drenaggio.....	8
4.4	Verifiche idrauliche delle opere di drenaggio.....	8
4.4.1	Canaletta prefabbricata 30x30	9
4.4.2	Embrici.....	10
4.4.3	Collettori	11
4.4.4	Raccolta e smaltimento acque in viadotto	14
4.4.5	Fossi di guardia	14
4.5	Vasche di prima pioggia.....	15
4.5.1	Descrizione del sistema di trattamento delle acque di prima pioggia	16
4.5.2	Criteri di dimensionamento delle VPP.....	18
4.6	Materiale da sedimentazione	34
4.7	Scelte progettuali per la depurazione delle acque di piattaforma.....	36
4.8	Sottovia viabilità secondaria.....	36
5	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	39



*Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori*

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto lo studio idraulico relativo all'intervento Itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto – Fano, adeguamento a 4 corsie nel tratto Grosseto – Siena (SS 223 “di Paganico”) dal km 41+600 al km 53+400 – IX Lotto.

La relazione, basata sui risultati dello studio idrologico svolto, è articolata nei seguenti punti:

1. dimensionamento e verifica dei seguenti manufatti idraulici:
 - tombini;
 - fossi di guardia;
 - smaltimento acque di piattaforma (embrici, cunette, caditoie, collettori, vasche di raccolta acque contaminate da sversamenti accidentali);

La tabella seguente sintetizza i punti principali dello studio idraulico in riferimento alle tipologie di manufatti descritte nell'elenco, con riferimento ai tempi di ritorno degli eventi di progetto e le principali caratteristiche prestazionali garantite.



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

		Tr [anni]	Note
1	Dimensionamento e verifiche dei fossi di guardia	50	Canale trapezio in terra, con dimensioni minime 50 cm (b) x 50 cm (h)
2	Dimensionamento e verifiche smaltimento acque di piattaforma stradale	25	(1) <u>Tratti in rettilineo</u> Individuazione del passo degli embrici per tratti in rilevato; Individuazione del passo delle caditoie e diametro dei collettori di raccolta per i tratti in trincea (GR 80% per tutti i diametri) (2) <u>Tratti in curva viabilità principale</u> Verifiche canale grigliato rettangolare

I risultati dei dimensionamenti e verifiche idrauliche effettuate, descritti nella presente relazione di calcolo, sono completati:

- dagli allegati della relazione;
- dagli elaborati grafici, costituiti in sintesi:
 - o dalle planimetrie idrauliche di sistemazione della piattaforma stradale;
 - o dai particolari delle opere di sistemazione idraulica.



*Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori*

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

1.1 Riferimenti normativi

I principali riferimenti per il presente progetto sono dati dalle seguenti riferimenti normative e/o strumenti di pianificazione:

- Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Toscana (PAI)
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)
- Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018)
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.
- Legge Regionale 79/2012
- Regio Decreto del 25/07/1904 n.523
- Legge regione Toscana n. 65/2014
- D.P.CR. Toscana 53/R del 25 ottobre 2011
- Legge regione Toscana n. 41/2018
- Legge regione Toscana n. 80/2015

2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Relazione idrologica (T0000IDRRE01A);

Planimetria idraulica (T0000IDRPP01-02-03-04-05-06-07-08-09-10-11-12-13-14-15A);

Drenaggio di piattaforme – Particolari in rilevato ed in trincea (T0000IDRDI01A).

3 ANALISI IDROLOGICA

Per la definizione delle portate transitanti lungo il sistema di drenaggio stradale è stato utilizzato il metodo razionale applicando la curva di possibilità pluviometrica (CPP) relativa al tempo di ritorno pari a 25 anni.

Per la caratterizzazione puntuale delle caratteristiche delle precipitazioni intense e la definizione più specifica delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) dell'area d'interesse sono state prese a riferimento le normative della Regione Toscana.

L'equazione di possibilità pluviometrica di progetto, avente tempo di ritorno 25 e 50 anni, per la stima delle altezze di pioggia è quella di seguito riportata:

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

Tr(anni)	25	50
a(mm/h ⁿ)	51.900	61.648
n	0.290	0.303

Tabella 1 - Parametri delle CPP al variare del Tr per piogge extraorarie $t > 1h$

A seguito dell'analisi delle piogge di breve durata secondo il metodo di Bell nella seguente tabella i parametri a e n' delle leggi di probabilità pluviometrica per eventi di durata inferiore all'ora misurati in minuti per un tempo di ritorno pari a 25 e 50 anni:

Tr(anni)	25	50
a(mm/h ⁿ)	55.357	66.220
n	0.518	0.518

Tabella 2 - Parametri delle CPP al variare del Tr per piogge sub-orarie $t < 1h$

Per maggiori dettagli, relativamente alle analisi idrologiche svolte e ai metodi si rimanda alla Relazione Idrologica (T0000IDRRE01A) annessa al presente progetto.

4 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA E DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

4.1 Introduzione

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Le caratteristiche dei territori attraversati dall'infrastruttura stradale in termini di vulnerabilità dei corpi recettori superficiali hanno reso necessaria l'adozione di un sistema di drenaggio di tipo chiuso, caratterizzato dall'intercettazione e dal conferimento di tutte le acque di piattaforma in opportuni presidi idraulici, a monte dei recapiti.

Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato.

In merito al dimensionamento, è opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, assumere dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio.

Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni; per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

Fanno eccezione i fossi di guardia dell'asse principale che sono verificati per un T_r pari a 50 anni.

4.2 Stima delle piogge di progetto

Per giungere al dimensionamento di tutti i rami della rete di drenaggio occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di pre-assegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto.

Come già illustrato in precedenza, le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni e proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile.

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Per la valutazione delle massime portate affluenti nelle tubazioni e nelle canalizzazioni dei diversi tronchi del sistema di drenaggio, è stata utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

Il presente capitolo comprende le verifiche idrauliche riguardanti lo smaltimento delle acque di versante e quelle di piattaforma, riguardo i manufatti seguenti:

$$Q_p = \frac{\phi_c \times b_c + \phi_e \times (b_e + b_s)}{3600} \times L \times i_c$$

in cui:

- Q_p = portata massima di pioggia (l/s)
- ϕ_c = 0.9 coefficiente di deflusso della piattaforma stradale (adim.);
- ϕ_e = 0.4 coefficiente di deflusso delle aree esterne (scarpate e versanti) (adim.);
- b_c = larghezza della piattaforma stradale (m²);
- b_s = larghezza della scarpata stradale (m²);
- b_e = larghezza della fascia esterna (m²);
- L = lunghezza tratto (m);
- i_c = intensità della pioggia critica (mm/h) (Tr=20 anni)

Per il calcolo dell'intensità di pioggia si fa riferimento alla metodologia già descritta nella Relazione Idrologica. La forma della curva di possibilità pluviometrica per le precipitazioni intense di breve durata qui adottata è di tipo monomia:

$$i_t(T) = a(T)t^{n-1}$$

dove:

- T è il tempo di ritorno,
- t è la durata della pioggia (in questo caso coincidente con la durata critica),
- n è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno,
- $a(T)$ è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

4.3 Opere di drenaggio

Nel seguito vengono delineate le principali tipologie di opere di drenaggio in relazione alle specifiche applicazioni.

- tombini;
- fossi di guardia;
- smaltimento acque di piattaforma.

Lo smaltimento delle acque di piattaforma, in riferimento alle sezioni stradali, risulta distinto a seconda delle caratteristiche della sezione:

- sezioni in trincea: è affidato alle cunette laterali in C.A., con caditoie di raccolta che recapitano sui sottostanti collettori, dotati di pozzetti di ispezione, con recapito in vasche di trattamento;
- sezioni in rilevato: è affidato alle cunette laterali delimitate esternamente dall'arginello, con recapito sui sottostanti collettori, dotati di pozzetti di ispezione, con recapito in vasche di trattamento.
- Sezioni in viadotto: nel caso dei viadotti e dei ponti sono previste lungo le banchine caditoie stradali, con interasse massimo di 25 m, munite di griglie carrabili in ghisa, collegate mediante bocchettoni in acciaio alla sottostante tubazione di raccolta in acciaio e da qui al recapito finale (trattamento o immissione in altro sistema di raccolta).

4.4 Verifiche idrauliche delle opere di drenaggio

La verifica di un idoneo dimensionamento delle canalizzazioni di drenaggio è stata effettuata facendo riferimento alle condizioni di moto uniforme, attraverso la relazione di Chezy:

$$V = K \cdot R_i^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

in cui:

- V= velocità media del flusso (m/s)
- K= coefficiente di scabrezza di Gaucker - Strickler ($m^{1/3}/s$)



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

- R_i = raggio idraulico (m), rapporto tra sezione idraulica $A(m^2)$ e contorno bagnato $C(m)$;
- J = pendenza longitudinale (m/m)

associata all'equazione di continuità:

$$Q_p = \varphi \cdot V \cdot A$$

ove:

- Q_p = portata (m^3/s)
- A = area bagnata (m^2).
- φ = coefficiente di deflusso medio, ovvero media pesata del coefficiente di deflusso delle aree impermeabili (0.9) e delle scarpate e spartitraffico a verde (0.4).

Per quanto riguarda i valori dei coefficienti di scabrezza è stato assunto:

- $K=80 m^{1/3}/s$ per le tubazioni in PEAD

4.4.1 Canaletta prefabbricata 30x30

La canaletta 30x30 è posta a tergo della banchina dei rilevati stradali e delle opere di sostegno.

Le ipotesi di base per calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita dalla fascia di piattaforma pertinente paria 11 m;
- il grado di riempimento massimo è stato fissato pari al 67%.

La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che la canaletta è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate, a secondo della pendenza longitudinale. Per lunghezze superiori o nei punti di minimo altimetrico è necessario scaricare nel sottostante tubo in PEAD. Lo scarico nel collettore sottostante avviene in corrispondenza di pozzetti grigliati non carrabili con interasse variabile in funzione della lunghezza di sufficienza e, comunque non inferiore a 100 m.

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

CANALETTA 30x30												
pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	Atotale mq	BASE m	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia mm/h	Ks Gauckler- Strickler	tirante idrico m	grado di riempimento %	Qmax smaltibile mc/s
0.13%	11.0	67	0.083	0.123	742	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.028
0.30%	11.0	103	0.083	0.123	1,128	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.043
0.31%	11.0	104	0.083	0.123	1,146	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.044
0.40%	11.0	118	0.083	0.123	1,302	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.049
0.43%	11.0	123	0.083	0.123	1,350	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.051
0.50%	11.0	132	0.083	0.123	1,456	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.055
0.53%	11.0	136	0.083	0.123	1,499	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.057
0.55%	11.0	139	0.083	0.123	1,527	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.058
0.59%	11.0	144	0.083	0.123	1,581	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.060
0.61%	11.0	146	0.083	0.123	1,608	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.061
0.64%	11.0	150	0.083	0.123	1,647	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.063
0.84%	11.0	172	0.083	0.123	1,887	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.072
1.04%	11.0	191	0.083	0.123	2,099	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.080
1.21%	11.0	206	0.083	0.123	2,264	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.086
1.30%	11.0	213	0.083	0.123	2,347	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.089
1.80%	11.0	251	0.083	0.123	2,762	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.105
1.87%	11.0	256	0.083	0.123	2,815	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.107
1.92%	11.0	259	0.083	0.123	2,852	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.108
2.38%	11.0	289	0.083	0.123	3,176	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.121
3.82%	11.0	366	0.083	0.123	4,023	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.153
4.36%	11.0	391	0.083	0.123	4,298	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.163
4.65%	11.0	404	0.083	0.123	4,439	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.169
5.50%	11.0	439	0.083	0.123	4,828	0.30	0.90	151.85	67	0.20	67%	0.183

4.4.2 Embrici

La raccolta delle acque in rilevato, laddove è previsto il sistema aperto si farà uso degli embrici secondo lo schema classico di realizzazione (elementi modulari collegati) con recapito diretto nel fosso di guardia al piede del rilevato. Per la determinazione degli interassi degli embrici è stata calcolata la lunghezza massima di sufficienza in funzione della pendenza longitudinale del canale di bordo triangolare che si forma tra la piattaforma ed il cordolo. Fissando una larghezza massima impegnata dal canale di bordo pari a 1.2m ed una pendenza trasversale del 2,5% dal calcolo si ottiene:



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

EMBRICI										
pendenza	b	L max	ta	tc	Atotale	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia	Ks	tirante idrico	Qmax
	m	m	ore	ore	m ²		mm/h	Gauckler-Strickler	m	mc/s
0.003	11.0	15	0.083	0.099	167	0.90	168.86	67	0.030	0.007
0.004	11.0	17	0.083	0.099	192	0.90	168.86	67	0.030	0.008
0.005	11.0	20	0.083	0.099	215	0.90	168.86	67	0.030	0.009
0.006	11.0	21	0.083	0.099	236	0.90	168.86	67	0.030	0.010
0.007	11.0	23	0.083	0.099	254	0.90	168.86	67	0.030	0.011
0.008	11.0	25	0.083	0.099	272	0.90	168.86	67	0.030	0.011
0.009	11.0	26	0.083	0.099	288	0.90	168.86	67	0.030	0.012
0.010	11.0	28	0.083	0.099	304	0.90	168.86	67	0.030	0.013
0.015	11.0	34	0.083	0.099	372	0.90	168.86	67	0.030	0.016
0.020	11.0	39	0.083	0.099	430	0.90	168.86	67	0.030	0.018
0.025	11.0	44	0.083	0.099	481	0.90	168.86	67	0.030	0.020
0.030	11.0	48	0.083	0.099	527	0.90	168.86	67	0.030	0.022
0.035	11.0	52	0.083	0.099	569	0.90	168.86	67	0.030	0.024
0.040	11.0	55	0.083	0.099	608	0.90	168.86	67	0.030	0.026

L'interasse massimo assegnato è stato fissato pari a 12 m, a prescindere dalla pendenza longitudinale.

4.4.3 Collettori

I collettori utilizzati sono in PEAD con diametri di 315, 400, 500, 630 e 800.

Le ipotesi poste a base del calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita dalla piattaforma più una fascia di scarpata (se presente);
- il riempimento massimo fissato è del 67% (50% per il collettore del 400 e minori).



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto - Siena (S.S. 223 "Di Paganico")
dal km 41+600 al km 53+400 - Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

NODI		i viabilità	i collettore	L _{par}	L _{tot}	t _a	t _c	A _{sub}	A _{tot}	φ	i _c	D	K _s Gaukler- Strickler	h	grado di riempimento	Q _{max} METODO CINEMATICO	V _{max}	Q _{max} mc/s
		[m/m]	[m/m]	[m]	[m]	[h]	[h]	[m ²]	[m ²]	coefficiente di deflusso	[mm/h]	[m]		[m]	[%]	[m ³ /s]	[m/s]	Q _{max} mc/s
A1	V01	0,13%	1,87%	150,0	150,0	0,08	0,101	1650	1650	0,90	266,02	0,30	90	0,19	63%	0,110	2,37	0,110
A02		1,80%	1,80%	147,0	147,0	0,08	0,101	1.617	1.617	0,90	266,02	0,30	90	0,19	63%	0,108	2,33	0,108
A03	V02	1,80%	1,80%	106,0	253,0	0,08	0,110	1.166	2.783	0,90	250,14	0,38	90	0,22	57%	0,174	2,64	0,174
A04		0,43%	0,43%	70,8	70,8	0,08	0,101	779	779	0,90	266,32	0,30	90	0,19	63%	0,052	1,13	0,052
A05		0,43%	0,43%	73,1	143,9	0,08	0,114	804	1.583	0,90	244,51	0,38	90	0,23	62%	0,097	1,32	0,097
A06		0,43%	0,43%	161,0	304,9	0,08	0,138	1.771	3.353	0,90	212,59	0,47	90	0,30	63%	0,178	1,54	0,178
A07	V03	0,43%	0,43%	236,2	541,0	0,08	0,170	2.598	5.951	0,90	183,10	0,59	90	0,33	56%	0,272	1,73	0,272
A11		4,65%	4,65%	463,0	463,0	0,08	0,113	5.093	5.093	0,90	245,46	0,38	90	0,23	61%	0,313	4,34	0,313
A10		0,59%	0,59%	484,0	947,0	0,08	0,207	5.324	10.417	0,90	159,63	0,59	90	0,39	66%	0,416	2,13	0,416
A09		2,38%	2,38%	245,0	1192,0	0,08	0,166	2.695	13.112	0,90	186,68	0,59	90	0,32	54%	0,612	4,01	0,612
A08	V03	0,43%	0,43%	70,0	1262,0	0,08	0,261	770	13.882	0,90	135,15	0,75	90	0,40	53%	0,469	1,97	0,469
A12		4,36%	4,36%	229,0	229,0	0,08	0,101	2.519	2.519	0,90	265,99	0,30	90	0,19	63%	0,167	3,62	0,167
A13		4,36%	4,36%	301,0	530,0	0,08	0,117	3.311	5.830	0,90	238,82	0,38	90	0,26	68%	0,348	4,33	0,348
A14		0,61%	0,61%	290,0	820,0	0,08	0,190	3.190	9.020	0,90	169,33	0,59	90	0,37	62%	0,382	2,13	0,382
A15		0,61%	0,61%	114,0	934,0	0,08	0,314	1.254	1.254	0,90	118,52	0,59	90	0,10	18%	0,037	1,13	0,037
A16	V04	0,13%	0,13%	124,0	1058,0	0,08	0,481	1.364	2.618	0,90	87,37	0,59	90	0,19	32%	0,057	0,74	0,057
A17		0,13%	0,84%	100,3	100,3	0,08	0,101	1.103	1.103	0,90	266,06	0,30	90	0,19	63%	0,073	1,59	0,073
A18		0,13%	0,84%	105,9	206,2	0,08	0,114	1.165	2.268	0,90	243,68	0,38	90	0,24	63%	0,138	1,86	0,138
A19	V05	0,84%	0,84%	150,0	356,2	0,08	0,131	1.650	3.918	0,90	221,32	0,47	90	0,27	57%	0,217	2,09	0,217
A20		0,55%	0,55%	80,2	80,2	0,08	0,101	882	882	0,90	266,36	0,30	90	0,19	63%	0,059	1,28	0,059
A21		0,55%	0,55%	84,2	164,4	0,08	0,114	926	1.808	0,90	244,26	0,38	90	0,24	63%	0,110	1,50	0,110
A22		0,55%	0,55%	177,7	342,1	0,08	0,138	1.955	3.763	0,90	212,99	0,47	90	0,30	63%	0,200	1,74	0,200
A23	V05	0,55%	0,55%	102,0	444,1	0,08	0,150	1.122	4.885	0,90	200,32	0,59	90	0,29	48%	0,245	1,84	0,245
A24		1,30%	1,30%	137,5	137,5	0,08	0,102	1.513	1.513	0,90	263,29	0,30	90	0,20	67%	0,100	2,01	0,100
A25		1,30%	1,30%	142,0	279,5	0,08	0,116	1.562	3.075	0,90	240,20	0,38	90	0,25	66%	0,185	2,35	0,185
A26		1,30%	1,30%	244,0	523,5	0,08	0,138	2.684	5.759	0,90	213,14	0,47	90	0,29	63%	0,307	2,68	0,307
A27	V06	0,55%	0,55%	243,0	766,5	0,08	0,189	2.673	8.432	0,90	170,24	0,59	90	0,36	61%	0,359	2,02	0,359



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78

S.G.C. GROSSETO - FANO

Adeguamento a 4 corsie

nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)

dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

NODI		i viabilità	i collettore	L _{par}	L _{tot}	t _a	t _c	A _{sub}	A _{tot}	φ	i _c	D	K _s Gauckler- Strickler	h	grado di riempimento	Q _{max} METODO CINEMATICO	V _{max}
		[m/m]	[m/m]	[m]	[m]	[h]	[h]	[m ²]	[m ²]	coefficiente di deflusso	[mm/h]	[m]		[m]	[%]	[m ³ /s]	[m/s]
A28		1,92%	1,92%	165,0	165,0	0,08	0,102	1.815	1.815	0,90	263,68	0,30	90	0,20	67%	0,120	2,44
A29	V07	1,92%	1,92%	187,0	352,0	0,08	0,117	2.057	3.872	0,90	238,75	0,38	90	0,26	68%	0,231	2,87
A30		0,31%	0,31%	165,0	165,0	0,08	0,122	1.815	1.815	0,90	232,05	0,38	90	0,28	75%	0,105	1,18
A31		0,31%	0,40%	76,6	76,6	0,08	0,102	843	843	0,90	263,19	0,30	90	0,20	67%	0,055	1,12
A32		0,31%	0,40%	79,1	155,8	0,08	0,117	870	1.713	0,90	240,07	0,38	90	0,25	67%	0,103	1,30
A33		0,31%	0,40%	180,0	335,8	0,08	0,145	1.980	3.693	0,90	205,66	0,47	90	0,32	67%	0,190	1,52
A34	V08	0,31%	0,40%	106,0	441,8	0,08	0,159	1.166	4.859	0,90	192,21	0,59	90	0,31	52%	0,234	1,62
A35		5,50%	5,50%	200,0	200,0	0,08	0,098	2.200	2.200	0,90	272,15	0,30	90	0,16	55%	0,150	3,87
A36		5,50%	5,50%	400,0	600,0	0,08	0,118	4.400	6.600	0,90	238,48	0,38	90	0,26	68%	0,393	4,86
A37		5,50%	5,50%	93,0	693,0	0,08	0,121	1.023	7.623	0,90	233,37	0,47	90	0,24	50%	0,445	5,08
A38	V09	0,31%	0,50%	238,0	931,0	0,08	0,213	2.618	10.241	0,90	155,97	0,60	90	0,40	67%	0,399	1,99
A39		3,82%	3,82%	200,0	200,0	0,08	0,100	2.200	2.200	0,90	267,79	0,30	90	0,18	61%	0,147	3,34
A40		3,82%	3,82%	281,1	481,1	0,08	0,117	3.092	5.292	0,90	240,07	0,38	90	0,25	67%	0,318	4,03
A41		3,82%	3,82%	375,0	856,1	0,08	0,136	4.125	9.417	0,90	215,55	0,47	90	0,29	61%	0,507	4,56
A42	V10	0,12%	0,64%	172,0	1028,1	0,08	0,211	1.892	11.309	0,90	157,47	0,59	90	0,40	68%	0,445	2,24
A43		1,21%	1,21%	132,4	132,4	0,08	0,102	1.456	1.456	0,90	263,43	0,30	90	0,20	67%	0,096	1,94
A44		1,21%	1,21%	139,0	271,3	0,08	0,117	1.529	2.985	0,90	240,06	0,38	90	0,25	67%	0,179	2,27
A45		0,27%	0,50%	311,0	582,3	0,08	0,170	3.421	6.406	0,90	183,20	0,59	90	0,33	56%	0,293	1,86
A46		0,27%	0,50%	325,0	907,3	0,08	0,211	3.575	9.981	0,90	157,43	0,59	90	0,40	68%	0,393	1,98
A47	V11	0,43%	0,50%	133,0	1040,3	0,08	0,224	1.463	11.444	0,90	150,54	0,75	90	0,36	48%	0,431	2,05
A48		0,53%	0,53%	88,0	88,0	0,08	0,102	968	968	0,90	263,13	0,30	90	0,20	68%	0,064	1,28
A49		0,53%	0,53%	90,7	178,7	0,08	0,117	998	1.966	0,90	240,01	0,38	90	0,25	67%	0,118	1,49
A50		0,53%	0,53%	199,5	378,2	0,08	0,144	2.195	4.160	0,90	206,57	0,47	90	0,31	67%	0,215	1,74
A51	V12	0,53%	0,53%	26,0	404,2	0,08	0,146	286	4.446	0,90	203,94	0,59	90	0,28	47%	0,227	1,78
A52		0,30%	0,30%	63,1	63,1	0,08	0,102	694	694	0,90	264,84	0,30	90	0,19	65%	0,046	0,96
A53		0,30%	0,50%	111,7	174,8	0,08	0,117	1.229	1.922	0,90	239,93	0,38	90	0,25	67%	0,115	1,46
A54		0,30%	0,50%	194,2	369,0	0,08	0,144	2.136	4.059	0,90	206,59	0,47	90	0,31	67%	0,210	1,69
A55	V13	0,30%	0,50%	180,0	549,0	0,08	0,166	1.980	6.039	0,90	186,46	0,59	90	0,32	54%	0,282	1,84
A56		0,009%	0,50%	85,6	85,6	0,08	0,102	941	941	0,90	263,24	0,30	90	0,20	67%	0,062	1,25
A57		0,009%	0,50%	89,1	174,6	0,08	0,117	980	1.921	0,90	239,96	0,38	90	0,25	67%	0,115	1,46
A58	V14	0,009%	0,50%	77,0	251,6	0,08	0,127	847	2.768	0,90	225,36	0,47	90	0,26	55%	0,156	1,59
A59		0,03%	0,50%	85,2	85,2	0,08	0,102	937	937	0,90	263,35	0,30	90	0,20	67%	0,062	1,25
A60		1,04%	1,04%	166,5	251,8	0,08	0,117	1.832	2.769	0,90	239,97	0,38	90	0,25	67%	0,166	2,10
A61	V14	1,04%	1,04%	155,0	406,8	0,08	0,132	1.705	4.474	0,90	220,10	0,47	90	0,27	58%	0,246	2,34

4.4.4 Raccolta e smaltimento acque in viadotto

La raccolta delle acque in viadotto è affidata ai bocchettoni che si immettono nei tubi sottostanti staffati all'impalcato. Per la determinazione degli interassi tra i bocchettoni è stata calcolata la lunghezza massima di sufficienza in funzione della pendenza longitudinale del canale di bordo triangolare che si forma tra la piattaforma ed il cordolo.

Fissando una larghezza massima impegnata dal canale di bordo pari a 1.2m ed una pendenza trasversale del 2,5% dal calcolo si ottiene quanto segue.

L'interasse massimo assegnato è stato fissato pari a 8 m, a prescindere dalla pendenza longitudinale, non ritenendo prudente superare tale misura.

La verifica dei bocchettoni dei viadotti è stata fatta considerando un funzionamento sotto battente. In particolare, si è utilizzata la formula:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

Avendo indicato con A l'area del discendente, con h il carico sul bocchettone riferito alla soglia sfiorante e $C_q = 0.6$.

Avendo il diametro del discendente pari ad un $\phi 125$, l'altezza h tra il piano inferiore della griglia e la sommità del bocchettone pari a 7 cm dal calcolo si ottiene un valore di portata massima smaltibile dal bocchettone pari a 9.0 l/s e quindi compatibile con le portate precedentemente calcolate.

I collettori staffati all'impalcato sono in acciaio con diametri 315 e 400 a secondo della lunghezza del tratto da smaltire.

Il riempimento massimo fissato è del 50%.

4.4.5 Fossi di guardia

E' stata prevista una tipologia di fossi di guardia rivestiti in cls aventi dimensioni pari a 50x50x50.

Le ipotesi di base per calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita da una fascia larga mediamente 100 m costituita in parte dalla piattaforma e parte dal terreno naturale;
- il grado di riempimento massimo è stato fissato pari al 67%.

La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che il fosso è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate, a secondo della pendenza longitudinale.

pendenza	b m	L max m	ta	tc ore	Atotale mq	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia mm/h	dimensione m	Ks Gauckler- Strickler	tirante idrico m	grado di riempiment o %	Qmax smaltibile mc/s
0.001	100.0	38	0.083	0.102	3,787	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.084
0.002	100.0	54	0.083	0.102	5,355	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.118
0.003	100.0	66	0.083	0.102	6,558	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.145
0.004	100.0	76	0.083	0.102	7,573	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.167
0.005	100.0	85	0.083	0.102	8,467	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.187
0.006	100.0	93	0.083	0.102	9,275	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.205
0.007	100.0	100	0.083	0.102	10,018	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.221
0.008	100.0	107	0.083	0.102	10,710	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.237
0.009	100.0	114	0.083	0.102	11,360	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.251
0.010	100.0	120	0.083	0.102	11,974	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.265
0.015	100.0	147	0.083	0.102	14,665	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.324
0.020	100.0	169	0.083	0.102	16,934	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.374
0.025	100.0	189	0.083	0.102	18,933	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.418
0.030	100.0	207	0.083	0.102	20,740	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.458
0.035	100.0	224	0.083	0.102	22,401	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.495
0.040	100.0	239	0.083	0.102	23,948	0.40	198.92	0.50	67	0.21	67%	0.529

4.5 Vasche di prima pioggia

Le acque di prima pioggia sono costituite dalle acque di scorrimento superficiale defluite nei primi istanti di un evento di precipitazione e caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti, spesso addirittura superiori a quelle registrate negli stessi reflui in condizioni ordinarie. A seguito degli eventi di precipitazione, infatti, le acque meteoriche operano il dilavamento delle superfici urbane causando il trasporto in fognatura di sostanze inquinanti tra le quali, principalmente, solidi sedimentabili (organici o inorganici), elementi contenenti nutrienti, batteri, oli, grassi e metalli pesanti; tale fenomeno di dilavamento è noto con il nome di first flush.

Come fonte diretta i veicoli contribuiscono all'apporto di metalli pesanti attraverso gli scarichi delle auto, l'usura delle parti meccaniche in movimento e la perdita di oli e grassi lubrificanti; come fonte indiretta contribuisce all'apporto di solidi attraverso l'erosione dei manti stradali e il trasporto di sedimenti. Un'altra fonte di inquinamento della piattaforma stradale è rappresentata dall'atmosfera: durante i periodi di tempo secco si verifica il deposito di polveri, mentre durante gli eventi di precipitazione avviene il dilavamento sia del particolato atmosferico che di composti disciolti.

Gli agenti inquinanti presenti nelle acque di piattaforma si possono, pertanto, suddividere nelle seguenti classi:

- Metalli pesanti, associati al traffico e prodotti dal consumo di parti di veicoli;

- Nutrienti, per lo più di origine atmosferica;
- Sali, soprattutto cloruri, provenienti dalle operazioni di spargimento dei sali disgelanti effettuate durante i mesi invernali;
- Idrocarburi, derivanti dalla cessione di fluidi da parte dei veicoli e da prodotti di combustione.

Numerosi studi evidenziano che uno dei maggiori contributi al carico inquinante trascinato dalle acque di prima pioggia è legato al trasporto solido rappresentato dai solidi sospesi.

Il trasporto solido nella prima metà dello sfioro può trasportare fino al 70% del carico totale e comunque le concentrazioni di inquinanti sono più marcate per le sostanze sospese che per quelle disciolte [Weeks, 1982, Australia].

Il progetto del sistema di trattamento delle acque meteoriche superficiali è basato sulla considerazione che il possibile inquinamento di queste avvenga principalmente nella prima caduta di acque piovane dopo un periodo di secco (di qui la definizione di acque di “prima pioggia”), per effetto del dilavamento e trascinamento di polveri e sostanze oleose presenti sulla superficie delle pavimentazioni.

4.5.1 Descrizione del sistema di trattamento delle acque di prima pioggia

Il sistema di raccolta delle acque di piattaforma è costituito da caditoie posizionate a bordo della carreggiata e da collettori per l’allontanamento delle acque ed il loro convogliamento alle vasche di prima pioggia. All’ingresso di queste è prevista la realizzazione di un pozzetto scolmatore che permette l’ingresso al sistema di trattamento delle sole acque di prima pioggia scaricando direttamente nel corpo idrico recettore le restanti. Il trattamento delle acque di “prima pioggia” è realizzato mediante un impianto alimentato a gravità e a funzionamento “continuo”, ovvero capace di trattare le portate addotte senza l’ausilio di sistemi di pompaggio o di paratoie di intercettazione.

Per limitare gli interventi di manutenzione si è optato per un sistema di estrema semplicità, non elettrificato, e privo di sensori o di valvole automatiche che, se non periodicamente verificate e controllate, possono rendere completamente inefficace la realizzazione di tali sistemi di trattamento. La manutenzione di cui necessita il sistema proposto, è limitato al periodico svuotamento della camera di dissabbiatura e di disoleatura con seguente conferimento dei materiali presso siti autorizzati per il loro smaltimento.

L’impianto sarà costituito da una vasca in cemento armato successivamente attrezzata con le apparecchiature idrauliche (tubi di adduzione e uscita acque, canaletta di sfioro, etc.) idonee a garantire la separazione delle sostanze inquinanti a diverso peso specifico rispetto all’acqua.



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

Le vasche di prima pioggia saranno composte dalle seguenti apparecchiature principali, complete di raccordi ed accessori necessari al loro corretto funzionamento:

- un pozzetto sfioratore/scolmatore per il controllo della portata derivata;
- una camera di dissabbiatura per la separazione dei materiali pesanti;
- un separatore/disoleatore di tipo statico per la separazione dei liquidi leggeri.

Il pozzetto scolmatore è costituito da una soglia tarata, avente cioè un'altezza calibrata sulla massima portata derivata, tale da limitare l'ingresso al sistema di trattamento della sola portata di prima pioggia. Il carico idraulico in eccesso sarà allontanato dalla tubazione di bypass che verrà convogliata direttamente al corpo idrico recettore.

La camera di dissabbiatura rappresenta il primo trattamento in cui avviene la separazione statica di elementi inquinanti ad alto peso specifico. In questa camera vengono trattenute le sostanze di maggiore densità (come ad es. inerti, gomma, sabbia, ecc.) proteggendo il disoleatore da possibili intasamenti, e consentire la sedimentazione naturale delle particelle più pesanti sul fondo del manufatto. La rimozione del materiale sedimentato sarà effettuata mediante autospurgo.

A valle del dissabbiatore è previsto un separatore/disoleatore di sostanze “leggere” (oli, benzine, ecc.) di tipo statico, con estrazione manuale periodica dei residui.

Il suo funzionamento è fondato sul principio del galleggiamento delle sostanze a più basso peso specifico rispetto a quello dell'acqua (densità di $0,8 \div 0,85 \text{ g/cm}^3$).

Il manufatto dovrà essere realizzato con impiego di calcestruzzo additivato per essere reso impermeabile e resistente all'aggressione dei liquidi. Le pareti interne dovranno essere trattate con resine antiolio e gli elementi metallici saranno in acciaio INOX AISI 304.

4.5.2 Criteri di dimensionamento delle VPP

Le vasche, finalizzate alla sedimentazione delle acque di prima pioggia drenate dalla piattaforma stradale, sono state posizionate in prossimità dei punti di minimo del tracciato e collegate opportunamente ai recapiti finali che possono essere corpi idrici superficiali o reti fognarie esistenti. Sarà resa disponibile una pista di accesso per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

Come detto sopra, 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.”

Nel presente progetto, al fine di ottenere l'effettiva area contribuente che raggiunge i presidi idraulici per il successivo trattamento, è stato considerato, in funzione della presenza di alcune zone non impermeabili, o, comunque, non afferenti direttamente nel sistema di raccolta considerato (marciapiedi, spartitraffico, scarpate, etc..) un coefficiente di deflusso globale pari a 0,8.

Sulla base di tale criterio, si è calcolata la portata di prima pioggia per ciascuna vasca indicata con Q in l/s assumendo una lama d’acqua di 5 mm per una durata di 15 min uniformemente distribuita su tutta la superficie.

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

$$Q_{pp} = S_{pp}i(t_c)$$

dove S_{pp} è la superficie drenante afferente alla vasca e $i(t_c)$ è l'intensità di pioggia associata alla durata.

Si è fissato inoltre che il volume di sversamento 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 a $i=0.01$. Sulla base della portata di prima pioggia si è quindi proceduto alla determinazione della lunghezza della vasca.

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

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

Ove

- V_s = velocità di sedimentazione, in cm/s
- g = accelerazione di gravità = 981 cm/s²
- γ_s = peso specifico delle particelle
- γ_w = peso specifico dell'acqua
- D = diametro della particella, in mm
- 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:

Nei tratti in curva della viabilità principale è inserita in corrispondenza della barriera centrale una canaletta di raccolta rettangolare, che evita lo scolo della semicarreggiata superiore nella sottostante.

$$t_1 = \frac{V}{L} = L \cdot h \cdot \frac{b}{Q}$$

mentre il tempo di caduta verticale è $t_2 = h/V_s$

evidentemente $t_1 = t_2$, per cui si ha che la lunghezza è pari a:

$$L = h \cdot \frac{Q}{V_s \cdot b \cdot h}$$

Per quanto riguarda le modalità di transito dell'acqua e/o del carburante da stoccare nelle vasche, si è imposto che il tempo di detenzione minimo sia pari a 4 minuti con una velocità massima dell'acqua, nel tratto ove avviene la separazione oli/acque, pari a 0,05 m/s. Tale limiti sono stati prefissati in maniera tale che la componente olio/carburante, più leggera, possa salire in superficie.

Per quanto riguarda il caso in esame, la tipologia di vasca prevista è riconducibile al tipo prefabbricato in vetroresina che, oltre alle caratteristiche ottimali per la posa in opera, garantisce una maggiore resistenza alle azioni aggressive dei reflui transitanti.

Il funzionamento idraulico è di tipo statico che, come detto, determina la separazione del fluido acqua dagli idrocarburi e sostanze flottanti presenti in ragione del diverso peso specifico. La

disposizione di un primo filtro a pacchi lamellari tra la sezione di sedimentazione e quella di disoleazione permette una prima selezione di particelle a grana molto fine che si trovano in sospensione nel refluo. Successivamente la separazione degli idrocarburi e degli olii viene garantita mediante l'utilizzo di apposito filtro a coalescenza di tipo superficiale.

Nelle seguenti tabelle vengono riportati i parametri per ogni VPP:

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	1650	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	27.500	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	8.25	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	2.75	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	11.00	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	3	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$L_{ungV} =$	3	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	27	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.982	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	3.056	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu_{Uf} =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 3 - Vasca 01

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	2783	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	46.383	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	13.915	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	4.64	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	18.55	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	3	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	3	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	27	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.582	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	5.154	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 4 - Vasca 02

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	19833	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	330.550	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	99.165	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	33.06	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	132.22	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	7	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	7	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	147	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.445	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	15.740	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 5 - Vasca 03

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	21240	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	354.000	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	106.2	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	35.40	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	141.60	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	7	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	7	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	147	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.415	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	16.857	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 6 - Vasca 04

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	8803	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	146.717	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	44.015	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	14.67	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	58.69	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	5	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	4	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	60	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.409	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	9.781	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 7 - Vasca 05

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	8432	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	140.533	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	42.16	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	14.05	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	56.21	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	5	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	4	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	60	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.427	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	9.369	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 8 - Vasca 06

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	3872	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	64.533	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	19.36	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	6.45	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	25.81	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	3	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	3	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	27	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.418	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	7.170	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 9 - Vasca 07

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	4859	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	80.983	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	24.295	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	8.10	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	32.39	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	5	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	4	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	60	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.741	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	5.399	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 10 - Vasca 08

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	10241	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	170.683	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	51.205	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	17.07	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	68.27	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	7	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	7	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	147	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.861	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	8.128	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 11 - Vasca 09

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	10241	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	170.683	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	51.205	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	17.07	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	68.27	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	7	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	7	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	147	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.861	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	8.128	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu_{Uf} =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 12 - Vasca 10

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	11444	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	190.733	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	57.22	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	19.07	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	76.29	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	7	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	7	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	147	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.771	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	9.083	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 13 - Vasca 11

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	4446	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	74.100	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	22.23	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	7.41	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	29.64	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	5	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	4	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	60	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.810	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	4.940	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 14 - Vasca 12

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	6039	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	100.650	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	30.195	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	10.07	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	40.26	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	5	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	4	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	60	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.596	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	6.710	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 15 - Vasca 13

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

$t_{e.c.} =$	0.250	h	<i>Durata evento critico</i>
	15	min	
$h =$	5	mm	<i>Altezza di pioggia</i>
$t_{e.c.} =$	900.000	s	<i>Durata evento critico</i>
$S_s =$	7242	m ²	<i>Superficie scolante</i>
$Q_{pp} =$	120.700	l/s	<i>Portata di prima pioggia</i>
C_f	100		<i>Coefficiente quantità di fango</i>
i	0.0167	l/s*m ²	<i>intensità precipitazioni</i>
$V_{pp} =$	36.21	m ³	<i>Volume di prima pioggia</i>
$V_{sed} =$	12.07	m ³	<i>Volume sedimentazione</i>
$V_{vmin} =$	48.28	m ³	<i>Volume vasca minimo</i>
$B =$	5	m	<i>Larghezza vasca</i>
$H =$	3	m	<i>Altezza Vasca</i>
$LungV =$	4	m	<i>Lunghezza vasca</i>
$V_v =$	60	mc	<i>Volume vasca</i>
$T_p =$	0.497	s	<i>tempo di permanenza in vasca</i>
$V_{elV} =$	8.047	m/s	<i>Velocità media in vasca</i>
$P_{pp} =$	800	kg/mc	<i>Peso Specifico delle particelle</i>
$D =$	0.0002	m	<i>Diametro particella</i>
$P_{pa} =$	1000	kg/mc	<i>Peso Specifico Acqua</i>
ν_f	1.003E-06	m ² /s	<i>viscosità cinematica del fluido</i>
$\mu U_f =$	1.002E-03	Ns/m ²	<i>viscosità dinamica del fluido</i>
f_i	0.85		<i>fattore di forma</i>
$V_s =$	0.005	m/s	<i>Velocità ascensionale</i>

Tabella 16 - Vasca 14

4.6 Materiale da sedimentazione

Come più volte ripetuto, nel processo di trattamento delle acque meteoriche provenienti dal dilavamento della pavimentazione stradale si ha la precipitazione sul fondo delle vasche dei solidi sospesi nei reflui stoccati che nel tempo forma un rilevante strato di materiale sedimentato: i materiali sedimentati possono inficiare il regolare funzionamento idraulico del sistema di accumulo, riducendo in maniera significativa il volume effettivamente disponibile per la raccolta delle acque convogliate.

Il materiale solido sedimentabile si presenta costituito da diverse componenti, prevalentemente di natura inorganica (sabbia, argilla), ma spesso anche organica (residui alimentari, vegetali, deiezioni di animali). Tale situazione potrà essere rilevata riscontrando, mediante un’asta rigida di opportuna lunghezza, la consistenza melmosa dell’acqua residua, ovvero segnalata implicitamente dall’insorgere della caratteristica e fastidiosa maleodorazione da fermentazione organica.

La manutenzione del comparto consiste nell’allontanamento della miscela stessa fino al completo svuotamento del comparto e nel suo lavaggio con acqua in pressione (operazioni agevolmente effettuabile mediante un camion da espurgo, autorizzato al trasporto di rifiuti e dotato di lancia ad alta pressione "canal-jet"). La periodicità con cui si renderà necessaria l’operazione di pulizia sopradescritta varierà in relazione al grado di pulizia delle strade e dell’efficienza dei dispositivi di intercettazione meccanica (canalette, caditoie, pozzetti, etc.).



Figura 1 - Automezzi in opera per la rimozione ed il trasporto dei solidi sedimentati

La pulizia delle vasche dovrà avvenire immediatamente dopo il procedimento di ispezione visiva e le successive valutazioni predette, relativamente al grado di riempimento delle stesse,

mediante rimozione dei fanghi posti sul fondo ad opera di ditta specializzata ed autorizzata e secondo la seguente procedura:

- a) aspirazione sino al massimo limite inferiore ammissibile con idoneo gruppo di pompaggio, di cui deve essere dotato l'automezzo a disposizione della ditta esecutrice delle operazioni di pulizia, in funzione delle dimensioni delle vasche e del grado di riempimento.
- b) Trattandosi di vasca interrata, sarà opportuno valutare preliminarmente la presenza iniziale di eventuale gas e riportarne i valori su modulo cartaceo. Una volta rilevato il rischio di presenza di sacche immerse di sostanze gassose, dovrà essere posizionato il gruppo di estrazione (pompaggio) aria dall'interno con idoneo ventilatore antideflagrante; tale operazione proseguirà per tutta l'attività di pulizia della vasca.
- c) Aspirazione del materiale contenuto con attrezzatura Canal Jet Omologata a norma dotata di filtro antistatico ed antideflagrante montato su decompressore e dotato d'idonea messa a terra; l'operazione avverrà senza accesso di personale all'interno della vasca e procederà sino a quando non sarà più possibile aspirare materiale. In questa fase di lavorazione dovrà essere messo a punto un adeguato sistema di filtrazione delle acque e del fango evitando di intasare le tubazioni dell'autospurgo con materiale galleggiante non idoneo al carico (plastica, nylon, sughero, legno ecc...). Tutto questo materiale sarà confezionato successivamente in idonei big- bags politenati nella fase di operazioni con discesa degli operatori in vasca.
- d) A seguire gli operatori della ditta incaricata (con opportuna dotazione di sicurezza DPI consistente in tuta in tyvek protech con cappuccio, guanti resistenti ad abrasivi e corrosivi, occhiali protettivi, semi maschera facciale con filtri specifici, calzature antiscivolo antinfortunistiche, casco antinfortunistico, cintura di sicurezza con cordino di trattenuta L= 1,5 metri) procederanno alle operazioni di lavaggio interno alla vasca con le seguenti modalità:
 - o prova di gas-free con idoneo strumento multigas prima e durante le varie fasi per verifica ossigeno (O₂) ed esplosività (EX);
 - o lavaggio con tecnologia “Mitra Rotante” ad alta efficienza ed alta pressione; l'operazione di lavaggio sarà eseguita partendo dall'alto e pertanto saranno pulite le pareti a scendere sino sul fondo. Tale operazione avverrà con l'ausilio di idoneo trabattello mobile tipo leggero con hmax 4 metri utili;
 - o recupero dei big- bags confezionati;
 - o tutte le lavorazioni dovranno essere seguite da un tecnico Responsabile della ditta esecutrice, che dovrà essere presente durante l'esecuzione dei lavori e dovranno essere eseguite dopo aver ottenuto regolare autorizzazione da

parte del Titolare della gestione dell'impianto di accumulo e trattamento delle acque meteoriche in parola con richiesta di autorizzazione all'accesso di persone e mezzi. Ogni lavorazione dovrà essere eseguita nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza del personale, delle attrezzature e delle normative ambientali (D.Lgs. 81/08 salute e sicurezza dei lavoratori sul luogo di lavoro e Legge Quadro Ambientale n.152/2006).

La ditta specializzata provvederà direttamente alla classificazione dei fanghi raccolti, e ad organizzare lo smaltimento in centro di ritiro autorizzato.

4.7 Scelte progettuali per la depurazione delle acque di piattaforma

La scelta di adottare il sistema proposto è stata ispirata dalla volontà di fornire opportune risposte ad un articolato quadro di obiettivi generali desunti dall'attenta analisi del contesto di riferimento ed individuati in piena coerenza con gli indirizzi prescrittivi. In particolare sono stati individuati due principali ordini indipendenti, seppure tra essi correlati, di obiettivi: obiettivi di carattere progettuale, relativi alle ottimizzazioni della gestione del processo realizzativo e manutentivo, considerando gli oneri per l'adozione delle specie autoctone da adottare nella fitodepurazione ed obiettivi afferenti all'ambiente ed alla tutela e conservazione del paesaggio, aventi la finalità di conseguire il migliore inserimento dell'infrastruttura nel contesto territoriale di riferimento, nonché di garantire la sostenibilità ambientale dell'intera opera.

4.8 Sottovia viabilità secondaria

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche dei collettori per il drenaggio delle acque di piattaforma dei sottovia nello svincolo del Picchetto, svincolo Fontazzi e sottovia viabilità secondaria 2.

Le opere di drenaggio prevedono dei collettori in PEAD per tutti i sottovia, una canaletta in cls 55x55cm nel sottovia dello svincolo del Picchetto per convogliare le acque meteoriche al ricettore finale e canalette alla francese per far defluire le acque di piattaforma all'interno dei pozzetti nei sottovia.

SISTEMA CHIUSO											
NODI		i viabilità	i collettore	L_{par}	ϕ	D	K_s Gaukler- Strickler	h	grado di riempimento	Q_{max} METODO CINEMATICO	V_{max}
		[m/m]	[m/m]	[m]	coefficiente di deflusso	[m]		[m]	[%]	[m ³ /s]	[m/s]
P1dx	SV01dx	2.00%	2.00%	166.1	0.90	0.38	90	0.20	54%	0.166	2.72
P1sx	SV01sx	7.00%	7.00%	188.1	0.90	0.38	90	0.19	51%	0.280	4.95
SV01sx	SV01dx	0.32%	0.91%	66.0	0.90	0.47	90	0.31	66%	0.280	2.28

Tabella 17 - Svincolo del Picchetto

SISTEMA CHIUSO											
SOTTOVIA		i viabilità	i collettore	L_{par}	ϕ	B	K_s Gaukler- Strickler	h	grado di riempimento	Q_{max} METODO CINEMATICO	V_{max}
		[m/m]	[m/m]	[m]	coefficiente di deflusso	[m]		[m]	[%]	[m ³ /s]	[m/s]
PICCHETTO		0.32%	0.91%	15.0	0.90	0.55	90	0.33	61%	0.446	2.43

Tabella 18 - Canaletta sottovia Picchetto

SISTEMA CHIUSO											
NODI		i viabilità	i collettore	L_{par}	ϕ	D	K_s Gaukler- Strickler	h	grado di riempimento	Q_{max} METODO CINEMATICO	V_{max}
		[m/m]	[m/m]	[m]	coefficiente di deflusso	[m]		[m]	[%]	[m ³ /s]	[m/s]
F1dx	SV02dx	6.00%	6.00%	136.6	0.90	0.38	90	0.19	51%	0.264	4.60
F1sx	F2sx	2.00%	7.00%	20.0	0.90	0.30	90	0.05	15%	0.015	2.21
F2sx	F3sx	5.48%	5.48%	80.0	0.90	0.30	90	0.12	40%	0.102	3.94
F3sx	SV02sx	1.16%	1.16%	31.9	0.90	0.30	90	0.10	34%	0.131	6.42
SV01sx	SV01dx	6.00%	6.00%	33.4	0.90	0.38	90	0.19	51%	0.264	4.60

Tabella 189 - Svincolo Fontazzi



Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto - Siena (S.S. 223 "Di Paganico")
dal km 41+600 al km 53+400 - Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

SISTEMA CHIUSO

SEZIONI		i viabilità	i collettore	L_{par}	ϕ	i_c	D	K_s Gaugkler- Strickler	h	grado di riempimento	Q_{max} METODO CINEMATICO	V_{max}
		[m/m]	[m/m]	[m]	coefficiente di deflusso	[mm/h]	[m]		[m]	[%]	[m ³ /s]	[m/s]
32	38	0.20%	0.22%	77.0	0.90	255.46	0.38	90	0.21	56%	0.058	0.91
38	39	0.20%	0.22%	23.5	0.90	288.32	0.38	90	0.25	66%	0.075	0.96
39	40	0.20%	0.24%	6.2	0.90	300.46	0.38	90	0.25	67%	0.080	1.01

Tabella 20 - Viabilità secondaria 2



*Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori*

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
Adeguamento a 4 corsie
nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

5 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Autorità di Bacino della toscana – Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)

Analisi Regionale dei massimi annuali delle precipitazioni regione Toscana

GNDCl Linea 1. Rapporti di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia

Corine Land Cover 2012 IV Livello

Soil Conservation Service, (1972) National Engineering Handbook, section 4, Hydrology, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A.

Rainfall Depth – Duration Relationship for South Italy, (1996) Vito Ferro and Vincenzo Bagarello, Journal of Hydrologic Engineering/October 1996.