



PORTI
di ROMA
e del LAZIO



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

TRANS-EUROPEAN TRANSPORT NETWORK EXECUTIVE AGENCY
TEN-T EA

Ministero
delle Infrastrutture e dei Trasporti

PROGETTAZIONE PRELIMINARE ED ANALISI ECONOMICA DEL TRATTO
TERMINALE DEL COLLEGAMENTO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA CON
IL NODO INTERMODALE DI ORTE PER IL COMPLETAMENTO DELL'ASSE
VIARIO EST-OVEST (CIVITAVECCHIA-ANCONA)

2012-IT-91060-P

TRATTA: MONTE ROMANO EST - CIVITAVECCHIA

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

PROGETTISTA:

Ing. Maurizio Mancinetti
Ordine Ing. di Roma n° 19506

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Stefano Serangeli
Ordine Geol. Lazio n. 659

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Dott. Geol. Serena Majetta

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Arch. Roberto Roggi

IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Ilaria COPPA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

Ing. F. Bario	Geom. R. Izzo
Ing. F. Bezzi	Ing. E. Luziatelli
Geol. G. Cardillo	Geom. D. Maggi
Ing. L. Cedrone	Geom. M. Maggi
Ing. P. G. D'Armini	Ing. E. Mittiga
Sig.ra A. M. D'Aversa	Ing. M. Panebianco
Ing. A. De Leo	Dott.ssa D. Perfetti
Geom. E. De Masi	Ing. A. Petrillo
Geom. M. Diamente	Ing. F. Pisani
Ing. P. Fabbro	Arch. R. Roggi
Ing. G. Giovannini	

SERVIZI SUPPORTO ESTERNO

PROTOCOLLO

DATA

VISTO: IL DIRETTORE CENTRALE
Ing. Ugo DIBENARDI

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica

Reticolo minore e sistema di drenaggio del corpo stradale

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

L0402D P 1301

NOME FILE

L0402D_P1301_T00_ID00_IDR_RE02_A.doc

REVISIONE

TAVOLA

SCALA:

CODICE ELAB. T00 ID00 IDR RE02

A

-

-

C

B

A

EMISSIONE

GIUGNO 2014

PETRILLO

MANCINETTI

COPPA

REV.

DESCRIZIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1.	Interferenze con il reticolo idrografico	2
1.1	Introduzione	2
1.2	Verifiche e dimensionamento dei tombini	3
2.	SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	9
2.1.	Stima delle piogge di progetto.....	9
2.2.	Opere di drenaggio.....	10
2.2.1.	<i>Sezioni in rilevato</i>	11
2.2.2.	<i>Sezioni in trincea</i>	12
2.2.3.	<i>Sezioni in viadotto e ponte</i>	12
2.2.4.	<i>Sezioni in galleria</i>	13
2.2.5.	<i>Vasche di sicurezza idraulica</i>	13
2.2.6.	<i>Vasche di prima pioggia</i>	14
2.2.7.	<i>Vasche di sicurezza</i>	16
2.3.	Verifiche idrauliche preliminari delle opere di drenaggio.....	18

1. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

1.1 Introduzione

Il tracciato stradale in progetto, relativo al tratto terminale dell'itinerario Civitavecchia – Orte, ovvero da Tarquinia Sud a Monteromano Est interessa si svolge prevalentemente nell'ambito della basse valle del fiume Mignone, in sinistra idrografica, solo nella parte terminale, nell'ambito dell'alta valle del fiume Marta, in destra idrografica, interessandone i rispettivi reticoli idrografici.

Le opere destinate al ripristino della continuità idraulica dei colatori interferiti sono state progettate in maniera tale da garantire che l'inserimento dell'opera di attraversamento sia coerente con l'assetto idraulico del corso d'acqua, non comporti alterazioni delle condizioni di rischio idraulico, ed assicurati, con adeguati franchi di sicurezza, il passaggio della piena di progetto.

Tali interferenze sono sintetizzate, suddivise per bacino idrografico di appartenenza, nel seguente prospetto, dove sono altresì riportate le superfici dei relativi bacini idrografici, le portate di progetto e le caratteristiche delle opere di attraversamento in progetto.

INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED OPERE DI ATTRAVERSAMENTO								
AFFLUENTI Fiume MARTA								
Tr	200							
ϕ (adim)	0,37							
Progressive	toponimo	Bacino	tb	S	r	Qc	qc	Opera Attraversamento
(km)	(adim.)	(adim.)	(ore)	(Km2)	(adim.)	(m ³ /s)	(m ³ /s km ²)	(adim.)
0+369	Fosso	1	0,25	0,80	1,00	16,91	21,08	Tombino scatolare 3.0 m x 3.0 m
2+139	Fosso	2	0,25	1,04	1,00	21,90	21,03	Tombino scatolare 3.0 m x 3.0 m
2+559	Fosso Lavatore	3	0,25	0,12	1,00	2,55	21,11	Tombino scatolare 2.0 m x 2.0 m
AFFLUENTI Fiume MIGNONE								
Tr	200							
ϕ (adim)	0,66							
Progressive	toponimo	Codice B.	tb	S	r	Qc	qc	Opera Attraversamento
(km)	(adim.)	(adim.)	(ore)	(Km2)	(adim.)	(m ³ /s)	(m ³ /s km ²)	(adim.)
4+866	Fosso Forcone	4	0,25	0,39	0,9993	14,64	37,84	Viadotto (L=60 m)
5+206	Fosso Forcone	5	0,25	0,33	0,9994	12,38	37,84	Viadotto (L=136 m)
6+301	Fosso	6	0,25	0,25	0,9996	9,52	37,85	Viadotto (L=385 m)
7+593	Fosso del Nasso	7	1,53	17,52	0,9808	221,65	12,65	Viadotto (L=1120 m)
7+814	Fosso	8	0,25	0,15	0,9997	5,63	37,85	Viadotto (L=1120 m)
9+542	Fosso Le Spille	9	0,40	1,91	0,9969	56,69	29,62	Tombino scatolare 5.0 m x 4.0 m
10+419	Fosso del Coppo	10	0,66	4,12	0,9941	91,22	22,16	Viadotto (L=60 m)
11+367	Fosso	11	0,25	0,45	0,9992	16,96	37,83	Tombino scatolare 3.0 m x 3.0 m
11+596	Fosso Riccio	12	0,25	0,86	0,9985	32,68	37,80	Tombino scatolare 4.0 m x 3.0 m
11+668	Fosso	13	0,25	0,25	0,9996	9,56	37,85	Tombino scatolare 3.0 m x 2.0 m
11+910	Fosso	14	0,25	0,31	0,9995	11,73	37,84	Viadotto (L=560 m)
12+613	Fosso	15	0,25	0,16	0,9997	6,00	37,85	Tombino scatolare 2.0 m x 2.0 m
12+816	Fosso	16	0,25	0,15	0,9997	5,51	37,85	Tombino scatolare 2.0 m x 2.0 m
13+009	Fosso	17	0,25	0,17	0,9997	6,38	37,85	Tombino scatolare 2.0 m x 2.0 m
13+400	Fosso Luzi	18	0,30	0,54	0,9991	18,51	34,55	Tombino scatolare 3.0 m x 3.0 m
13+737	Fosso	19	0,25	0,25	0,9996	9,53	37,85	Tombino scatolare 3.0 m x 2.0 m
13+950	Fosso	20	0,25	0,26	0,9995	9,67	37,85	Tombino scatolare 3.0 m x 2.0 m
14+353	Fosso Rina	21	0,41	0,94	0,9985	27,47	29,32	Viadotto (L=580,6 m)
15+005	Fosso	22	0,25	0,11	0,9998	4,14	37,86	Tombino scatolare 2.0 m x 2.0 m
15+574	Fosso	23	0,25	0,89	0,9984	33,47	37,80	Viadotto (L=30 m)
16+288	Fosso	24	0,38	0,84	0,9986	25,69	30,59	Tombino scatolare 4.0 m x 3.0 m
17+370	Fosso Ronchese	25	2,29	15,15	0,9853	145,67	9,62	Viadotto (L=700 m)

Tabella 1- Interferenze idrografiche opere di attraversamento, superfici dei bacini, portate ed opere di attraversamento di progetto

I criteri di progetto seguiti nel dimensionamento delle opere di attraversamento in corrispondenza dei corsi d'acqua consistono essenzialmente in:

- assicurare la sicurezza dell'infrastruttura stradale;
- garantire l'assenza di sostanziali modifiche delle condizioni di rischio idraulico ovvero sostanziali modifiche delle condizioni di deflusso e di invaso;

Per quanto riguarda gli scenari di riferimento presi in considerazione per il dimensionamento preliminare degli attraversamenti principali e secondari, in ottemperanza a quanto stabilito dalle norme (cfr. art. 32, c.3 delle N.A.) e dalle linee guida è stato assunto un tempo di ritorno di 200 anni.

Per quanto riguarda i franchi minimi di sicurezza tra il livello di massima piena e la quota di intradosso degli impalcati dei ponti, è stato comunque garantito, in assenza di indicazioni del PAI, un valore minimo pari ad 1.5 m.

Per quanto riguarda invece le opere minori, ovvero i tombini, si è cercato di non determinare restringimenti significativi delle sezioni del corso d'acqua verificando che i massimi livelli per l'evento di progetto non determinino gradi di riempimento superiori al 70% dell'altezza dell'opera.

Per quanto riguarda le analisi di compatibilità delle opere di attraversamento in viadotto esse non rivestono in generale, anche relazione alle quote della livelletta stradale rispetto alle quote di fondo alveo ed alle ampie luce prescelte, particolare interesse in quanto le opere di attraversamento assicurano ampiamente la trasparenza idraulica necessaria. La posizione delle spalle e delle pile dei viadotti è stata curata in maniera da limitare le interazioni con il campo cinematico della corrente: è stata evitato il posizionamento di pile nell'ambito dell'alveo inciso in favore delle zone di golena meno attive.

Sono state comunque previste in corrispondenza delle pile delle opere di protezione in materassi e gabbioni di pietrame allo scopo di proteggere dai fenomeni di trascinamento i terreni di rinterro degli scavi di fondazione.

Per i tombini sono stati previsti, per il tratto di raccordo tra incisione naturale e manufatto di attraversamento, dei rivestimenti del fondo alveo e delle sponde, aventi lo scopo di proteggere dai fenomeni di trascinamento i terreni rimaneggiati.

1.2 Verifiche e dimensionamento dei tombini

Il dimensionamento delle opere di attraversamento minori, costituite da tombini scatolari ovvero circolari, è stato effettuato, per questa fase progettuale, in maniera parametrica procedendo come di seguito indicato:

1. sono state considerate una serie di sezioni tipologiche ed ipotizzata una lunghezza delle opere (L=40 m);

2. sono state valutate per le tipologie considerate le portate di progetto massime che possono transitare nelle opere con un deflusso a pelo libero e garantendo all'imbocco un grado di riempimento massimo del 70 %;
3. per ciascuna interferenza è stata scelta una tipologia d'opera in grado di assicurare lo smaltimento di una portata maggiore della portata idrologica di riferimento, caratterizzata da un tempo di ritorno di duecento anni.

La valutazione della portata massima che può transitare nelle condizioni di sicurezza richieste attraverso le opere di attraversamento è stata valutata con il codice *H-Y8* della FHWA. Tale codice di calcolo è implementato sulla teoria esposta nel manuale di progettazione *Hydraulic Design Series No. 5 "Hydraulic Design of Highway Culverts"* (1985) redatto dall'agenzia americana U.S. Federal Highway Administration.

L'approccio utilizzato affronta il problema individuando due possibili sezioni di controllo per il moto:

- l'ingresso (Inlet control)
- l'uscita (Outlet control).

Il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa dipende da numerosi fattori quali:

- la pendenza;
- la sezione;
- la forma;
- la scabrezza ;
- i livelli idrici a monte e a valle.

Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero che in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante.

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che l'altezza d'acqua agli imbocchi siano compatibili con il funzionamento delle opere di attraversamento (inferiori al 70% dell'altezza della canna) senza interessare l'infrastruttura stradale.

Il codice di calcolo è in grado di determinare il tipo di funzionamento del tombino, che può essere controllato da monte (inlet control) o da valle (outlet control) e ricavare in base ad esso il grado di riempimento della sezione.

Il "controllo da monte" si realizza quando il tombino può convogliare più portata di quanta transiti attraverso l'ingresso. La sezione di controllo si localizza appena oltre l'ingresso come sezione ad altezza critica e prosegue in regime supercritico.

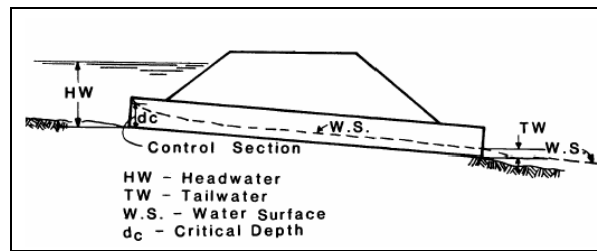


Figura 1 - Esempio di moto controllato dalla sezione di ingresso

Il livello idrico a monte è stato valutato sulla base dei diagrammi sperimentali di figg., 8 (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA).

I diagrammi nelle figg. 3-4 forniscono tale livello in condizioni di "controllo da monte" rispettivamente per tombini scatolari e circolari, prendendo in considerazione la portata di progetto e la geometria dell'ingresso (forma e area della sezione);

Il "controllo da valle" si verifica quando il tombino non è in grado di convogliare tanta portata quanta ne accetta l'ingresso. La sezione di controllo si localizza all'uscita del tombino o più a valle. In queste condizioni il moto può essere sia a pelo libero che in pressione.

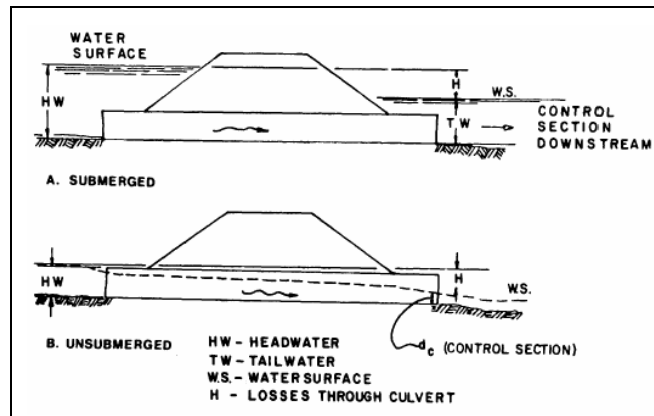


Figura 2 - Esempi di moto controllato da sezioni a valle del tombino

I diagrammi nelle figg.5-6, nel caso di funzionamento per "controllo da valle" , consentono di valutare il livello idrico tenendo conto della scabrezza, della lunghezza della canna e di eventuali livelli idrici a valle.

TRATTA: MONTE ROMANO EST - CIVITAVECCHIA

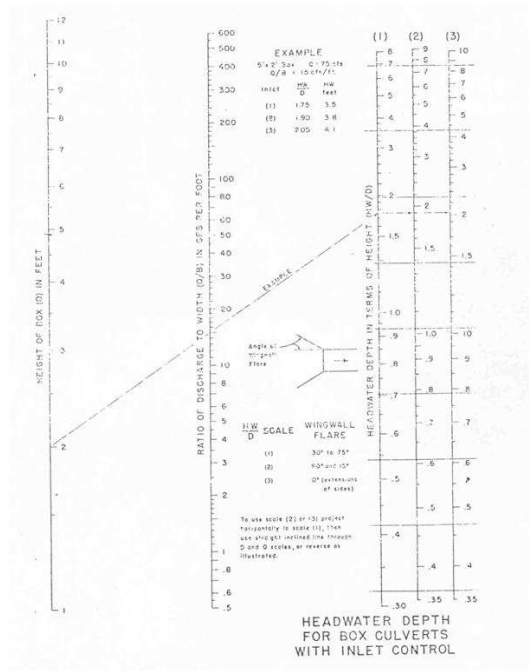


Figura 3 – Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da monte (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

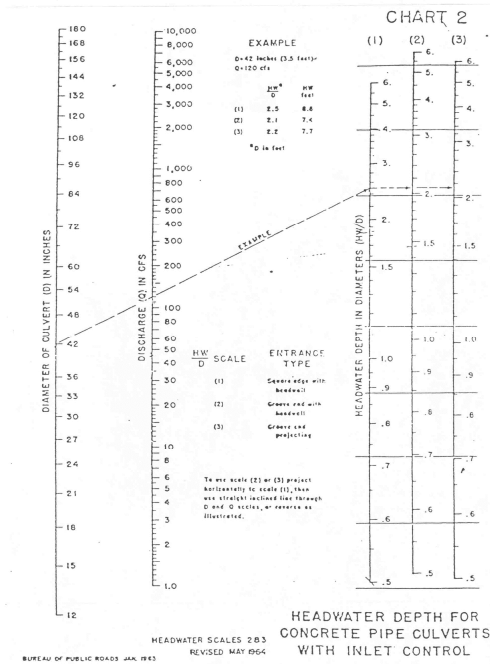


Figura 4 – Verifica del riempimento di tombini circolari con controllo da monte (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

TRATTA: MONTE ROMANO EST - CIVITAVECCHIA

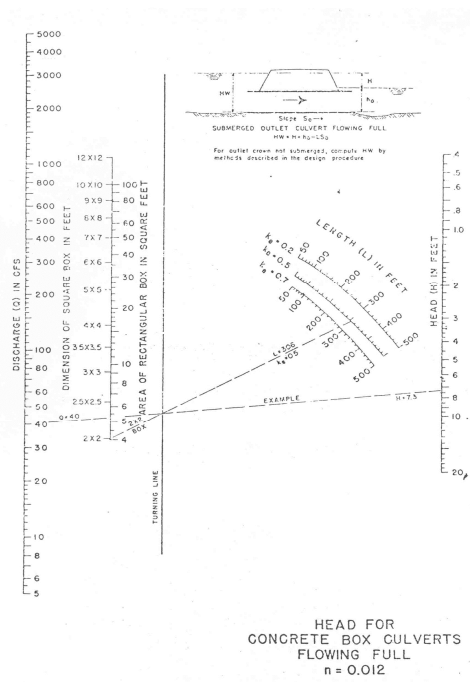


Figura 5 – Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da valle (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

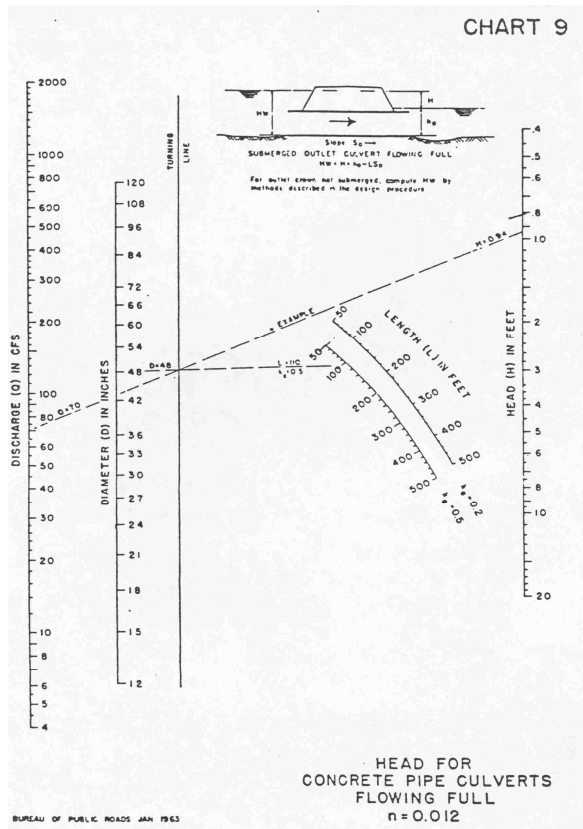


Figura 6 –: Verifica del riempimento di tombini circolari con controllo da valle (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)

Il software HY-8 determina, per diversi valori della portata, il tipo di controllo (inlet/outlet) che si instaura nella canna e fornisce per esso il profilo della superficie idrica lungo la canna e il tirante all'imbocco e allo sbocco.

Il seguente prospetto riporta per le sezioni considerate i risultati ottenuti in termini di portata transitabile che garantisce un grado di riempimento massimo del 70%.

OPERA	b	h	Q _{70%}
DI ATTRAVERSAMENTO	(m)	(m)	(m ³ /s)
TOMBINO SCATOLARE	2.00	2.00	8.00
TOMBINO SCATOLARE	3.00	2.00	10.00
TOMBINO SCATOLARE	4.00	2.00	12.00
TOMBINO SCATOLARE	3.00	3.00	22.00
TOMBINO SCATOLARE	4.00	3.00	32.00
TOMBINO SCATOLARE	5.00	3.00	40.00
TOMBINO SCATOLARE	6.00	3.00	45.00
TOMBINO SCATOLARE	4.00	4.00	50.00
TOMBINO SCATOLARE	5.00	4.00	65.00
TOMBINO SCATOLARE	6.00	4.00	80.00

Tabella 2 – Determinazione delle massime portate transitabili nei tombini scatolari con un grado di riempimento pari al 70%

Sulla base di tali valori sono stati scelti, in funzione della portata idrologica di progetto, per ciascuna interferenza minore, le dimensioni delle opere di attraversamento, riporta nella tabella n.1.

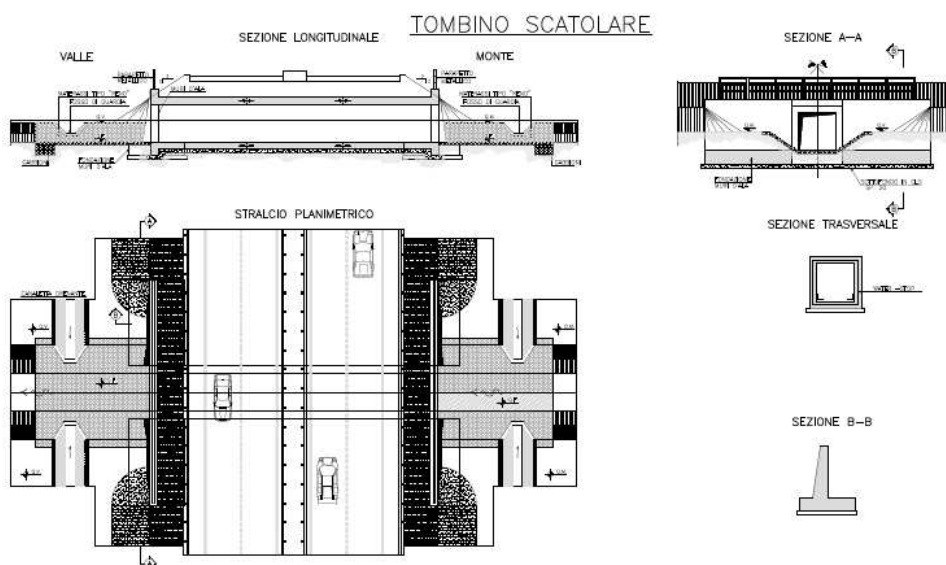


Fig7- Tombino scatolare tipo

2. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio del corpo 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 e la presenza di aree naturalistiche di particolare pregio naturalistico hanno reso opportuno l'adozione, lungo l'intero tracciato in progetto, di un sistema di drenaggio di tipo chiuso, caratterizzato dall'intercettazione e dal conferimento di tutte le acque di piattaforma in opportuni presidi idraulici, disposti a monte dei recapiti, che assolvono alla funzione di accumulo di eventuali versamenti superficiali ed al trattamento di sedimentazione e disoleazione delle acque di prima pioggia.

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 andranno verificati per un Tr pari a 50 anni.

I criteri progettuali da rispettare sono i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;
- protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;
- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

2.1. Stima delle piogge di progetto

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:

$$Q_p = \frac{\phi_c \times b_c + \phi_s \times b_s + \phi_e \times b_e}{3600} \times L \times i_c \quad (\text{l/s})$$

in cui:

- Q_p = portata massima di pioggia (l/s)
- $\phi_c = 0.9$ coefficiente di deflusso della piattaforma stradale (adim.);
- $\phi_s = 0.5$ coefficiente di deflusso delle scarpate (adim.);
- $\phi_e = 0.4$ coefficiente di deflusso delle aree esterne (adim.);
- b_c = larghezza della piattaforma stradale (m^2);
- b_s = larghezza della scarpata stradale (m^2);
- b_e = larghezza della fascia esterna (m^2);
- L = lunghezza tratto (m);
- I_c = intensità della pioggia critica (mm/h) ($T_r=25$ anni, $T_c=10$ minuti)

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 è del tipo a tre parametri:

$$i_t(T) = \frac{a(T)}{(b+t)^m}$$

dove:

- T è il tempo di ritorno,
- t è la durata della pioggia critica,
- b è un parametro di deformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t , sia dal tempo di ritorno T ,
- m 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.

2.2. Opere di drenaggio

Nel seguito vengono delineate le principali tipologie di opere di drenaggio in alla sezione trasversale; gli elementi marginali di raccolta delle acque di piattaforma e di quelle di versante adottati per le diverse sezioni stradale (rilevato, trincea, viadotto e galleria) sono rappresentati negli elaborati IDRDT01-03.

2.2.1. Sezioni in rilevato

La soluzione adottata, per tutti i tratti dotati di sistema di tipo chiuso per la raccolta delle acque di piattaforma consiste in una canaletta, a sezione triangolare in c.a., di dimensioni utili pari a 0.70 m x 0.20 m, disposta sull'arginello, al di là del cordolo, interrotto ogni 15 m per consentire il drenaggio della piattaforma stradale.

Tale sistema di raccolta trova recapito, attraverso idonee caditoie, rappresentate nella fig.8, disposte ad interasse di 50 m, in un collettore in c.a., posato al di sotto della canaletta stessa.

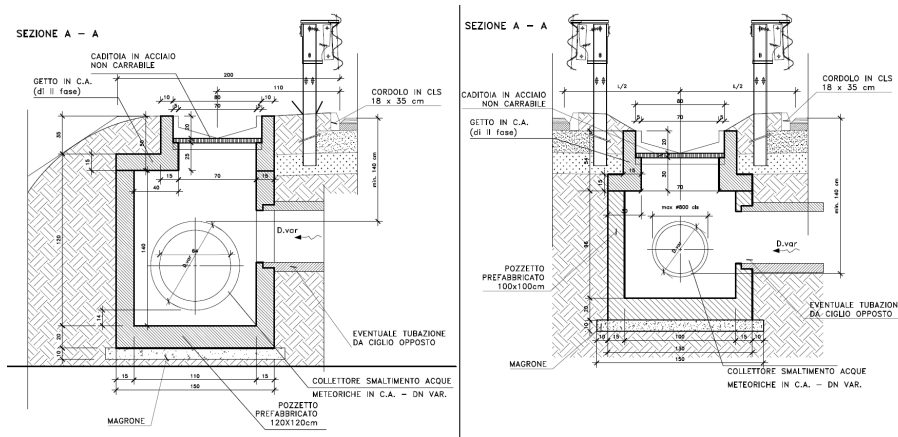


Fig. 8 - Sistema di drenaggio con sezione in rilevato - Laterale e centrale

Nei tratti in curva, per il drenaggio della carreggiata interna, è previsto l'adozione di uno schema analogo a quello adottato in rettilineo.

Lo scarico della canaletta nel collettore avviene attraverso apposite caditoie, disposte ad interasse di 50 m, dotate di griglia in ghisa carrabile.

Per i tratti dotati di un sistema di drenaggio di tipo aperto, consistenti essenzialmente negli interventi di riposizionamento della viabilità secondaria, lo scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma avviene, attraverso gli embrici, in fossi di guardia rivestiti in cls collocati al piede dei rilevati.

La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base pari all'altezza e sponde aventi pendenza pari a 1/1, così come illustrato nella fig.9.

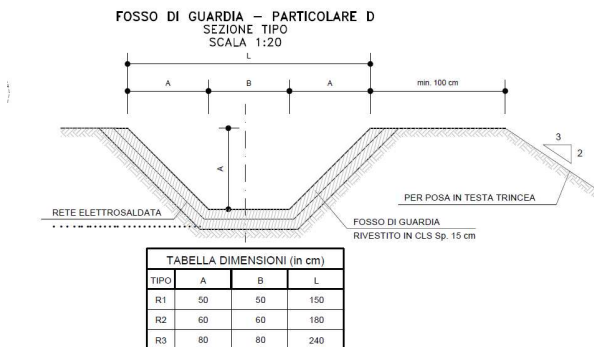


Fig. 9 - Fossi di guardia

2.2.2. Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza di fondo 1.50 m, con eventuale sottostante tubazione di collettamento.

Le acque raccolte dalla cunetta, saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse di 50 m, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in cls.

I particolari relativi ai pozzetti di raccolta sono illustrati nella seguente fig.10.

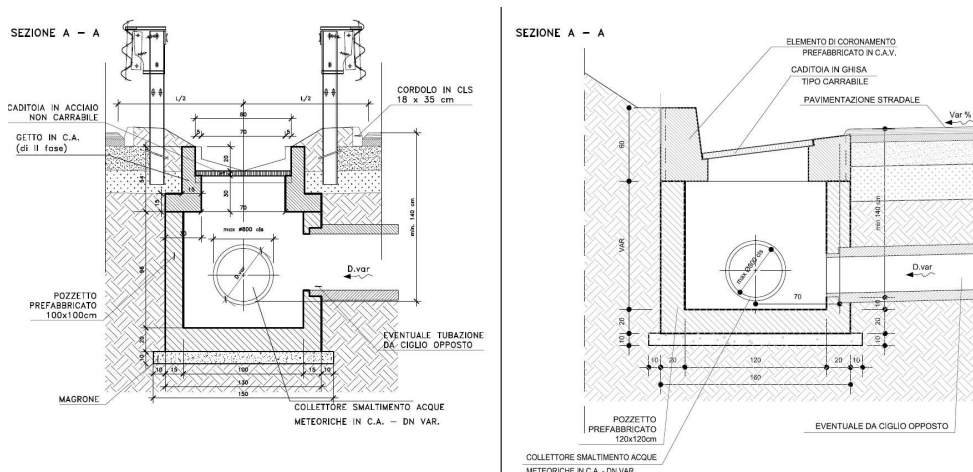


Fig. 10 – Sistema di drenaggio con sezione in trincea –centrale e laterale

Nei tratti in curva lo schema di drenaggio è lo stesso di quello previsto per la sezione in rilevato per il drenaggio della carreggiata interna.

Lungo il ciglio delle scarpate artificiali, per il drenaggio delle acque provenienti dai versanti naturali ed afferenti al sistema di scarico delle acque "pulite", sono previsti fossi di guardia rivestiti in cls di tipo trapezoidale, con larghezza di base pari all'altezza e sponde aventi pendenza pari a 1/1.

Nel caso in cui sia previsto un muro di controripa, oltre al fosso di guardia lungo il ciglio della scarpata verrà realizzata una canaletta in cls a tergo del muro per la raccolta delle acque scolanti lungo la scarpata stessa.

2.2.3. Sezioni in viadotto e ponte

Nel caso dei viadotti e dei ponti sono previste lungo le banchine caditoie stradali, con interasse massimo di 15 m, munite di griglie carrabili in ghisa, collegate alla sottostante tubazione di raccolta che per il tratto scoperto verrà prevista in acciaio ed ancorata all'impalcato mediante staffaggi.

Tale tubazione consentirà di addurre i drenaggi in corrispondenza delle spalle (tratti con sistema chiuso) e/o delle pile, dove troveranno recapito nei collettori longitudinali di linea.

Fig. 11– Sistema di drenaggio con sezione in viadotto

2.2.4. Sezioni in galleria

Nei tratti in galleria sono previsti due distinti sistemi di drenaggio: tubazioni in polipropilene al di sotto della banchina, alimentate mediamente ogni 25 m da caditoie a bocca di lupo con relativo pozzetto in cls, per la raccolta dei liquidi eventualmente scolanti sulla piattaforma (ad esempio i liquidi accidentalmente sversati in caso di incidenti che possono coinvolgere autobotti o mezzi di trasporto di sostanze pericolose) e due tubazioni in polipropilene $\Phi 250$, lungo i margini della carreggiata, per la raccolta, mediante pozzetti in cls con interasse 100 m, delle acque di infiltrazione preliminarmente convogliate lungo tubazioni di drenaggio in PEAD $\Phi 160$ poste a tergo della calotta ed a contatto con il terreno di scavo.

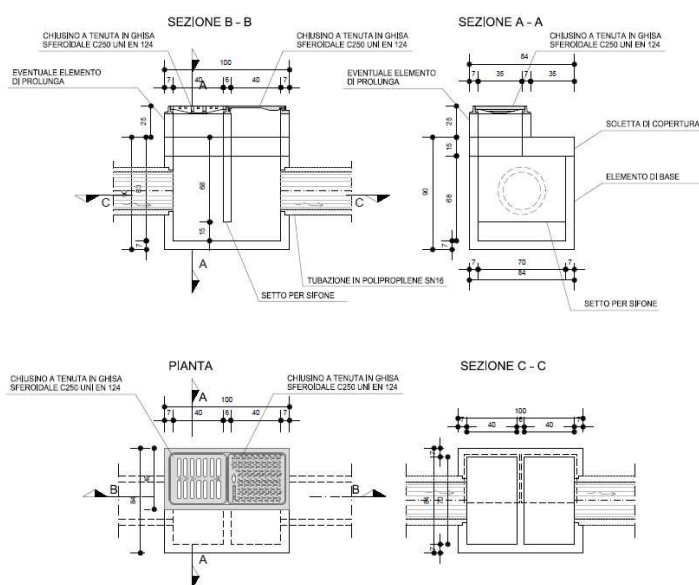


Fig. 12 – Sistema di drenaggio con sezione in galleria – Caditoia sifonata

2.2.5. Vasche di sicurezza idraulica

E' stata prevista la realizzazione di vasche per il trattenimento degli sversamenti accidentali (oli e/o carburanti) e di disoleazione e sedimentazione delle acque di prima pioggia.

Tali manufatti, per esigenze legate alla morfologia del terreno ove si sviluppa il tracciato stradale, sono ubicate in maniera tale da poter consentire sempre lo scolo delle acque per gravità, senza l'impiego di sistemi di pompaggio e di essere di facile accesso e, quindi, di agevole manutenzione.

È da rilevare in via propedeutica che in ambito di VIA è stato richiesto di individuare l'ubicazione più idonea di vasche di sicurezza idraulica per l'intercettazione di eventuali sversamenti accidentali e per il trattamento delle acque di piattaforma in particolare nei casi in cui l'area è di particolare pregio ambientale o a vulnerabilità idrogeologica elevata.

2.2.6. Vasche di prima pioggia

Le vasche che, di fatto, sono finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione, sono state posizionate in luoghi accessibili dalla sede carrabile 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 della vasca si possono riassumere in:

1. limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
2. fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia (con riferimento alla legislazione di riferimento della regione Lombardia);
3. "catturare" gli eventuali sversamenti;
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.

Di fatto la vasca prevede un pozzetto in entrata tale da consentire l'entrata nella vasca vera e propria della portata di prima pioggia e il by-pass dell'acqua in supero con scarico dall'apposita tubazione di uscita.

L'acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa dapprima la sua energia, quindi entra attraverso i fori nella vasca vera e propria.

La quota che si stabilisce all'interno della vasca è quella dello sfioratore a valle (o discarico); la portata in transito è data dal dislivello fra lo sfioro in entrata e quello in uscita, e la portata transitante defluisce al di sotto del setto alla fine della vasca.

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 vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano parzialmente la capacità disponibile. Il dimensionamento delle vasche tiene infatti conto del volume dello sversamento (40 m³).

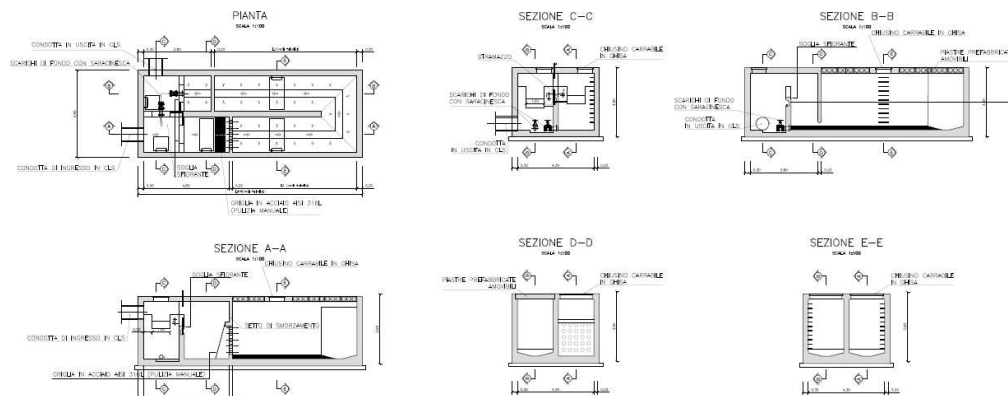


Fig. 13 – Vasca di trattamento

La quota della generatrice superiore della tubazione di scarico può essere al massimo pari alla quota dello sfioratore di scarico, in tal modo si riduce al minimo il dislivello fra entrata e uscita del flusso.

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."

Sulla base di tale criterio, si è calcolata la portata di prima pioggia per ciascuna vasca indicata con Q in l/s.

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 m³) 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, 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

- Vs = 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:

$$t_1 = L / V = L * h * b / Q$$

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:

$$L = h * Q / (V_s * b * h)$$

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.

Nella tabella seguente è riportata l'ubicazione delle vasche di sicurezza ed il tratto stradale di competenza sempre riferito alle progressive d'asse, la larghezza della piattaforma, l'area di piattaforma contribuente, la lunghezza complessiva, la portata di prima pioggia, la velocità di avanzamento e di sedimentazione.

NOME (adim.)	Progr. (Km)	Carreggiata (adim.)	da (m)	a (m)	L (m)	b (m)	A (m ²)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	L (m)	V (m/s)	D (mm)	v _s (m/s)
1	0+000	Dx	977.0	0.0	977.0	23.0	22471.0	20.0	0.1	20.0	0.0028	0.1000	0.00382
2	1+450	Sx	2650.0	977.0	1673.0	23.0	38479.0	20.0	0.2	35.0	0.0027	0.1000	0.00382
3	6+040	Sx	6040.0	4720.0	1320.0	23.0	30360.0	20.0	0.2	25.0	0.0030	0.1000	0.00382
4	7+300	Dx	7300.0	6040.0	1260.0	23.0	28980.0	20.0	0.1	25.0	0.0029	0.1000	0.00382
5	8+500	Dx	8400.0	7300.0	1100.0	23.0	25300.0	20.0	0.1	25.0	0.0025	0.1000	0.00382
6	9+180	Dx	10209.0	8400.0	1809.0	23.0	41607.0	20.0	0.2	35.0	0.0030	0.1000	0.00382
7	11+450	Sx	11924.0	10209.0	1715.0	23.0	39445.0	20.0	0.2	35.0	0.0028	0.1000	0.00382
8	12+870	Dx	12870.0	11924.0	946.0	23.0	21758.0	20.0	0.1	20.0	0.0027	0.1000	0.00382
9	14+170	Sx	14944.0	12870.0	2074.0	23.0	47702.0	20.0	0.2	40.0	0.0030	0.1000	0.00382
10	15+950	Sx	15950.0	14944.0	1006.0	23.0	23138.0	20.0	0.1	20.0	0.0029	0.1000	0.00382
11	16+950	Sx	17595.0	15950.0	1645.0	23.0	37835.0	20.0	0.2	35.0	0.0027	0.1000	0.00382

Tabella 3- Vasche di trattamento

È prevista inoltre la predisposizione di una vasca in corrispondenza dello svincolo sulla SS Aurelia.

La carpenteria della vasca di trattamento tipo è rappresentata nell'elaborato IDRDT04.

2.2.7. Vasche di sicurezza

Tali vasche, ubicate in corrispondenza dello sbocco delle gallerie nella piazzola degli impianti o in prossimità del recettore e nello stesso tempo facilmente raggiungibili in posizione tale da consentire una corretta e continua manutenzione, assolvono alla funzione di raccogliere e segregare le acque di lavaggio della galleria, particolarmente

inquinanti, e gli eventuali liquidi pericolosi accidentalmente sversati sulla sede stradale, limitatamente al tratto afferente alla galleria stessa.

Tali manufatti, per esigenze legate alla morfologia del terreno ove si sviluppa il tracciato stradale, sono ubicate in maniera tale da poter consentire sempre lo scolo delle acque per gravità, senza quindi l'impiego di sistemi di pompaggio.

I criteri a base della progettazione della vasca si possono riassumere in:

- limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo, pur conservando buona efficacia di funzionamento;
- intercettare gli eventuali sversamenti accidentali sulla piattaforma stradale;
- 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.

Dal punto di vista costruttivo, la vasca è costituita da due comparti divisi da un setto verticale con un'apertura sul fondo; la camera di entrata dell'acqua di piattaforma, dotata di pendenza di fondo, funge da sedimentatore e disoleatore.

Il setto fa sì che le sostanze oleose vengano trattenute in alto, mentre il flusso nella camera di uscita avviene dal basso con funzionamento idraulico simile a una bocca a battente rigurgitata.

Le sostanze inquinanti permangono confinate in condizioni di sicurezza all'interno del bacino centrale, ma possono comunque essere spurgate durante le operazioni di manutenzione con sistemi idonei attraverso i chiusini di accesso alla vasca.

È prevista l'adozione di una vasca di sicurezza posta al Km 4+720 in corrispondenza dello sbocco Sud della galleria Calistro.

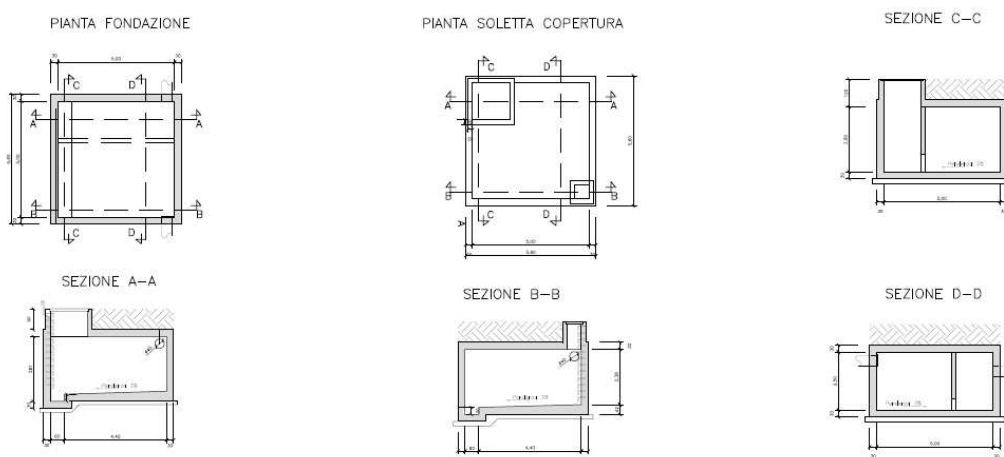


Fig. 14 – Vasca di sicurezza

La carpenteria della vasca di sicurezza è rappresentata nell'elaborato IDRDT04.

2.3. Verifiche idrauliche preliminari delle opere di drenaggio

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

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

in cui:

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

$$Q_p = V \times A$$

ove:

- Q_p = portata (m^3/s)
- A = area bagnata (m^2).

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

- $K=60 m^{1/3}/s$ per le canalizzazioni aperte in C.A.;
- $K=70 m^{1/3}/s$ per le tubazioni in C.A.;
- $K=90 m^{1/3}/s$ per le tubazioni in materiali plastici.

Sulla base della stima delle piogge e delle portate di progetto prima evidenziate, e della geometria prevista per canalette, fossi di guardia e collettori, saranno verificati gli elementi di drenaggio secondo i criteri illustrati.