

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
 DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
 DIREZIONE SUD – PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD

PROGETTO DEFINITIVO

FERMATA AV FOGGIA - CERVARO

ID - IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma (Fermata, Parcheggio e Viabilità)

SCALA:

-

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

I	A	A	4	0	0	D	7	8	R	I	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione esecutiva	A. Polastri	Ottobre 2021	A. Ciamparelli C. De Cianni	Ottobre 2021	W. D'Angelo	Ottobre 2021	 ITA-FERR Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Tecnica S.O. Progettazione Integrata Field Engineering Dott. Ing. Francesco Sacchi Ordine degli Ingegneri Prov. di Roma n. 2317/Sez. A

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3.	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	7
3.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE	7
4.	PIANIFICAZIONE DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	9
5.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA	15
5.1	SCELTA DEI TEMPI DI RITORNO	15
5.2	METODO DELL'INVASO LINEARE	15
5.3	METODO CINEMATICO.....	18
5.4	LEGGI DI PIOGGIA	20
5.5	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	20
5.6	METODOLOGIA DI VERIFICA FOSSI IN TERRA A DISPERSIONE	21
6.	TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE E LAMINAZIONE.....	24
6.1	GENERALITÀ SULLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	24
6.2	SCHEMA DI FUNZIONAMENTO	25
7.	DESCRIZIONE OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO	29
7.1	DRENAGGIO FERMATA	29
7.2	DRENAGGIO PARCHEGGIO	31
7.3	DRENAGGIO VIABILITÀ	31

8.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA COLLETTORI	32
8.1	COLLETTORI FERMATA.....	32
8.2	COLLETTORI PARCHEGGIO	34
8.3	COLLETTORI VIABILITÀ.....	34
8.4	FOSSI DISPERDENTI	34
9.	PRESIDI IDRAULICI.....	36
9.1	IMPIANTI DI PRIMA PIOGGIA.....	36
9.2	VASCHE DI LAMINAZIONE.....	36
9.2.1	<i>Vasca di laminazione ferroviaria.....</i>	38
9.2.1	<i>Vasca di laminazione piazzale.....</i>	39
9.2.2	<i>Vasca di laminazione Viabilità.....</i>	40
10.	SERBATOI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE	41
10.1	DIMENSIONAMENTO	42
10.2	RISULTATI	43
11.	VASCA IMHOFF	45

INDICE TABELLE

Tabella 1: classi di rischio	11
Tabella 2: pericolosità di inondazione	12
Tabella 3: parametri leggi di pioggia di progetto ricavate con M. Gumbel.....	20
Tabella 4: Agenti inquinanti e fonti di emissioni provenienti dal solo traffico stradale.....	25
Tabella 5: verifica collettori fermata	32
Tabella 6: verifica collettori sottopasso	33
Tabella 7: verifica collettori parcheggio.....	34
Tabella 8: verifica collettori viabilità	34
Tabella 9: verifica fosso disperdente	34
Tabella 10: impianti di prima pioggia	36
Tabella 11: dimensionamento vasca di laminazione	38
Tabella 12: dimensionamento vasca di laminazione	39
Tabella 13: dimensionamento vasca di laminazione	40
Tabella 14: Fabbisogno annuo di acqua per gli usi non potabili (Fanizzi, 2008)	42
Tabella 15: Fabbisogno annuo di acqua per l'irrigazione (Fanizzi, 2008)	42
Tabella 16: piogge medie annue	43
Tabella 17: dimensionamento vasca di accumulo	44
Tabella 18: Volume Imhoff	45
Tabella 19: prescrizioni trincea drenante.....	45

INDICE FIGURE

Figura 1: bacini Puglia settentrionale	7
Figura 2: Ubicazione dell'opera in progetto rispetto alle aste fluviali su ortofoto	8
Figura 3: Area intervento infrastrutturale in progetto su cartografia di PAI _aree di Pericolosità e Rischio Idraulico.....	13
Figura 4: Stralcio Studio “Analisi delle Criticità connesse alle interferenze tra la rete infrastrutturale ed il reticolo idrografico pugliese”	14
Figura 5: Schema del funzionamento disperdente del fosso di guardia.....	22
Figura 6: Schema impianto di trattamento con accumulo della prima pioggia.	26

Figura 7: Vasca di accumulo della prima pioggia.	26
Figura 8: Modulo vasca di laminazione.....	28
Figura 9: dettaglio drenaggio ferrovia	29
Figura 10: collettore DN1000 terminale.....	30
Figura 11: drenaggio sottopasso: griglie (rosse), collettori (azzurri), impianto sollevamento (nero), condotta in pressione (ciano), condotta di recapito (blu)	31
Figura 12: andamento teorico dei volumi in funzione del tempo di pioggia.....	35
Figura 13: andamento teorico volumi vasca laminazione	38
Figura 14: andamento teorico volumi vasca laminazione	39
Figura 15: andamento teorico volumi vasca laminazione	40
Figura 16: area pensiline per CAM (2100 mq).....	41

1. PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative alla realizzazione della nuova fermata di Foggia della Linea Foggia Cervaro, per uno sviluppo complessivo di 1386,65 km.

L'elaborato ha per oggetto il dimensionamento idraulico del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma. Il suddetto sistema si compone di 3 sotto – sistemi indipendenti:

- Sistema di smaltimento acque Fermata;
- Sistema di smaltimento acque Parcheggio;
- Sistema di smaltimento acque Viabilità.

Le acque di piattaforma di ciascun sistema verranno intercettate mediante caditoie, bocche di lupo, pluviali e canalette; attraverso tubazioni in PEAD di diametro variabile verranno quindi convogliate alle vasche di laminazione che scaricheranno a loro volta in corrispondenza della rete di drenaggio comunale presente in Via Parini, garantendo l'invarianza idraulica.

Si specifica che, prima di giungere all'impianto di laminazione, le acque di piattaforma del Parcheggio e della Viabilità verranno trattate mediante impianti di trattamento delle acque di prima pioggia con funzionamento in discontinuo. Si prevede inoltre l'installazione di una vasca di accumulo per il rispetto dei C.A.M. (criteri ambientali minimi) che raccoglierà le acque provenienti dalle pensiline (lato fabbricato viaggiatori) e dall'impianto di sollevamento del sottopasso; all'interno di essa sarà presente un dispositivo di "troppo pieno" con un by-pass verso la vasca di laminazione.

Le acque nere provenienti dai servizi del fabbricato viaggiatori verranno trattate mediante vasca Imhoff e quindi disperse nel suolo mediante apposita trincea drenante.

Come anticipato, all'interno del sottopasso è previsto un impianto di sollevamento volto a portare a recapito le acque provenienti dalle rampe ciclopedonali.

L'adduzione idrica sarà garantita mediante allaccio alla rete idrica urbana presente su Via Parini.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 152/2006 Norme in materia ambientale;
- Circolare MIn.LL.PP.N.11633. 1974- Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Testo unico sulle opere idrauliche Regio Decreto 25 luglio 1904 n.523;
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85;
- UNI EN 1433:2008“Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità”;
- UNI EN 124:2015 “Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova”.
- UNI EN 13476-1:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali
- UNI EN 13476-3:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, Tipo B;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Regolamento Regionale n.7 del 26 maggio 2016 - MODIFICHE ED INTEGRAZIONI AL REGOLAMENTO REGIONALE DEL 12 DICEMBRE 2011 n. 26 RECANTE “Disciplina degli scarichi di acque reflue domestiche o assimilate alle domestiche di insediamenti di consistenza inferiore ai 2.000 A.E., ad esclusione degli scarichi già regolamentati dal S.I.I. (Attuazione dell’ art. 100, comma 3 del D.Lgs 152/06 e SS.MM.II)”.
- Regolamento della Regione Puglia n.26 del 09/12/2013 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia
- Manuale di Progettazione delle Opere Ferroviarie

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

3.1 Descrizione del tracciato in relazione all'idrografia superficiale

L'infrastruttura ferroviaria in progetto si sviluppa lungo la direttrice Foggia-Bari e prevede la costruzione di una nuova fermata AV.

Il reticolo idrografico superficiale del territorio pugliese è scarsamente sviluppato, a causa della natura fondamentalmente calcarea dei terreni, tranne che nella zona pedegarganica e del Tavoliere, dove una minore permeabilità consente la formazione di diversi corsi d'acqua. Caratterizzati da regime torrentizio, essi hanno origine nella parte nord-occidentale della regione, ai confini con il Molise, la Campania e la Basilicata, e sviluppano il loro corso prevalentemente nel Tavoliere. I bacini principali della Puglia settentrionale sono quelli dei fiumi Ofanto, Carapelle, Cervaro, Candelaro, nonché i bacini minori del Gargano. I limiti dei bacini suddetti sono rappresentati nella figura successiva, dove è riportata anche l'ubicazione delle stazioni idrometrografiche. Il regime dei deflussi è principalmente condizionato da quello degli afflussi, data la mancanza di forti precipitazioni nevose e di apporti glaciali.

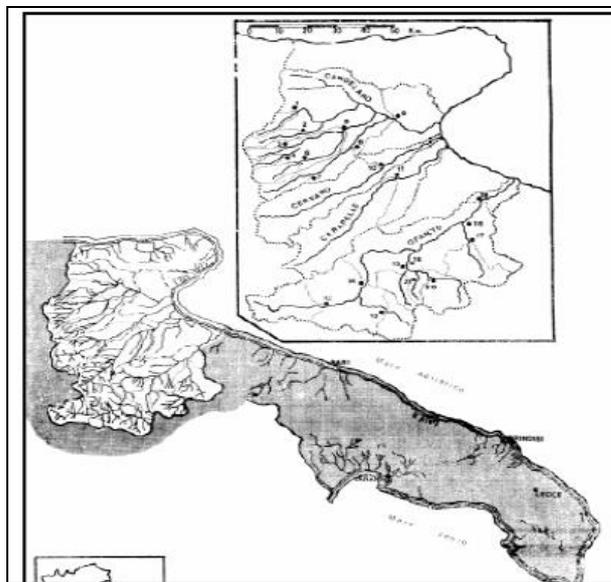


Figura 1: bacini Puglia settentrionale

Come evidenziato nell'immagine successiva, l'infrastruttura in progetto non interferisce con il reticolo idrografico naturale.

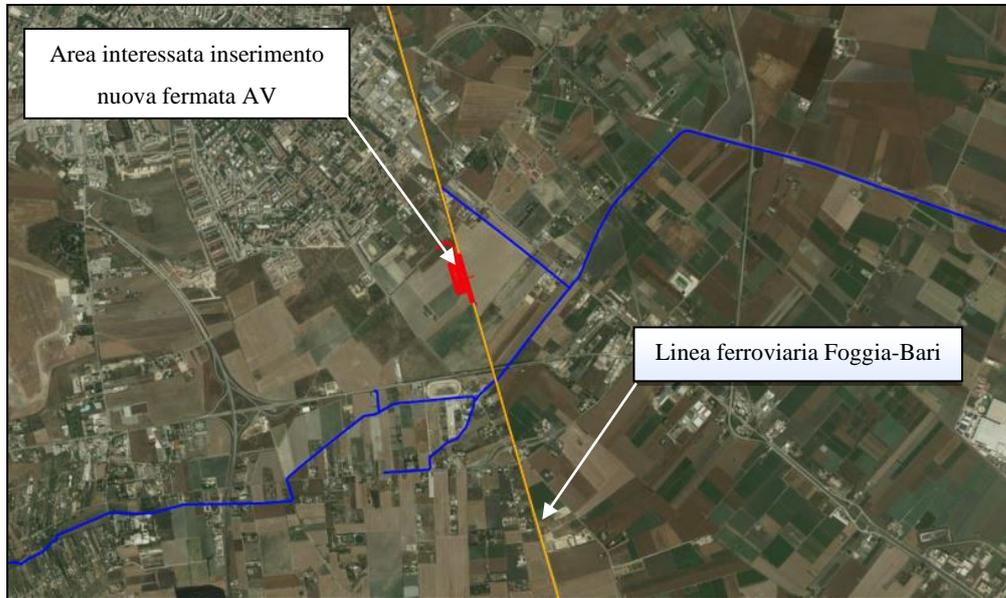


Figura 2: Ubicazione dell'opera in progetto rispetto alle aste fluviali su ortofoto

4. PIANIFICAZIONE DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela qualitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

Il territorio interessato dall'intervento infrastrutturale in progetto ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'appennino Meridionale.

L'assetto idrogeologico dell'area interessata dall'infrastruttura in progetto è regolamentato dal Piano di Bacino

Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) approvato con *Delibera di approvazione del PAI da parte del Comitato Istituzionale n. 39 del 30 novembre 2005*, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità di cui ai precedenti commi sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI con riferimento al DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" è possibile definire quattro classi di rischio, secondo la classificazione di seguito riportata:

- moderato R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

- elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.

Nell'analisi di dettaglio del rischio idrogeologico, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico si ricava, sintetizzando la procedura descritta in precedenza, per sovrapposizione delle zone soggette a pericolosità (intesa come prodotto della intensità per la probabilità) con gli elementi a rischio (intesi come prodotto del valore per la vulnerabilità), attraverso la matrice riportata in forma tabellare per il rischio idraulico, in cui le colonne indicano le diverse classi di pericolosità idrogeologica e le righe esprimono i valori degli elementi a rischio secondo un indice crescente:

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

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA		
		AP	MP	BP
ELEMENTI A RISCHIO	E5	R4	R3	R2
	E4	R4	R3	R2
	E3	R3	R2	R1
	E2	R2	R2	R1
	E1	R2	R1	R1

Tabella 1: classi di rischio

Il PAI dell'Autorità di Bacino della Puglia individua quali aree a pericolosità idraulica le porzioni di territorio caratterizzate da uguale probabilità di inondazione, che, in accordo con la vigente normativa nazionale di settore, corrispondono ai tempi di ritorno della piena di riferimento pari a 30, 200 e 500 anni.

Tempo di ritorno	Pericolosità di Inondazione
30	AP – Alta Pericolosità
200	MP – Media Pericolosità
500	BP – Bassa Pericolosità

Tabella 2: pericolosità di inondazione

Dall’analisi degli elaborati cartografici relativi alla definizione delle aree di Pericolosità e Rischio Idraulico del PAI approvato in data 30 novembre 2005, e dello Studio “Analisi delle Criticità connesse alle interferenze tra la rete infrastrutturale ed il reticolo idrografico pugliese” redatto da questa Autorità nell’ambito del POFERS 2007-2013 Asse II – Linea di intervento 2.3 - Azione 2.3.6, di cui si riportano nelle immagini seguenti gli stralci relativi, risulta che l’infrastruttura in progetto non ricade all’interno di alcuna area classificata come pericolosità e/o critica.

La nuova fermata AV dunque non è soggetta a particolari prescrizioni previste nelle Norme di Attuazione e risulta idraulicamente compatibile con il territorio in cui si colloca non interferendo con il naturale deflusso delle acque.

Si noti come tutti gli interventi ricadano al di fuori delle zone contrassegnate a rischio.

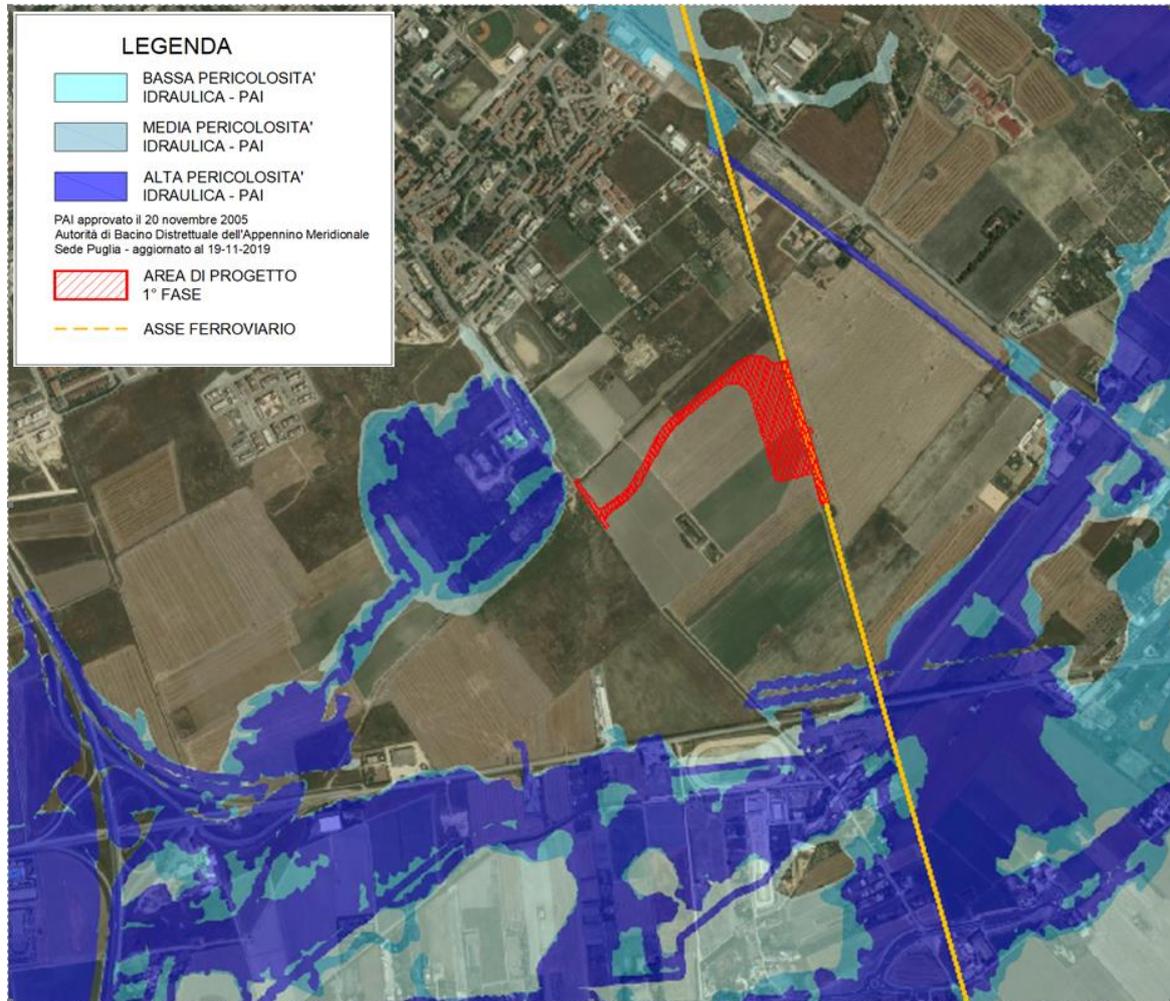


Figura 3: Area intervento infrastrutturale in progetto su cartografia di PAI _aree di Pericolosità e Rischio Idraulico



Figura 4: Stralcio Studio “Analisi delle Criticità connesse alle interferenze tra la rete infrastrutturale ed il reticolo idrografico pugliese”

5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA

Per la stima delle portate al colmo di piena necessaria per il dimensionamento del sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche che insistono sulla fermata ferroviaria, la viabilità di accesso e il Parcheggio, si adotta il *metodo dell'invaso lineare*. Si specifica in ogni caso che, ai soli fini del dimensionamento del collettore di raccolta delle acque delle rampe ciclopedonali, disposto all'interno del sottopasso, si è adottato il *metodo cinematico*.

5.1 Scelta dei tempi di ritorno

La scelta degli eventi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle NTC2018.

In particolare, nel presente studio idraulico è stata valutata la funzionalità del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma ferroviaria in risposta ad eventi di precipitazione caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 100 anni.

Per le superfici esterne alla stazione (Parcheggio e Viabilità) si è preso a riferimento un tempo di ritorno pari a 25 anni.

5.2 Metodo dell'invaso lineare

Il metodo dell'invaso è applicato al progetto e alla verifica delle fognature in una variante nota come metodo dell'invaso italiano. In tale metodo, si suppone che nei collettori della fognatura si sviluppino in modo autonomo (sono esclusi fenomeni di rigurgito) e sincrone correnti in moto uniforme. Il volume invasato si suppone somma di due aliquote: il volume dei piccoli invasi (pozzanghere, velo d'acqua sulla superficie dell'area colante, volumi contenuti in pluviali, fognoli, caditoie stradali, ecc...) ed il cosiddetto volume di invaso proprio, che rappresenta il volume d'acqua occupato dalla corrente in moto uniforme che defluisce all'interno del collettore.

$$W = W_0 + W_p = W_0 + AL$$

A ed L rappresentano l'area della sezione idrica e la lunghezza del collettore. La prima è legata al valore della

portata attraverso una legge di resistenza del moto uniforme.

$$A = A(Q) \Leftrightarrow Q = k_s \Sigma R^{2/3} i^{1/2}$$

Il metodo si basa sul legame tra il volume $W(t)$ invasato sul bacino e nella rete, e la contemporanea portata $Q(t)$ defluente attraverso la sezione finale del collettore, come nel serbatoio lineare. In questo caso però la portata al colmo viene stimata considerando il volume immagazzinato nel sistema bacino-rete in funzione della costante di invaso $K = W(t)/Q(t) = W_m/Q_m$.

Quindi k rappresenta il rapporto tra il volume immagazzinato nel sistema bacino rete in un dato istante e la corrispondente portata alla sezione di chiusura.

Con riferimento all'ipotesi che l'afflusso netto $I(t)$ sia costante nel tempo e pari a $\phi \cdot i(tp) \cdot S$ e considerando la curva di probabilità pluviometrica a 2 parametri, la portata al colmo Q_m , in uscita dalla sezione del collettore sarà pari a:

$$Q_M = n(\phi a S)^{\frac{1}{n}} W_M^{\frac{n-1}{n}} z$$

Con:

$$z = \frac{1}{n} \left[r^{\frac{n-1}{n}} (1 - e^{-r})^{\frac{1}{n}} \right]$$

Poiché z è poco variabile con n , si potrà fargli assumere un valore costante senza commettere apprezzabile errore, nel campo di n compreso tra 0.3 e 0.6. Se si fissa per z un valore pari a 0.78 la relazione di sopra si può scrivere nella forma tradizionale.

$$u = 2168 \frac{n(\psi a)^{1/n}}{w^{(1/n-1)}} \left[\frac{l}{sha} \right] \quad \begin{array}{l} w [m^3/m^2] \\ a [m/h^n] \rightarrow \text{coeff. della LSPP} \\ n [-] \rightarrow \text{esponente della LSPP} \\ \psi [-] \rightarrow \text{coeff. d'afflusso} \end{array}$$

Dove “ u ” rappresenta il coefficiente udometrico, rapporto tra la portata Q_M e la superficie drenata S . Nel caso di drenaggio urbano il volume totale invasato W_M a monte della sezione di calcolo viene determinato in base alla relazione:

$$W_M = w_0 S + W_I + \sum_{i=1}^{I-1} W_i$$

Piccoli invasi

Invaso proprio, volume invasato nel collettore *I* di progetto

Invasi di monte, il volume invasato all'interno del collettore -iesimo, a monte del tratto *I* in calcolo

Assumendo le suddette ipotesi è possibile calcolare la portata al colmo di piena, procedendo lungo la rete fognaria da monte verso valle, seguendo la procedura qui riportata:

1. Determinare, preliminarmente, la curva di possibilità pluviometrica corrispondente al tempo di ritorno T
2. Per ogni sezione di calcolo determinare l'area totale sottesa S ed eventuali sotto-aree con i relativi coefficienti di afflusso che daranno origine al coefficiente d'afflusso medio ϕ calcolato come media pesata dei coefficienti d'afflusso delle singole sotto aree in cui è stata suddivisa l'area sottesa

$$\phi = \frac{\sum_i \phi_i S_i}{\sum_i S_i}$$

3. Si fissa il volume dei piccoli invasi per ogni singola area (valori di letteratura o calcolo con formula)
4. Calcolare partendo dai tratti di monte, il volume totale invasato a monte della sezione di calcolo. Il volume di vaso proprio sarà determinato per tentativi assumendo la portata di progetto Q, deducendo la corrispondente sezione idrica in moto uniforme A dalla scala di deflusso dello speco e considerando $W_i = A \cdot L_i$ con L_i lunghezza del tratto di fogna in calcolo
5. Noto W e quindi $w=W/S$ si può calcolare u e quindi la portata di progetto $Q = uS$. Se questa portata è diversa da quella assunta al punto precedente si procederà ad una ulteriore iterazione a partire dal punto 4, altrimenti si passerà al punto successivo a valle.

Ai fini delle verifiche sono state effettuate le seguenti assunzioni:

1. Volume dei piccoli invasi = 0.003 mc/mq
2. Coefficiente di deflusso pavimentazioni = 0.9
3. Coefficiente di deflusso aree verdi = 0.3
4. Tempo di ritorno drenaggio Viabilità e Parcheggio = 25 anni
5. Tempo di ritorno drenaggio Fermata = 100 anni

Le assunzioni sui coefficienti di deflusso e sui tempi di ritorno sono da ritenersi valide anche per il collettore del sottopasso, dimensionato secondo il metodo cinematico.

5.3 Metodo Cinematico

Il metodo cinematico stabilisce che il valore massimo Q_{max} della portata, defluente da una determinata sezione di chiusura di un bacino di superficie A , abbia luogo per un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione t_c del bacino stesso. Il tempo di corrivazione esprime, infatti, l'intervallo di tempo necessario affinché tutte le parti che costituiscono il bacino contribuiscano insieme al deflusso, attraverso la sezione considerata.

Una volta stimati i valori al contorno (t_c e φ) è possibile procedere alla determinazione della portata al colmo, in m^3/s , attraverso la formula "razionale":

$$Q = \frac{A \cdot \varphi \cdot i(t_c; T_R)}{3,6}$$

con i seguenti significati per i simboli utilizzati:

- Q = portata al colmo [m^3/s];
- A = superficie del bacino [Km^2];
- $i(t_c; T_R)$ = intensità di pioggia nel tempo di corrivazione t_c per dato tempo di ritorno T_R [mm/h];
- φ = coefficiente di deflusso.

Il metodo razionale considera, quindi, il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T_R di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Per le assunzioni di calcolo si rimanda al paragrafo precedente.

Il tempo di corrivazione è dato dalla somma dei due termini:

$$t_c = t_e + t_r$$

Dove t_e è il tempo di entrata in rete, ovvero il tempo di scorrimento nei bacini elementari di ingresso alla caditoia, e t_r è il tempo di rete, ovvero il tempo di transito all'interno del collettore di raccolta:

$$t_r = \sum_i L_i / v_{ri}$$

Nella quale:

- L_i lunghezza dell' i -esima tubazione della rete di drenaggio a monte della sezione
- v_{ri} velocità di moto uniforme della corrente transitante nella i -esima condotta

Per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento si impone una pioggia per un tempo di corruzione funzione del tempo di rete che è calcolato considerando in prima approssimazione una velocità di scorrimento $V_i=1.00$ m/s; si determina così una portata e una nuova velocità di percorrenza della rete. Tale procedura iterativa ha termine quando le differenze tra i risultati relativi a due passi successivi sono trascurabili.

Si specifica che il tempo di entrata in rete è stato cautelativamente stimato secondo la relazione riportata a seguire.

$$t_{ai} = \left(\frac{3600^{n-1} \cdot 0,5 l_i}{s_i^{0,375} (a \varphi_i S_i)^{0,25}} \right)^{\frac{4}{n+3}}$$

nelle quali:

- t_{ai} tempo d'accesso dell' i -esimo sottobacino [s]
- l_i massima lunghezza del deflusso superficiale dell' i -esimo sottobacino [m]
- s_i pendenza media dell' i -esimo sottobacino [m/m]
- S_i superficie dell' i -esimo sottobacino [ha]
- φ_i coefficiente d'afflusso dell' i -esimo sottobacino
- i intensità di pioggia $i = a \delta^{n-1}$ [mm/h]
- a, n parametri della curva di possibilità pluviometrica ragguagliati all'area.

5.4 Leggi di pioggia

Per il calcolo dell'altezza massima di pioggia si fa riferimento alle indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici e come ampiamente descritto nella "Relazione idrologica" (elab. IAA400D78RIID0001001), cui si rimanda.

Le curve adottate ai fini del dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di drenaggio sono quelle ottenute mediante il Metodo di Gumbel, maggiormente cautelative.

Durate > 1 ora

	Tr (anni)	10	20	25	50	100	200	500
GUMBEL	a (mm/ore ⁻ⁿ)	39.671	46.506	48.675	55.360	61.997	68.612	77.342
	n (-)	0.191	0.181	0.179	0.173	0.168	0.163	0.159

Durate < 1 ora

	Tr (anni)	10	20	25	50	100	200	500
GUMBEL	a (mm/ore ⁻ⁿ)	39.671	46.506	48.675	55.360	61.997	68.612	77.342
	n (-)	0.227						

Tabella 3: parametri leggi di pioggia di progetto ricavate con M. Gumbel

Ai fini del dimensionamento dei collettori sono state utilizzate le cpp relative a durate di pioggia < 1 ora.

5.5 Dimensionamento idraulico

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli specchi in progetto viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = k * \sqrt{R * i}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = A V$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$K = K_s R^{1/6}$$

ottenendo:

	FERMATA AV FOGGIA – CERVARO					
	ID – IDROLOGIA E IDRAULICA					
Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma (Fermata, Parcheggio e Viabilità)	PROGETTO IAA4	LOTTO 00	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 21 di 46

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

dove:

- Q, portata (m³/s)
- i, pendenza media dell'elemento idraulico (m/m);
- A, sezione idrica (m²);
- K_s, il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, pari a 90 mm^{1/3} · s⁻¹;
- R, raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0,4÷0,5 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento, per le condotte con Ø ≤ 500 mm, deve essere non superiore al 60% per evitare che la condotta possa andare in pressione; per diametri superiori il grado di riempimento per le opere idrauliche deve essere non superiore al 70%.

5.6 Metodologia di verifica fossi in terra a dispersione

Come anticipato, ai piedi dei rilevati della viabilità e del parcheggio, si prevede la realizzazione di fossi in terra a dispersione. Il dimensionamento dei fossi disperdenti è stato effettuato sulla base dei classici criteri dei bacini di laminazione, in quanto essi svolgono la funzione di invaso delle acque meteoriche con recapito per infiltrazione. È stato necessario determinare il massimo volume che il generico fosso deve avere in funzione della portata in uscita, in modo che possa così contenere il più critico evento meteorico di assegnato tempo di ritorno. La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato nella figura successiva che quantifica la portata dispersa per un fosso di lunghezza unitaria con la seguente formula:

$$q = (b / H + C) \cdot K \cdot H$$

Dove:

- b è la larghezza del fondo;

- H è l'altezza utile;
- K è il coefficiente di filtrazione;
- C è un coefficiente che misura il contributo della formazione della portata dovuta all'infiltrazione sulle sponde, stimata con una relazione monomia del tipo $C = a(b/H)^m$, in cui a ed m, al variare di n, pendenza delle scarpate, sono visibili nella tabella sottostante

scarpa n	a	m	$\frac{b}{H}$
1/1	1,584	0,375	2
3/2	1,332	0,380	3
2/1	1,009	0,448	4

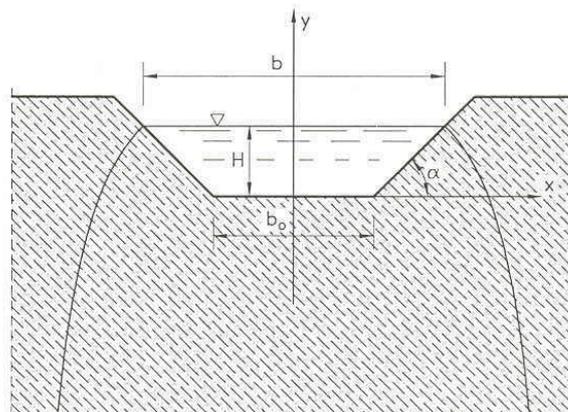


Figura 5: Schema del funzionamento disperdente del fosso di guardia

Con riferimento alla caratterizzazione geotecnica, la permeabilità dei terreni in oggetto può essere assunta pari a 10^{-5} m/s.

Il dimensionamento dei fossi disperdenti è stato effettuato tenendo conto sia della loro capacità disperdente che della capacità d'invaso. I volumi di invaso (ΔV) sono stati ricavati sottraendo al volume in arrivo, determinato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica, le portate disperse nel sottosuolo. In definitiva, l'equazione di bilancio dei volumi, sarà:

$$\Delta V(t_p) = V_e(t_p) - V_u(t_p)$$

con:

$$V_e = \varphi \cdot S \cdot h(\theta) = \varphi \cdot S \cdot I_\theta \cdot \theta$$

Dove:

- φ indica il coefficiente di deflusso;
- θ indica il tempo di pioggia (in h);

- S indica l'area della massima superficie scolante della viabilità in oggetto
- I indica l'intensità di pioggia (in mm/h).

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione (V_u), è stato ricavato applicando la seguente formula, associandogli un'efficienza η per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine:

$$V_u = \eta \cdot (b / H + C) \cdot K \cdot H \cdot L \cdot t_p$$

L'efficienza è un parametro legato all'interrimento del fosso; il suo valore è compreso tra il 50 ed il 60% (per fossi molto ampi).

Il dimensionamento del fosso viene effettuato sulla base del valore massimo di ΔV ; nel caso in cui la durata critica risulti superiore a 24 h, la durata di pioggia per valutare il massimo volume da invasare può essere limitata a 24 h, secondo quanto indicato in "Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione" (AA.VV. - Hoepli).

Nel caso in esame si sono utilizzati dei fossi trapezoidali con pendenza delle sponde 1/1, larghezza di fondo e profondità pari a 0.5 m.

6. TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE E LAMINAZIONE

Le portate meteoriche provenienti dal parcheggio e dalla viabilità scaricano in manufatti dedicati alla depurazione delle acque di prima pioggia (per le acque meteoriche dei piazzali carrabili) e in vasche di laminazione nelle quali le acque sono temporaneamente immagazzinate prima della restituzione nel recapito finale.

Ai fini del trattamento delle acque sono state rispettate le prescrizioni presenti nel:

- Regolamento regionale 9 dicembre 2013 n. 26 “disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia”

mentre, per il rispetto dell’invarianza idraulica, non disponendo la Regione Puglia di uno specifico regolamento si è fatto riferimento a quanto previsto dalla Regione Lombardia:

- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7. “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)” s.m.i.

Si considera la zona in esame una zona ad alto rischio per cui si quantifica una portata di laminazione in ragione di 10 l/s per ogni ettaro impermeabile drenato e si dimensiona il sistema di laminazione per un tempo di ritorno pari a:

- Sistema di smaltimento acque Fermata: TR100anni
- Sistema di smaltimento acque Parcheggio: TR25anni
- Sistema di smaltimento acque Viabilità: TR25anni

6.1 Generalità sulle acque di prima pioggia

Le acque di prima pioggia rappresentano le prime acque meteoriche, il cui elemento caratterizzante è l’elevata concentrazione di inquinanti, spesso superiori addirittura a quelle che caratterizzano reflui “ordinari” civili e/o industriali.

Durante le prime fasi di un evento pluviometrico, le acque meteoriche operano il dilavamento delle deposizioni solide dalle superfici urbane causando il trasporto in fognatura di sostanze inquinanti, quali solidi sedimentabili (organici ed inorganici), sostanze nutritive, batteri, idrocarburi, oli minerali, grassi, metalli pesanti ecc. Tale fenomeno si presenta con particolare intensità nelle prime fasi dell’evento pluviometrico stesso ed è noto con il termine di first flush.

Le caratteristiche delle acque di prima pioggia, per la natura stessa dei processi idrologici che originano il dilavamento delle sostanze inquinanti, risultano estremamente variabili e dipendenti dalla specificità del sito in

esame ed in particolare dal regime pluviometrico, oltre che dalle caratteristiche climatiche e morfologiche dell'area drenata. I valori del carico inquinante veicolato in fognatura variano in funzione, oltre che della natura dell'area esaminata (aree urbane, superfici stradali con intensità di traffico variabile ecc.), anche dell'intervallo di tempo intercorso dall'ultimo evento piovoso significativo che ha dato origine ad un fenomeno di dilavamento significativo.

Nella Tabella è riportato un elenco delle principali fonti di emissione e delle relative sostanze emesse dal traffico stradale. In linea generale si può affermare che il fenomeno del first flush si manifesta principalmente con solidi sospesi, COD, Azoto e metalli pesanti (in particolare Cu, Zn e Pb), con un'entità tanto più pronunciata quanto maggiore è il periodo di tempo secco antecedente e quanto maggiore è l'intensità di precipitazione negli istanti iniziali dell'evento.

Agenti inquinanti	Principali fonti di emissione
Particolato	Consumo della pavimentazione, deposizione atmosferica, manutenzione stradale
Azoto e fosforo	Deposizione atmosferica, fertilizzanti utilizzati sul bordo della strada
Piombo	Gas di scarico, consumo freni, oli lubrificanti, grassi, consumo cuscinetti
Zinco	Usura dei pneumatici, olio motore, grassi, corrosione dei guard-rail
Ferro	Usura della parti meccaniche dei veicoli, corrosione delle carrozzerie, strutture in ferro sulle strade (pannelli, guard-rail, segnaletica)
Rame	Usura freni, carrozzeria veicoli, usura della parti meccaniche, insetticidi e anticrittogamici
Cadmio	Usura pneumatici
Cromo	Carrozzeria veicoli, consumo freni e frizione
Nichel	Combustione a diesel, oli lubrificanti, carrozzerie, asfalto, consumo freni
Manganese	Usura parti meccaniche
Sodio, calcio, cloro	Prodotti antigelo
Zolfo	Benzine, prodotti antigelo
Petrolio	Perdite dai motori, asfalti e bitume
Bromo	Gas di scarico dei motori
Gomma	Consumo pneumatici
Amianto	Consumo freni e frizione

Tabella 4: Agenti inquinanti e fonti di emissioni provenienti dal solo traffico stradale

6.2 Schema di funzionamento

I sistemi di drenaggio del piazzale carrabile e della viabilità recapitano il deflusso idrologico ai rispettivi impianti di trattamento, nei quali avviene la suddivisione in prima e seconda pioggia.

Lo schema d'impianto di trattamento (figura seguente) prevede l'ingresso delle portate in una vasca in cui le acque di prima pioggia, corrispondenti ai primi 5 mm di precipitazione uniformemente distribuita sulla superficie scolante vengono immagazzinate in una vasca di accumulo. In base a quanto stabilito dalle norme della Regione Puglia, tale volume deve essere reso nuovamente disponibile all'inizio dell'evento meteorico successivo, per cui siano passati, a partire dall'evento precedente, almeno 48 ore.

Una volta che la vasca di accumulo è piena una valvola a galleggiante chiude l'accesso al manufatto facendo in modo che le ulteriori portate meteoriche in arrivo, corrispondenti alle acque di seconda pioggia, siano indirizzate direttamente alla vasca di laminazione.

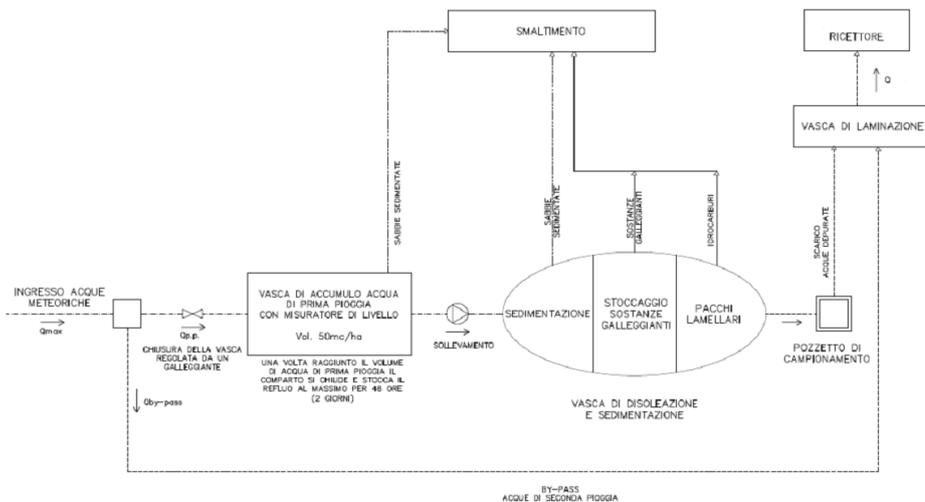


Figura 6: Schema impianto di trattamento con accumulo della prima pioggia.

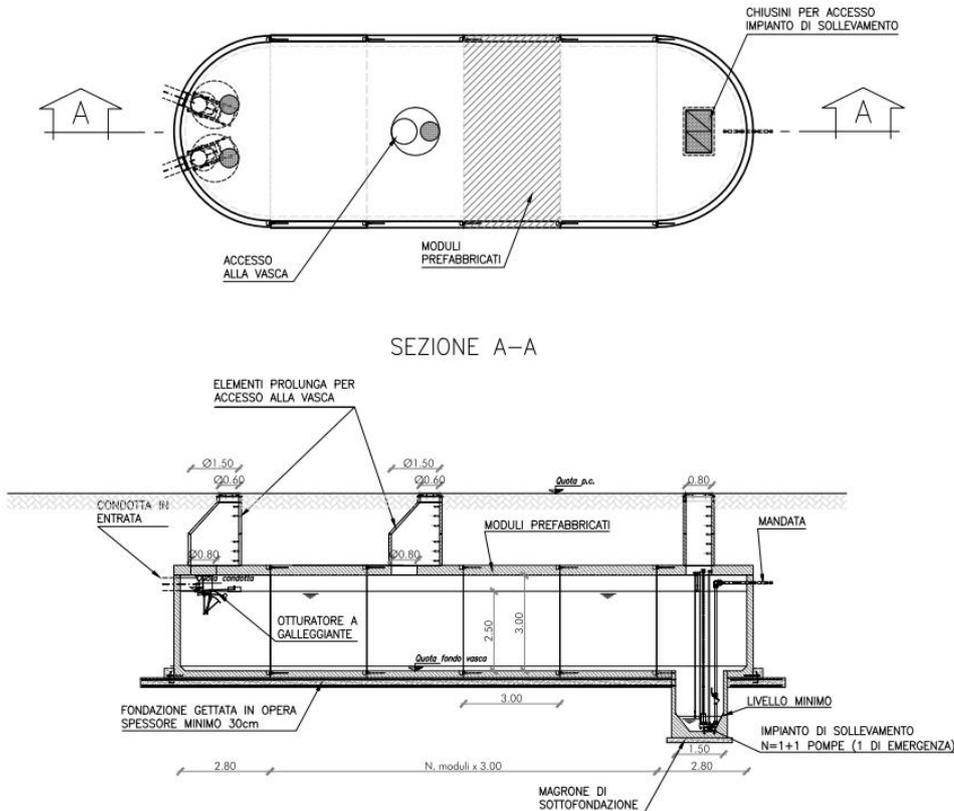


Figura 7: Vasca di accumulo della prima pioggia.

La prima pioggia immagazzinata nella vasca di accumulo viene portata al dissabbiatore/disoleatore mediante un impianto di sollevamento. Il sistema di pompaggio ha la funzione di svuotare la vasca nelle 48 ore successive ad un evento di precipitazione e cautelativamente viene dimensionato per svuotare la vasca in 12 ore.

Nell'impianto di sedimentazione e disoleazione avviene la sedimentazione dei solidi in sospensione e la separazione degli oli e degli altri idrocarburi. La potenzialità dell'impianto viene fissata pari a 4÷5 volte la portata in ingresso, allo scopo di rendere il processo di disoleazione efficace. La presenza di un impianto di sollevamento a monte, infatti, causa la frantumazione delle particelle d'olio con conseguente aumento dei tempi di separazione. Il refluo così trattato viene recapitato nella vasca di laminazione assieme alla seconda pioggia e di lì riferito ad un vicino corpo idrico.

La laminazione della seconda pioggia ha la funzione di restituire nel recettore finale una portata pari a quella che arriverebbe al corpo idrico in condizioni indisturbate del territorio, onde perseguire la cosiddetta invarianza idraulica del territorio. Per ogni vasca di laminazione si è dunque adottato un impianto di sollevamento in grado di restituire al recapito un valore di portata che varia in funzione dell'estensione della superficie sottesa dal sistema di drenaggio e che viene calcolato tramite la definizione di una portata specifica pari a *10 l/s ha*.

Si riporta una rappresentazione tipologica del singolo modulo componente la vasca di laminazione adottata.

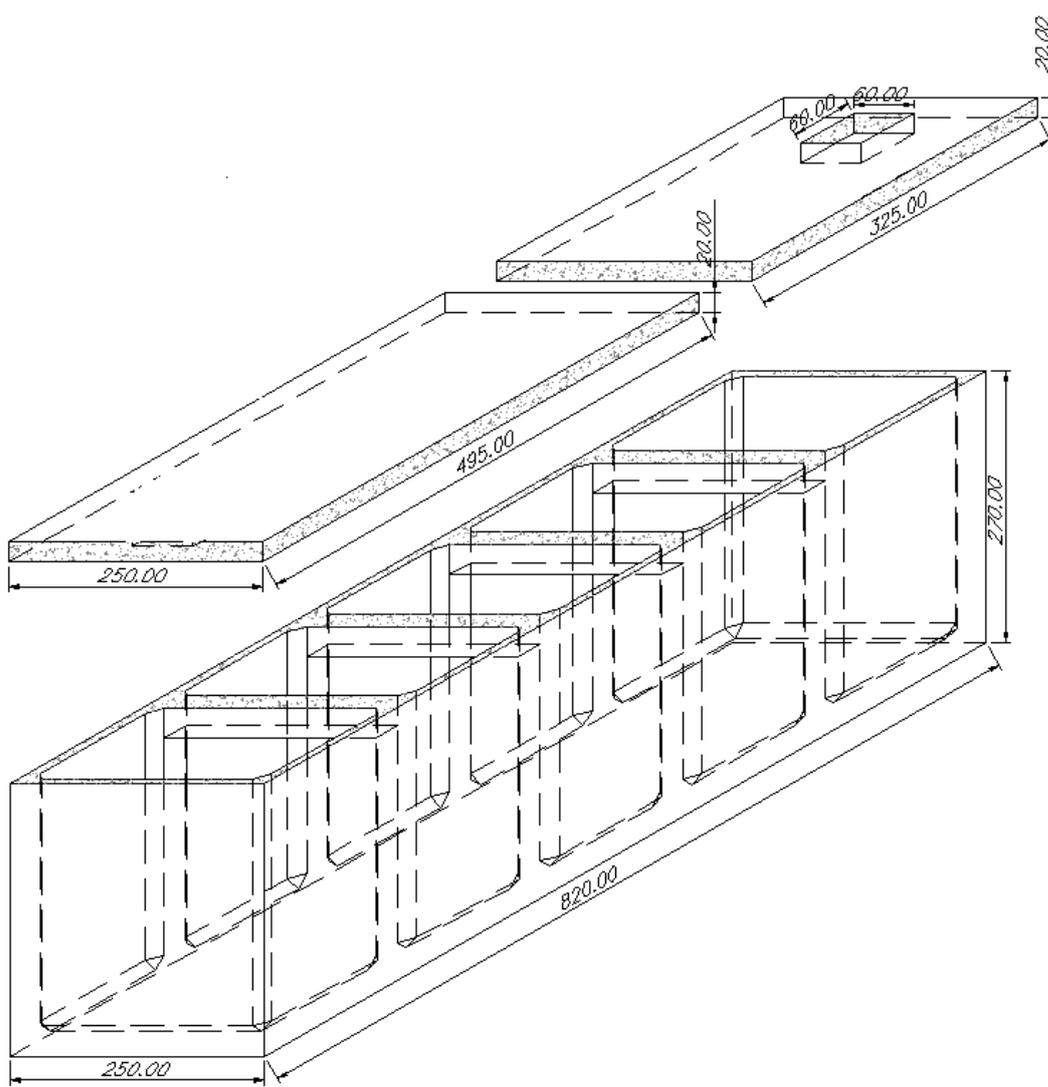


Figura 8: Modulo vasca di laminazione

7. DESCRIZIONE OPERE DI DRENAGGIO IDRAULICO

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma si compone di 3 sotto – sistemi indipendenti:

- Sistema di smaltimento acque Fermata;
- Sistema di smaltimento acque Parcheggio;
- Sistema di smaltimento acque Viabilità.

Le acque di piattaforma di ciascun sistema verranno intercettate mediante caditoie, bocche di lupo, pluviali e canalette; attraverso tubazioni in PEAD di diametro variabile verranno quindi convogliate alle vasche di laminazione che, a loro volta, scaricheranno tramite prementi in un pozzetto di sconnessione idraulica 2x2x2 m, posto in prossimità della viabilità esistente. Le acque convogliate nel suddetto pozzetto verranno quindi recapitate, per gravità, nella rete fognaria esistente garantendo l’invarianza idraulica.

7.1 Drenaggio Fermata

Il sistema di drenaggio della Fermata è stato progettato al fine di raccogliere le acque provenienti dai marciapiedi, dalla sede ferroviaria, dalle pensiline e dalle rampe di accesso al sottopasso di stazione.

Le acque della sede ferroviaria vengono captate mediante bocche di lupo presenti lungolinea e raccolte dai collettori in PEAD DN630 che corrono al di sotto dei marciapiedi di Fermata, a tal proposito, si veda l’immagine che segue.

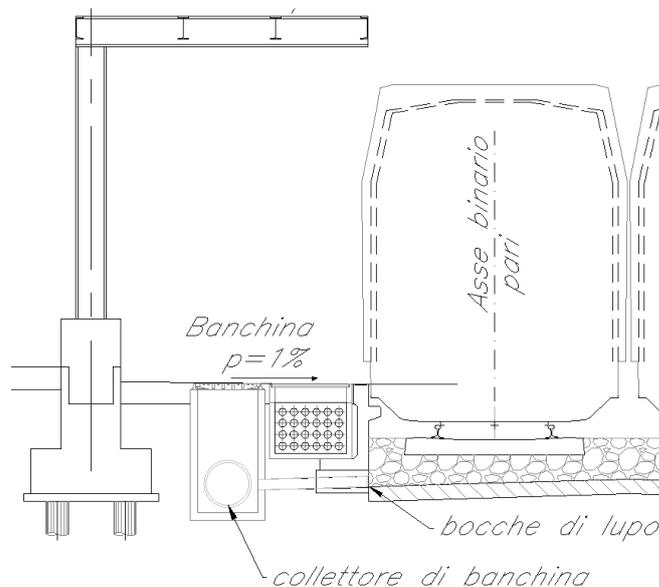


Figura 9: dettaglio drenaggio ferrovia

I suddetti collettori convergono quindi in una condotta DN1000 che convoglia le acque al recapito finale,

costituito dalla vasca di laminazione VL3. Il collettore citato è stato dimensionato tenendo conto anche della futura fase Stazione e viene riportato in arancione nell'immagine che segue.

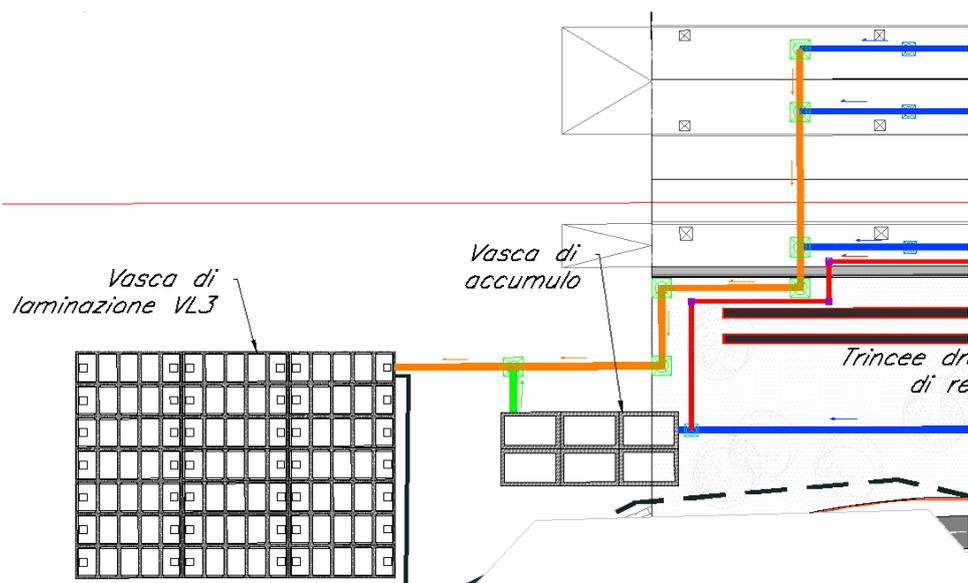


Figura 10: collettore DN1000 terminale

Sebbene le acque provenienti dalle pensiline della banchina ad isola vengano convogliate nei collettori longitudinali DN630, quelle provenienti dalle pensiline del binario lato fabbricato viaggiatori vengono convogliate in un collettore indipendente con DN variabile e recapitate in una vasca di accumulo per il riutilizzo. Il dispositivo di troppo pieno della vasca scarica anch'esso in VL3.

Le acque nere provenienti dai servizi del fabbricato viaggiatori verranno trattate mediante vasca Imhoff e quindi disperse nel suolo mediante apposita trincea drenante.

All'interno del sottopasso è presente un sistema di drenaggio costituito da canalette grigliate e tubazioni in PEAD. Le griglie sono disposte a valle delle rampe di accesso e convogliano le acque di raccolta in un collettore DN500 in PEAD che le recapita a sua volta in una camera dotata di impianto di sollevamento. L'impianto scarica nel sistema di drenaggio delle pensiline del binario lato fabbricato viaggiatori. Si riporta a seguire una rappresentazione esplicativa.

Per una visione d'insieme del sistema descritto si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

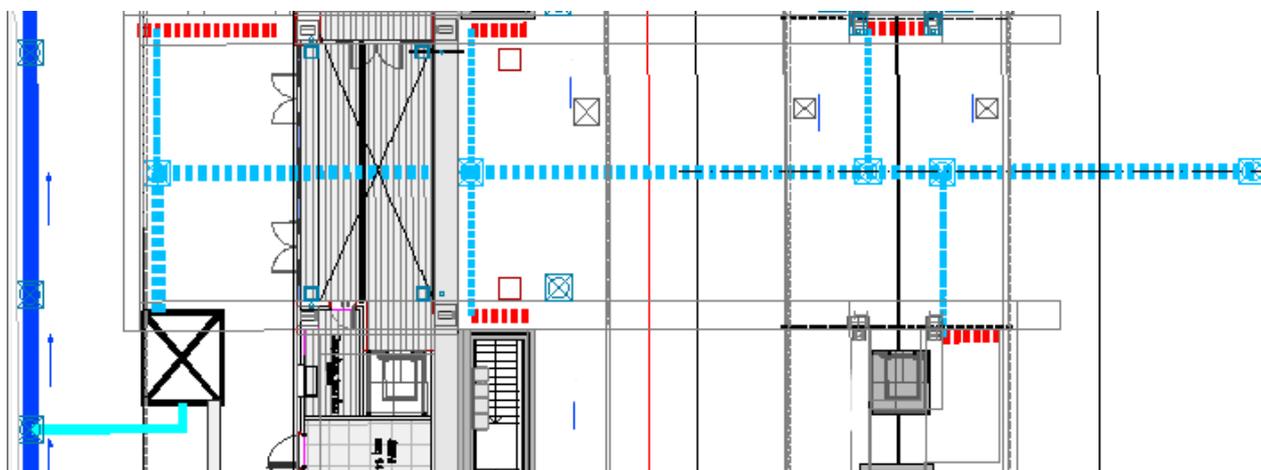


Figura 11: drenaggio sottopasso: griglie (rosse), collettori (azzurri), impianto sollevamento (nero), condotta in pressione (ciano), condotta di recapito (blu)

7.2 Drenaggio Parcheggio

Le acque di piattaforma del parcheggio vengono intercettate tramite caditoie grigliate e convogliate, mediante tubazioni in PEAD, agli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia (IPP2 e IPP3) che a loro volta le recapitano nella vasca di laminazione VL2.

Ai piedi dei rilevati sono presenti fossi in terra a dispersione di dimensioni $B=0.50m$ $H=0.50m$ e sponde con pendenza 1:1.

Per una visione d'insieme del sistema descritto si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

7.3 Drenaggio Viabilità

Le acque di piattaforma della viabilità vengono intercettate tramite caditoie grigliate e convogliate, mediante tubazioni in PEAD, all'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia IPP1 che a sua volta le recapita nella vasca di laminazione VL1.

Ai piedi del rilevato sono presenti fossi in terra a dispersione di dimensioni $B=0.50m$ $H=0.50m$ e sponde con pendenza 1:1.

Per una visione d'insieme del sistema descritto si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

8. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA COLLETTORI

Nei paragrafi seguenti si riportano il dimensionamento e la verifica dei collettori ritenuti maggiormente critici, nelle modalità descritte nei capitoli precedenti.

8.1 Collettori Fermata

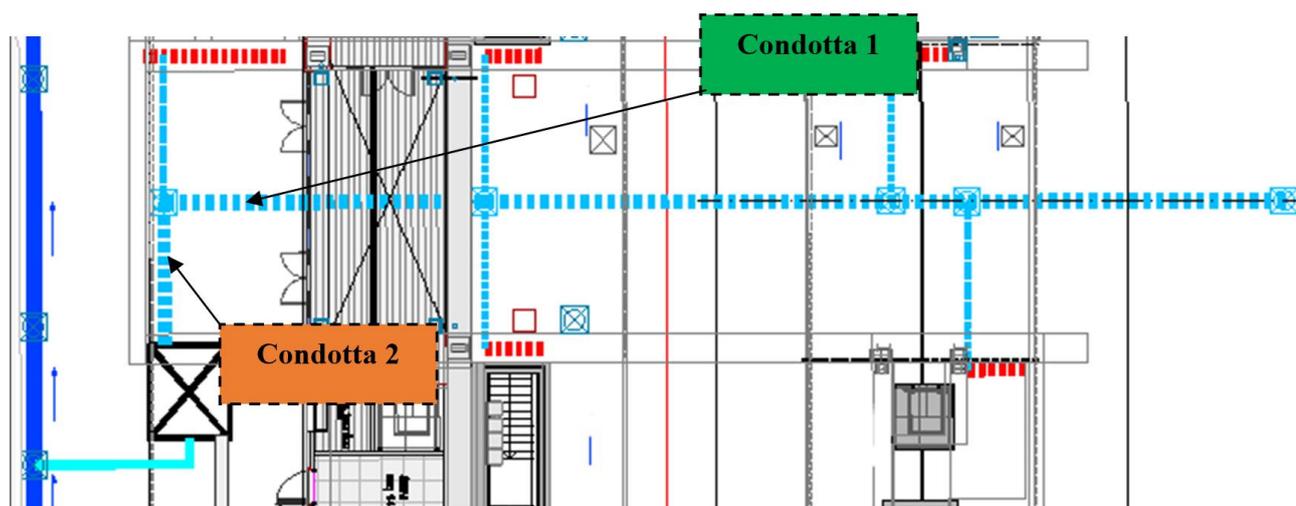
Tratto di verifica						Superficie drenante totale		Wtot	w	Coeff. udometrico	Portata Qtot	Velocità	Grado riempimento	Esito verifica	
ID. tratto	Materiale	Diametro esterno (mm)	Diametro interno (m)	L (m)	pendenza m/m	m ²	Φ_{medio}	mc	m	l / (s·ha)	mc/s	m/s	%	DN<500 mm	DN>500 mm
H-I	PEAD	DN630	0.570	400.00	0.20%	1950	0.90	45.92	0.024	518	0.101	1.009	41.52%	OK	OK
L-M	PEAD	DN630	0.570	400.00	0.20%	3080	0.90	70.31	0.023	576	0.177	1.162	57.75%	OK	OK
N-O	PEAD	DN1000	0.905	55.00	0.50%	13290	0.90	284.21	0.021	719	0.956	2.497	57.51%	OK	OK
P-Q	PEAD	DN400	0.362	188.00	0.20%	550	0.90	11.50	0.021	777	0.043	0.816	50.75%	OK	OK
R-S	PEAD	DN400	0.362	125.50	0.60%	575	0.90	9.65	0.017	1644	0.095	1.498	58.94%	OK	OK
S-Q	PEAD	DN630	0.570	217.00	0.20%	2450	0.90	50.89	0.021	795	0.195	1.186	61.34%	NO	OK

Tabella 5: verifica collettori fermata

Per l'individuazione dei tratti verificati si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

A completamento del quadro esposto si riporta la verifica del collettore DN500 disposto all'interno del sottopasso, eseguita con il metodo cinematico.

L'area drenata dalla condotta 1 è quella di una sola rampa, mentre la condotta 2 è stata dimensionata con la portata proveniente da entrambe le rampe.



Calcolo tempo di ingresso

Li	130 m	lungh.rampa
si	0.05 m/m	pend.media rampa
Dtc	75.2 s	
	1.25 min	
	0.021 h	

Verifica condotte

Condotte	A verde	Trincea (in orizzontale)	Pavimentate	Totale
1	0	0	450	450 condotta 1/2
2	0	0	450	450 condotta 2/2

Parametri della equazione di possibilità pluviometrica (Tr = 100 anni)

a	mm*h ⁽⁻ⁿ⁾	61.997
n		0.227

Sezioni circolari condotte
Formula di Gauckler-Strickler

$$V = K_s * RH^{(2/3)} * i^{(1/2)}$$

	scabrezza Ks=	90	90
Pendenza	J (m/m)	0.002	0.01
Diametro	D (mm)	452.2	452.2
Riempimento	y/D	0.59	0.55
Altezza d'acqua	h (m)	0.266	0.247
Sezione liquida	A (m)	0.09834	0.08970
Perimetro bagnato	p (m)	0.79097	0.75201
Raggio idraulico	RH=A/C (m)	0.12433	0.11928
Velocità media	V (m/sec)	1.003	2.181
Portata	Q (mc/sec)	0.099	0.196
Collettore		1	2

AREE RAGGUAGLIATE	A verde	Trincea (x1.5)	Pavimentate
Coeff deflusso	0.30	0.60	0.90

Condotta	mq	mq	mq	Totale mq	Lunghezza condotta L (m)
1	0	0	405	405	41.9
2	0	0	405	405	5.4

Condotta	Diametro condotta di recapito	Velocità media V (m/sec)	Tempo di accesso Dtc (ore)	Tempo di corrivazione Dtc+L/V (ore)	Intensità di pioggia (m/h)	Portata Q (mc/sec)
1	452.2	1.00	0.021	0.0325	0.876	0.099
2	452.2	2.18	0.021	0.0332	0.862	0.196

VERIFICHE

Condotta	Diametro	Q (mc/sec)	Qmax (mc/sec)	Verifica Q<Qmax	V effettiva (m/s)	Verifica 0.5<V<3.5	Riempimento
1	452.2	0.099	0.099	OK	1.00	OK	58.87%
2	452.2	0.196	0.196	OK	2.18	OK	54.60%

Tabella 6: verifica collettori sottopasso

8.2 Collettori Parcheggio

Tratto di verifica						Superficie drenante totale		Wtot	Coeff. udometrico	Portata Qtot	Velocità	Grado riemp.	Esito verifica	Esito verifica
ID. tratto	Materiale	Diametro esterno (mm)	Diametro interno (m)	L (m)	pendenza m/m	m ²	Φ _{medio}	mc	l / (s-ha)	mc/s	m/s	%	DN<500 mm	DN>500 mm
1-2	PEAD	500	0.452	23.30	1.00%	390	0.90	3.38	5386	0.210	2.217	57.08%	OK	OK
3-4	PEAD	500	0.452	135.50	0.50%	780	0.90	10.80	1090	0.085	1.362	41.24%	OK	OK
5-6	PEAD	630	0.570	230.00	0.20%	2070	0.86	32.54	585	0.121	1.058	45.96%	OK	OK
7-6	PEAD	630	0.570	81.00	0.20%	2040	0.50	15.70	620	0.127	1.070	47.12%	OK	OK
6-8	PEAD	800	0.724	47.00	0.30%	6620	0.66	69.02	738	0.488	1.732	64.77%	NO	OK
9-10	PEAD	500	0.452	27.50	1.80%	500	0.90	4.21	5929	0.296	3.009	59.00%	OK	OK
11-8	PEAD	1000	0.905	244.50	0.40%	14241	0.83	197.71	773	1.100	2.353	68.30%	NO	OK
12-13	PEAD	800	0.724	270.50	0.30%	10710	0.75	148.35	474	0.508	1.745	66.54%	NO	OK
8-13	PEAD	1000	0.905	56.50	0.40%	16751	0.80	282.54	336.383	0.563	2.014	44.87%	OK	OK
13-14	PEAD	1000	0.905	25.50	0.50%	33000	0.77	517.66	354.736	1.171	2.607	65.83%	NO	OK

Tabella 7: verifica collettori parcheggio

Per l'individuazione dei tratti verificati si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

8.3 Collettori Viabilità

Tratto di verifica						Superficie drenante totale		Volume invaso totale	Coeff. udometrico	Portata Qtot	Velocità	Grado riemp.	Esito verifica	Esito verifica
ID. tratto	Materiale	Diametro esterno (mm)	Diametro interno (m)	L (m)	pendenza m/m	m ²	Φ _{medio}	mc	l / (s-ha)	mc/s	m/s	%	DN<500 mm	DN>500 mm
A-B	PEAD	500	0.452	11.60	0.30%	206	0.90	1.75	5783	0.119	1.224	58.36%	OK	OK
C-D	PEAD	630	0.570	385.00	0.20%	5910	0.90	111.77	377	0.223	1.218	67.31%	NO	OK
E-D	PEAD	500	0.452	87.00	0.20%	570	0.90	7.84	1113	0.063	0.900	45.22%	OK	OK
F-D	PEAD	500	0.452	149.60	0.30%	1313	0.90	18.96	944	0.124	1.235	59.93%	OK	OK
D-G	PEAD	630	0.570	11.00	0.50%	7800	0.90	140.57	444	0.346	1.921	66.51%	NO	OK

Tabella 8: verifica collettori viabilità

Per l'individuazione dei tratti verificati si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

8.4 Fossi Disperdenti

La verifica dei fossi disperdenti ai piedi dei rilevati è stata eseguita considerando un tratto di fosso di lunghezza unitaria che si ipotizza dreni una fascia esterna di 25 m.

d (h)	l (mm/h)	L (m)	V _e (m ³)	k (m/s)	η	b ₀ (m)	H (m)	H _u (m)
1.8	0.0300	1	0.41	1.00E-05	0.5	0.5	0.5	0.4

b (m)	b/h	C	V _u (m ³)	ΔW (m ³)	V invasabile (m ³)	T _{sv} (d)	
1.3	3.25	2.46	0.07	0	0.36	0.3	
					FS	1.09	11.91
					Verifica	OK	OK

Tabella 9: verifica fosso disperdente

Si riporta quindi una rappresentazione dell'andamento in funzione della durata di pioggia dei volumi caratterizzanti il problema.

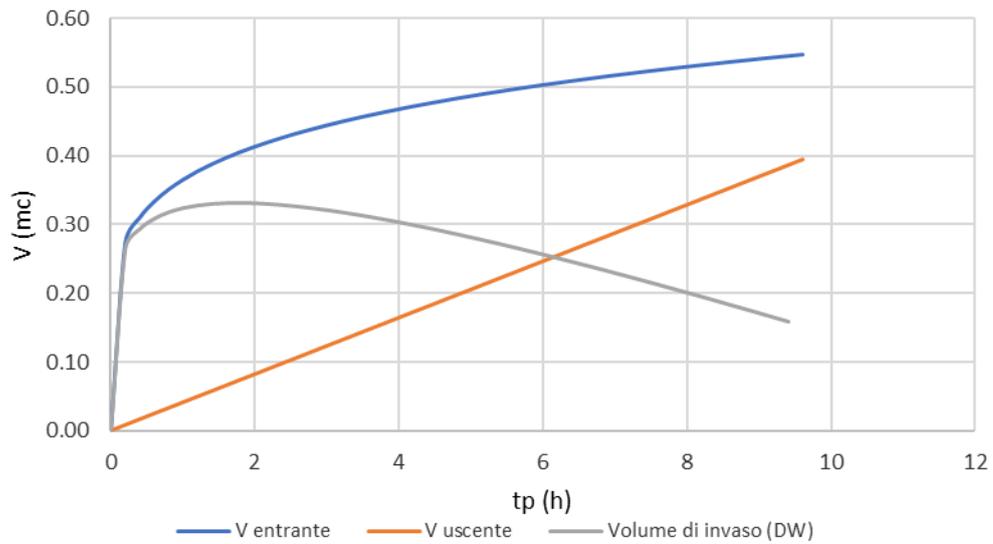


Figura 12: andamento teorico dei volumi in funzione del tempo di pioggia

9. PRESIDI IDRAULICI

Come anticipato, il sistema di drenaggio include impianti di trattamento delle acque di prima pioggia e vasche di laminazione.

Gli impianti di prima pioggia funzioneranno in discontinuo e sono previsti per i soli sistemi di drenaggio della Viabilità e del Parcheggio; le vasche di laminazione sono invece previste per tutti i sistemi e garantiranno l'invarianza idraulica scaricando nella rete di drenaggio comunale una portata massima di 10 l/s per ogni ettaro di superficie drenata. Nel caso in esame verranno adottate vasche di laminazione modulari.

9.1 Impianti di prima pioggia

La vasca di accumulo delle acque di prima pioggia viene realizzata con vasche composte da moduli prefabbricati a sezione rettangolare in c.a., ciascuno di volume utile pari a circa 41 mc, corredati da 2 moduli di testa di volume utile complessivo pari a 48 mc.

Il volume della vasca di prima pioggia, secondo le indicazioni normative, è dato dalla seguente relazione

$$V \text{ 1}^{\wedge} \text{ pioggia} = S \times 5/1000 \text{ [m}^3\text{]}$$

nella quale S è la superficie afferente in metri quadri.

Nella tabella seguente si riporta il dimensionamento dei tre impianti in progetto.

Presidio	Zone servite	0.9 A pav (mq)	0.3 A verde (mq)	Area ragguagliata (mq)	Volume prima pioggia (mc)	Volume modulo (mc)	numero moduli	Volume tot moduli (mc)
IPP1	Viabilità d'accesso	7800	0	7020	35.1	41	1+testate	89
IPP2	Piazzale	12880	3620	12678	63.4	41	1+testate	89
IPP3	Piazzale	12880	3620	12678	63.4	41	1+testate	89

Tabella 10: impianti di prima pioggia

Si tiene a specificare che gli impianti IPP2 e IPP3 sono entrambi a servizio del sistema di drenaggio del piazzale, tuttavia, considerata l'ampia superficie afferente, si è optato per l'installazione di due vasche distinte con a monte un pozzetto di disconnessione in grado di ripartire il volume in modo equo tra i due impianti.

9.2 Vasche di laminazione

La zona interessata dall'area di progetto non presenta ricettore naturali nei quali recapitare le acque raccolte; il recapito più vicino è costituito dalla rete fognaria di drenaggio a servizio di Via Parini; al fine di non sovraccaricare la rete esistente con volumi non previsti e provenienti da sistemi di smaltimento idraulico progettati per tempi di ritorno superiori si applica il principio dell'invarianza idraulica.

In questa maniera si limita e disconnette dal tempo di ritorno il contributo idraulico delle aree di progetto.

Il calcolo del volume da assegnare alla vasca di laminazione V , necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma è effettuato secondo il “metodo delle sole piogge” risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie S , al variare del tempo di pioggia t_p (espresso in ore), l’equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V = V_{IN} - V_{OUT}$$

V_{IN} è il volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere

$$V_{IN} = Q_i t$$

con

$$Q_i = i \phi S$$

e

$$i = a t^{n-1}$$

quindi

$$V_{IN} = \phi S a t^n$$

Dove ϕ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

Tale ipotesi è valida nell’ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all’inizio dell’evento piovoso.

V_{OUT} è il volume di pioggia in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo si può esprimere

$$V_{OUT} = Q_u t$$

La portata uscente Q_u viene in questo caso assunta pari a 10 l/s per ettaro di superficie drenata. Rappresentando l’andamento temporale dei volumi uscente ed entrante è quindi possibile individuare il volume di invaso che la vasca deve garantire (punto di massimo della curva $V_{in}-V_{out}$).

Si specifica che il metodo fornisce una valutazione del volume d’invaso della vasca sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si vuole in uscita alla vasca. Con questo metodo viene completamente trascurata (a vantaggio di sicurezza), a eccezione delle sole perdite idrologiche, la trasformazione afflussi-deflussi che si realizza nel bacino a monte della vasca.

Ogni vasca di laminazione sarà dotata di impianto di un impianto di sollevamento per il cui dimensionamento si rimanda agli elaborati specifici della specialistica Impianti Meccanici.

9.2.1 Vasca di laminazione ferroviaria

durata di pioggia h	Intensità di pioggia mm/h	Volume entrante (m ³)	Volume uscente (m ³)	Volume vasca (m ³)	Volume utile modulo (m)	N.ro moduli necessari
3.6	0.0214	705.78	118.97	587	28.2	20.81
						21

Tabella 11: dimensionamento vasca di laminazione

Il volume utile di ciascun modulo è stato calcolato considerando un tirante max in vasca che tiene conto del DN in ingresso, in questo caso DN1000.

	A verde	A rilevato	A imp
mq	0	0	10200
coeff.deflusso	0.30	0.40	0.90
Area ragguagliata	0	0	9180
		(x1.5)	

Curva di possibilità pluviometrica $Tr=100$ anni

a	mm*h ⁽⁻ⁿ⁾	61.997
n		0.168

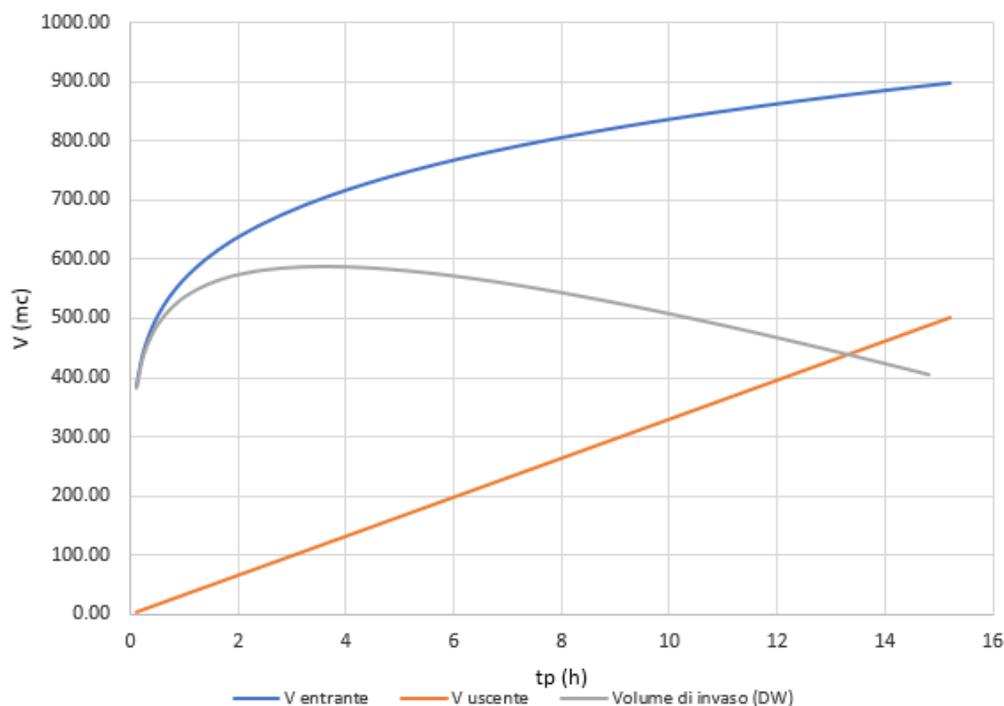


Figura 13: andamento teorico volumi vasca laminazione

9.2.1 Vasca di laminazione piazzale

durata di pioggia h	Intensità di pioggia mm/h	Volume entrante (m ³)	Volume uscente (m ³)	Volume vasca (m ³)	Volume utile modulo (m)	N.ro moduli necessari
2.8	0.0209	1483.83	255.59	1 228	37.3	32.93

Tabella 12: dimensionamento vasca di laminazione

Il volume utile di ciascun modulo è stato calcolato considerando un tirante max in vasca che tiene conto del DN in ingresso, in questo caso DN500.

	A verde	A rilevato	A pavimentata
mq	7240	0	25760
coeff.deflusso	0.30	0.40	0.90
Area ragguagliata	2172	0 (x1.5)	23184

Curva di possibilità pluviometrica Tr=25 anni

a	mm*h ⁽⁻ⁿ⁾	48.675
n		0.1789

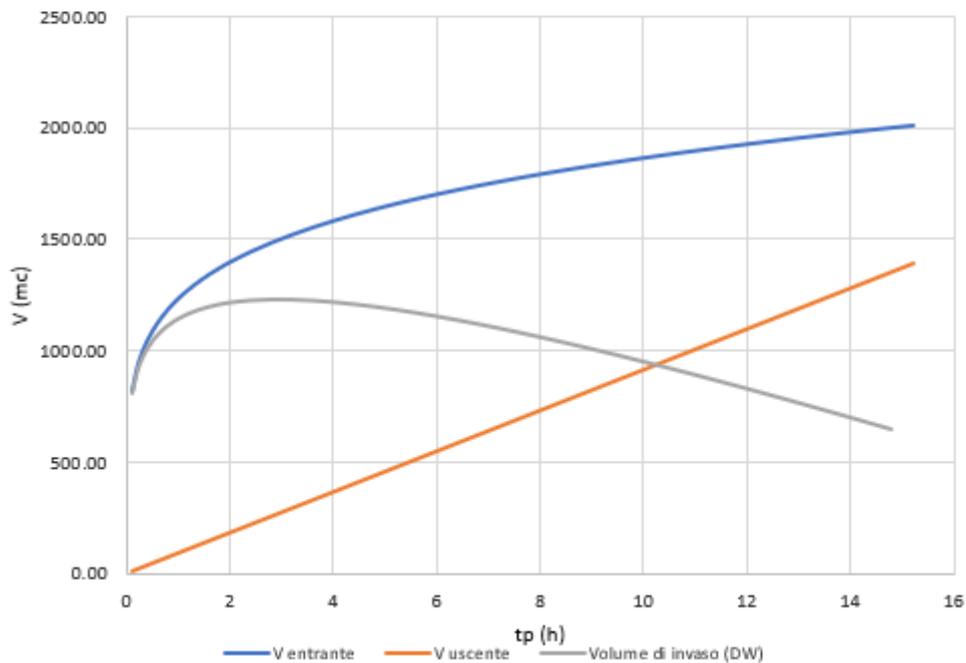


Figura 14: andamento teorico volumi vasca laminazione

9.2.2 Vasca di laminazione Viabilità

durata di pioggia h	Intensità di pioggia mm/h	Volume entrante (m ³)	Volume uscente (m ³)	Volume vasca (m ³)	Volume utile modulo (m)	N.ro moduli necessari
2.8	0.0209	410.81	70.76	340	34.9	10

Tabella 13: dimensionamento vasca di laminazione

Il volume utile di ciascun modulo è stato calcolato considerando un tirante max in vasca che tiene conto del DN in ingresso, in questo caso DN630.

	A verde	A rilevato	A pav.
mq	0	0	7800
coeff.deflusso	0.30	0.40	0.90
Area ragguagliata	0	0	7020

(x1.5)

Curva di possibilità pluviometrica Tr=25 anni

a	mm ² h ⁻ⁿ (-n)	48.675
n		0.1789

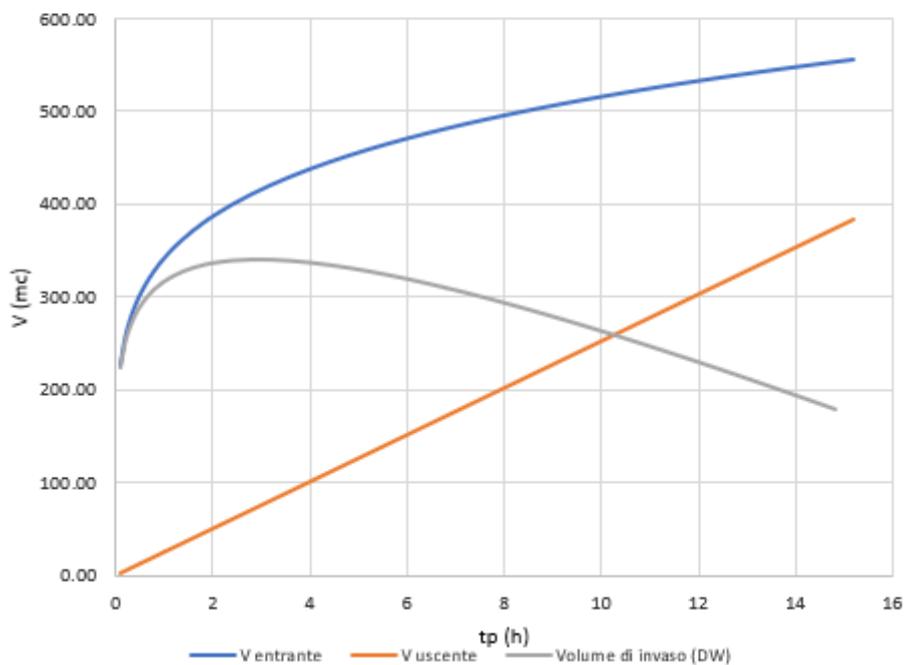


Figura 15: andamento teorico volumi vasca laminazione

10. SERBATOI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE

Nell'ambito del progetto di smaltimento delle acque meteoriche della Fermata di Foggia sono previsti interventi volti a soddisfare i cosiddetti Criteri Minimi Ambientali (CAM) in accordo con quanto indicato dalla specifica normativa.

In Italia, le normative di riferimento sono l'art. 18 della L. 221/2015 e l'art. 34 del D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017) recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale"; quest'ultima ne ha reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.

L'applicazione dei CAM è finalizzata a diffondere tecnologie e prodotti volti a ridurre gli impatti sull'ambiente delle opere in progetto promuovendo modelli più sostenibili.

Tra i temi oggetto della normativa CAM per "l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" (approvato con DM 11 ottobre 2017) vi è il risparmio idrico. In particolare, come esplicitato al punto 2.3.4 Risparmio idrico del DM. 11 Ottobre 2017, per gli interventi di nuova costruzione occorre prevedere: "la raccolta delle acque piovane per uso irriguo e/o per gli scarichi sanitari, attuata con impianti realizzati secondo la norma UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione» e la norma UNI EN 805 «Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici» o norme equivalenti".

Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento devono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo o per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici.

Nel caso specifico della fermata in progetto si è previsto il riutilizzo delle acque di copertura delle pensiline e delle acque delle rampe ciclopedonali. Nell'immagine successiva si riporta a titolo esemplificativo l'area drenata delle pensiline, la rappresentazione delle aree delle rampe ciclopedonali (pari a 900 mq totali) viene invece omessa.

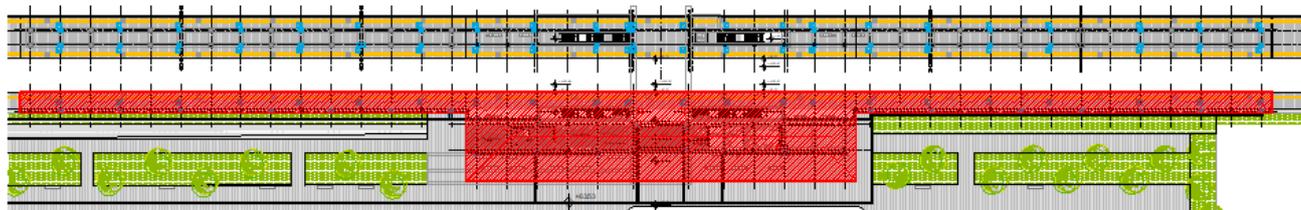


Figura 16: area pensiline per CAM (2100 mq)

Le acque raccolte saranno utilizzate sia a scopo irriguo che per l'alimentazione delle cassette di scarico dei WC presenti nei fabbricati in progetto.

10.1 Dimensionamento

La progettazione di un sistema di raccolta delle acque meteoriche consiste nella stima della quantità di acqua ottenibile in funzione delle superfici di raccolta a disposizione e del volume necessario a immagazzinarle, che dipende dalla distribuzione media delle piogge e dalle variazioni d'uso nei diversi periodi.

Facendo riferimento alla norma E DIN 1989-1: 2000-12, il dimensionamento delle vasche di accumulo delle acque piovane dipende sostanzialmente da due fattori:

- l'apporto netto d'acqua piovana, commisurato cioè all'intensità di precipitazione, alla superficie ricevente ed al coefficiente di deflusso;
- il fabbisogno d'acqua di servizio, in funzione della tipologia d'utenza, del numero degli utenti e della specificità dei servizi d'uso richiesti. La quantità di acqua piovana disponibile deve essere sfruttata il più possibile per ridurre al minimo l'integrazione con acqua potabile.

Tabella 14: Fabbisogno annuo di acqua per gli usi non potabili (Fanizzi, 2008)

Tipologia dello scarico	Fabbisogno idrico annuo (litri/anno · utente)
Tazza igienica domestica	8.760
Tazza igienica in uffici	4.380
Tazza igienica in scuole	2.190
Orinatoio	730
Lavatrice	3.650
Pulizie	730

Tabella 15: Fabbisogno annuo di acqua per l'irrigazione (Fanizzi, 2008)

Tipologia irrigazione	Fabbisogno idrico annuo (litri/anno · m ²)
Irrigazione orto	60
Impianti sportivi (periodo vegetativo)	200
Aree verdi con terreno leggero (giardino)	200
Aree verdi con terreno pesante	150

La massima quantità annua di acqua piovana teoricamente cumulabile viene calcolata secondo la formula:

$$V = \varphi \cdot S \cdot P \cdot \eta$$

dove:

- V: volume massimo di acqua piovana cumulabile [litri/anno];
- S: sommatoria delle superfici di raccolta delle precipitazioni, in proiezione orizzontale [mq];
- φ : coefficiente di deflusso [%];
- P: quantità annua delle precipitazioni [mm o litri/mq];
- η : efficacia del filtro [%] assunto pari a 0,95.

La stima dei volumi delle vasche di recupero è fatta assumendo il volume minimo tra fabbisogno e disponibilità idrica, moltiplicato (su base giornaliera) per il tempo secco medio T_{SM} :

$$V_{ACCUMULO} = T_{SM} \cdot \frac{\min(\text{Fabbisogno Idrico}; \text{Disponibilità Idrica})}{365}$$

dove:

$$T_{SM} = \frac{(365 - F)}{12}$$

Con:

- T_{SM} : tempo secco medio [d];
- F: frequenza di pioggia, rappresentata dal numero di giorni piovosi in un anno [d].

10.2 Risultati

La piovosità dell'area, espressa come spessore medio annuo di pioggia e come numero di giorni piovosi annui, è riassunta nella seguente tabella.

Pioggia media annua	m	0,4744
giorni piovosi medi annui	n	67

Tabella 16: piogge medie annue

Nei tabulati che seguono è possibile desumere le assunzioni di calcolo e i risultati ottenuti.

Disponibilità idrica	Idrologia		
	Pioggia media annua	<i>m</i>	0.4744
	giorni piovosi medi annui	<i>n</i>	67
	Superfici di raccolta utilizzabili		
	Area totale (pensiline+rampe)	<i>mq</i>	3000
	Coefficienti		
	coeff. medio afflusso coperture		0.9
	coefficiente efficienza filtri		0.95
	Volume max disponibile	<i>mc</i>	1217
	Fabbisogno	Riuso WC (cassette)	
passaggeri (utilizzatori) al giorno		<i>n.</i>	150
wc scarico (circa 15litri a scarico)		<i>l/anno</i>	821250
Fabbisogno servizi		<i>mc</i>	821.25
Riuso irriguo			
Fabbisogno idrico verde		<i>l/anno/mq</i>	200
Superficie verde da irrigare		<i>mq</i>	7240
Fabbisogno irriguo		<i>mc</i>	1448
Fabbisogno totale annuo		<i>mc</i>	2269
Volume accumulo		<i>mc</i>	83
Volume moduli	<i>mc</i>	105	
		moduli da mc	
Numero moduli	21	5	

Tabella 17: dimensionamento vasca di accumulo

Al fine di realizzare uno schema simmetrico, verranno messi in opera 6 moduli a fronte dei 5 necessari. Si prevede l'installazione di un pozzetto in uscita dall'impianto, avente funzione di by-pass verso la vasca di laminazione.

11. VASCA IMHOFF

La raccolta e lo smaltimento delle acque nere provenienti dallo scarico dei WC verrà effettuata per mezzo di una vasca Imhoff, la quale, mediante una tubazione in PEAD collegata a 2 pozzetti di cacciata, scaricherà all'interno di due trincee drenanti di lunghezza pari a 40 m cad.

I dispositivi di cacciata vengono posti in opera per consentire una dispersione ottimale del refluo nel terreno. Al loro interno è presente uno speciale sifone in grado di scaricare una considerevole quantità di liquame in un ristretto lasso di tempo e di distribuirlo in modo omogeneo per tutta la lunghezza della condotta disperdente.

Il dimensionamento della Vasca Imhoff è stato effettuato nel rispetto del Regolamento Regionale n.7 del 26 maggio 2016 n 7, considerando 40 abitanti equivalenti. Il volume richiesto dal Regolamento è riportato nella tabella che segue.

Principali elementi per il dimensionamento		
<i>N. utenti (AE)</i>	<i>Volume Sedimentazione (mc)</i>	<i>Volume Digestione (mc)</i>
<i>fino a 30</i>	1	4
<i>da 31 a 50</i>	2	6

Tabella 18: Volume Imhoff

La lunghezza delle trincee drenanti è stata determinata nel rispetto delle prescrizioni riportate nel Bollettino Ufficiale della Regione Puglia – n. 195 del 16-12-2011, considerando 2 m di trincea per ciascun abitante equivalente. Le ulteriori prescrizioni sulla trincea drenante e sulla relativa condotta disperdente sono riportate nella tabella che segue.

Principali elementi per il dimensionamento	
Trincea	profondità 600÷700 mm
	Larghezza ≥ 400 mm
Condotta disperdente (costituita da elementi tubolari)	Diam. = 100÷120mm
	L = 300 ÷ 500 mm x elemento
	Pendenza = 0.2 ÷ 0.5 %

Tabella 19: prescrizioni trincea drenante