

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO

TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

Idraulica di piattaforma stradale

Relazione idraulica drenaggio delle viabilità poderale IN19

SCALA:

-

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

NR1J 01 D 29 RI ID0002 019 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F. Serrau	06.2020	F. Asaponara	06.2020	T. Proietti	06.2020	F. Arduni	06.2020

ITALFERR S.p.A.  
Direzione Tecnica  
Infrastrutture Centro  
Dot. Ing. Fabrizio Arduni  
n. 16362 del 4

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 DOCUMENTI CORRELATI.....	4
2. ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGIE INTENSE.....	5
3. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA .....	6
3.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	6
3.2 DIMENSIONAMENTO DEI SINGOLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....	7
3.2.1 <i>Stima delle portate di piena</i> .....	7
3.2.3 <i>Collettori e fossi di guardia</i> .....	8
3.3 EMBRICI.....	9
3.4 INVARIANZA IDRAULICA.....	12
4. TABULATI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....	19

## 1. PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo del corpo stradale ferroviario, planimetrie di tracciato, inquadramento schematico delle opere lungo linea e relative sezioni tipologiche connesso alla realizzazione del raddoppio della ferrovia Roma - Viterbo nella tratta extraurbana tra la stazione di Cesano di Roma e la stazione di Vigna di Valle, da progr. Km 27+811 a progr. Km 39+280, con relativa eliminazione dei passaggi a livello (Figura 1.1).



**Figura 1.1 - Inquadramento planimetrico**

Il progetto nel suo complesso è volto a dotare la parte nord della Regione Lazio (Province di Roma e Viterbo) di una ferrovia con caratteristiche di linea metropolitana. Il bacino di utenza è caratterizzato dai residenti della parte nord-ovest del Comune di Roma (Località Cesano), e da una serie di comuni quali, Anguillara Sabazia, Bracciano, Manziana.

L'intervento prevede il raddoppio della linea per fasi, realizzando un primo nuovo binario alla distanza iniziale di 5,50 m dal binario attuale, prevedendo lo spostamento dell'esercizio su tale nuovo binario (futuro



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO**  
**TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

Relazione idraulica drenaggio delle viabilità  
poderale IN19

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 29 R I I D	0 00 02 019	A	4 di 19

binario dispari), il rifacimento della sede esistente (compreso il sub ballast) e la realizzazione del nuovo binario pari con interasse finale di 4,00 m.

I ponticelli e i tombini al di sotto del binario esistente, verranno demoliti e ricostruiti secondo la normativa ad oggi vigente e secondo il nuovo carico assiale e la velocità di progetto, garantendo lo stesso standard sia per il binario pari sia per il dispari; l'idraulica di piattaforma sarà predisposta anche sul lato binario esistente (futuro pari), attualmente assente.

Si prevede inoltre la soppressione di tutti i Passaggi a Livello ancora in esercizio lungo la tratta, e la realizzazione di opere viarie sostitutive per l'attraversamento della ferrovia mediante sovrappassi della linea ferroviaria (NV01, NV03 e NV04), oltre che l'adeguamento del sottovia già realizzato (NV05) per adeguarlo al raddoppio della linea e una nuova viabilità in località Anguillara Sabazia, a sud della ferrovia (NV08). Oltre a ciò, è prevista la realizzazione di un raccordo per la viabilità poderale, in corrispondenza del tombino IN19.

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio delle nuove viabilità in progetto.

La protezione delle viabilità dalle acque meteoriche zenitali e da quelle che nel naturale deflusso superficiale vengono ad interessare il corpo stradale richiede la realizzazione sistematica di manufatti di raccolta e convogliamento verso le canalizzazioni di smaltimento ai lati della viabilità di progetto.

In questa relazione vengono esposti i criteri che portano alla definizione degli eventi pluviometrici critici considerati per il dimensionamento dei manufatti e, successivamente, il dimensionamento idraulico degli stessi.

La progettazione è stata svolta sulla base del metodo di calcolo scelto per il dimensionamento del sistema di drenaggio e delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI in riferimento alla portata di progetto, le quali recano le seguenti disposizioni:

d) Rete smaltimento acque meteoriche nuova viabilità:

- nuova viabilità  $T_r = 25$  anni.
- Impianti di sollevamento  $T_r = 25$  anni.

La Normativa Regionale sull'Invarianza idraulica, rif. DGR n.117 del 24/03/2020 impone la verifica dei volumi di accumulo per invarianza idraulica con tempo di ritorno di 30 anni.

## 1.1 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti associati alla presente Relazione

- Sistemazione idraulica e adeguamento strada poderale IN19 - Planimetria, Profilo e Sezioni - Stato di fatto e di progetto - NR1J01D29LZIN190A001.

## 2. ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGIE INTENSE

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo cinematico, a partire dalle leggi statistiche di possibilità pluviometrica, relative ad un tempo di ritorno pari a 25 anni per la piattaforma stradale.

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti seguendo l'analisi riportata nella relazione idrologica annessa (NR1J00D29RIID0001001B), facente parte degli elaborati progettuali relativi al "Progetto definitivo – Raddoppio Cesano – Vigna di Valle".

Nel seguito vengono riportati i risultati dell'analisi idrologica utilizzati per i dimensionamenti e le verifiche riportate nella presente relazione.

Dall'analisi statistica dei parametri che definiscono l'intensità di precipitazione, mediati tra le due zone omogenee (A10 e B42) in cui ricadono gli interventi di progetto, si ottengono i seguenti parametri che definiscono l'intensità di precipitazione come:

$$i_t(T_r) = \frac{a_i(T_r)}{(b+t)^m}$$

<b>Tr – 25 anni</b>	
a	69.554
b	0.134
m	0.730

<b>Tr – 30 anni</b>	
a	73.043
b	0.134
m	0.730

Poiché la Normativa Regionale vigente sull'invarianza idraulica si riferisce a curve a due parametri, si è proceduto ad interpolare nel piano logaritmico i risultati prodotti dall'equazione sopra riportata per durate superiori all'ora. Questa interpolazione, che permette di non sovrastimare eccessivamente gli scrosci di pioggia, produce per un tempo di ritorno pari a 30 anni i parametri:

- $a = 66.63 \text{ mm/h}$
- $n = 0.457$

### 3. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

#### 3.1 Descrizione del sistema di drenaggio

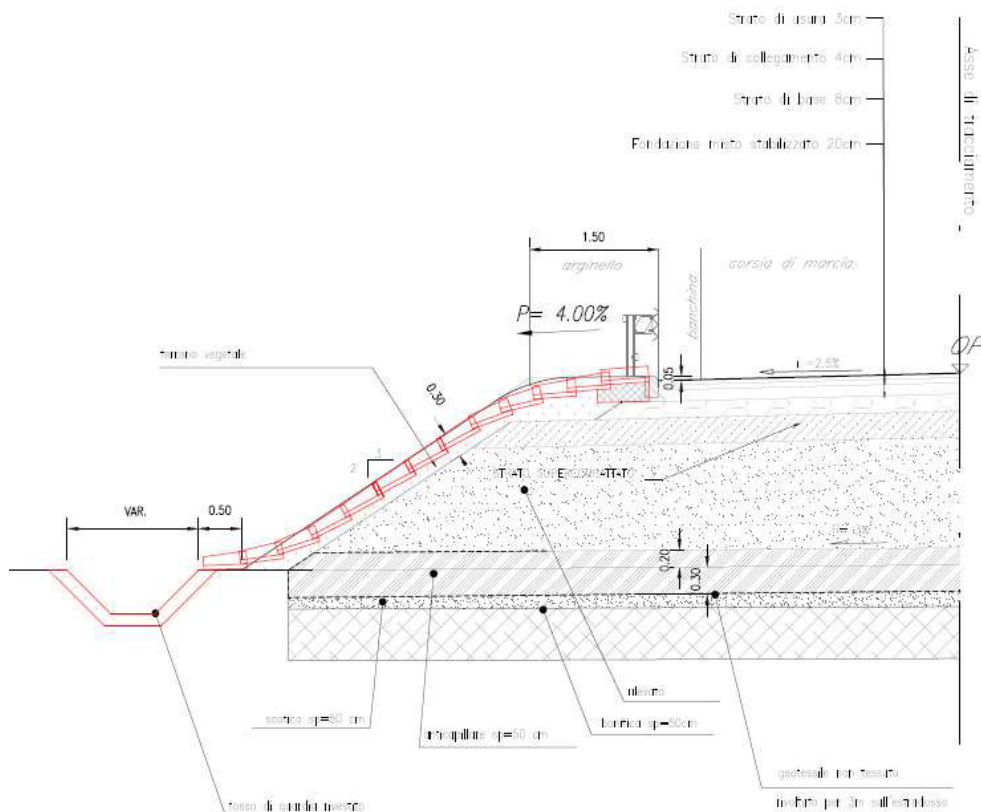
Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento di tali deflussi fino al recapito.

La viabilità di progetto è riconducibile alle seguenti tipologie:

- Viabilità in rilevato;
- Viabilità in trincea;
- Viabilità con drenaggio chiuso.

##### Viabilità in rilevato

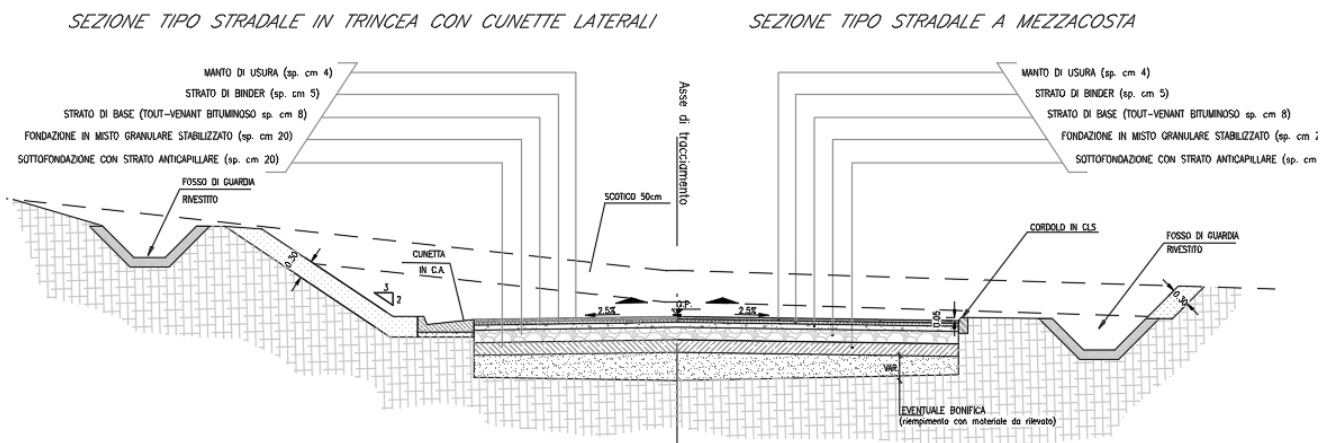
Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque defluenti dalla sede stradale prevede la raccolta ai margini della piattaforma sulla banchina; a determinati intervalli l'elemento marginale sarà interrotto e tramite l'utilizzo di embrici in CA le acque saranno convogliate all'interno dei fossi di guardia che si trovano ai piedi del rilevato. I fossi di guardia saranno rivestiti in cls (o in terra) aventi larghezza del fondo minima pari a 0.3 m e scarpa pari a 1:1 (o 3:2). Localmente le dimensioni di tali elementi potranno variare in base alla portata di progetto in arrivo.





### Viabilità in trincea

In questa circostanza, dove la trincea è bassa e per sezioni non continuative in maniera significativa, è stato predisposto un fosso rivestito ai lati della piattaforma stradale. Dove il tratto in trincea è caratterizzato da una maggiore continuità, il sistema di drenaggio è stato integrato da caditoie con collettori passanti.



## 3.2 Dimensionamento dei singoli elementi del sistema di drenaggio

### 3.2.1 Stima delle portate di piena

Le portate afferenti ai drenaggi di piattaforma sono state valutate con il metodo Razionale, che tiene conto dei fattori morfologici, pluviometrici e del tempo di corrivazione del bacino ( $T_c$ ), tramite la formula: nella quale:

$$Q = i \cdot S \cdot \bar{\varphi}$$

$Q$  = portata di massima piena [l/s]

$i$  = intensità di pioggia [mm/h] calcolata per  $T_r = 25$  anni in funzione del tempo di corrivazione caratteristico del tratto;

Per le opere di drenaggio a corredo del corpo stradale sono stati assunti cautelativamente i seguenti coefficienti di deflusso:

Ubicazione	Coefficiente
	<b>C</b>
Piattaforma ferroviaria	0.90
Scarpata in scavo	0.60
Rilevato ferroviario	0.60
Area esterna a verde	0.40

Il coefficiente di deflusso medio è stato definito con media pesata sulle aree coinvolte nel calcolo, secondo la seguente relazione:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_i \varphi_i \cdot S_i}{S_{tot}}$$

Usufruendo di un rilievo topografico è stato possibile definire le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

Negli elaborati specifici (Planimetria idraulica in scala 1 : 1'000) sono indicate le tipologie idrauliche con la loro ubicazione e dimensione.

### **Tempo di corrivazione**

Il tempo minimo di accesso alla rete drenante viene assunto pari a 5 minuti (0.083 ore), ad esso si aggiunge il tempo di percorrenza del flusso d'acqua di tutto il tratto a monte della zona considerata, in funzione della lunghezza (L) e della velocità media del flusso d'acqua (v) all'interno dell'opera di smaltimento in esame.

Il tempo totale di corrivazione è stato stimato mediante la seguente formulazione:

$$T_c = t_a + t_r = t_a + \frac{L}{v}$$

dove.

T<sub>c</sub> = tempo di corrivazione in secondi;

T<sub>a</sub> = tempo di accesso posto pari a 300 s (5');

L = lunghezza del tratto in esame in (m);

v = velocità (m/s) di percorrenza all'interno dell'elemento di smaltimento preso in esame.

### **3.2.3 Collettori e fossi di guardia**

I fossi di guardia posti ai piedi del rilevato o a monte della trincea (vedi Paragrafo 3.1) e le tubazioni di collettamento hanno funzione di intercettare le acque meteoriche e convogliarle al recapito prescelto, definito da incisioni della rete idrografica naturale o da opere idrauliche in progetto (ponti, viadotti e tombini).

I fossi di guardia previsti nel drenaggio delle viabilità in progetto sono rivestiti e non rivestiti, con scarpa delle sponde pari a 3/2 in entrambi i casi.

Per la verifica delle opere di drenaggio proposte sono stati calcolati i massimi livelli idrici in funzione delle portate afferenti, avvalendosi della formula di Manning-Strickler, secondo la quale, il flusso di moto uniforme in condizione di deflusso libero avviene correlando i seguenti elementi:

$$V = K_s \cdot R_i^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:



$V$  velocità media del flusso in [m/s];

$K_s$  coefficiente di scabrezza [ $m^{1/3}s^{-1}$ ];

$R$  raggio idraulico (rapporto tra luce idraulica ( $m^2$ ) e perimetro bagnato (m));

$i$  pendenza longitudinale del tratto (m/m).

Sono stati assunti coefficienti di scabrezza variabili in funzione del materiale di rivestimento. In particolare, per il calcestruzzo si è assunto  $K_s = 66.67 m^{1/3}/s$ , 30 per i fossi inerbiti, 80 per le condotte in PVC ed in acciaio.

Portata e velocità sono poi legate dalla seguente equazione di continuità:

$$Q = V \cdot A$$

dove:

$Q$  = portata in [ $m^3/s$ ];

$A$  = area liquida in [ $m^2$ ].

Per la verifica idraulica delle canalizzazioni si confronterà il massimo afflusso con la capacità di portata valutabile, con approssimazione accettabile, mediante la formula di Gauckler-Strickler sopra esposta.

### 3.3 Embrici

Le acque di piattaforma vengono convogliate, attraverso la pendenza trasversale attribuita alla piattaforma stradale, ai margini della carreggiata, dove trovano collocazione le opere di intercettazione, raccolta e scarico.

Per definire gli interassi massimi degli embrici per le viabilità in progetto, si è seguita la seguente metodologia:

L'interasse degli embrici è stato determinato verificando che l'acqua che si accumula lungo il ciglio stradale non debordi mai dalla banchina, fissata la larghezza di allagamento pari ad 1 m. La variabile che influenza il transito e l'evacuazione delle acque dalla banchina, e di conseguenza l'interasse degli embrici e degli eventuali pozzetti associati a ciascuno di essi, è principalmente la pendenza longitudinale dell'asse stradale in quanto tutte le altre caratteristiche geometriche rimangono identiche.

Le ipotesi poste a base del calcolo dell'interasse degli embrici dell'asse principale sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita dalla piattaforma stradale;
- banchina asfaltata ( $K_s=50 m^{1/3}/s$ ) che funge da cunetta di sezione triangolare;
- la pendenza trasversale della piattaforma stradale è 2.5%;
- embrici con larghezza di sfioro pari a 60 cm.

Con i dati sopra esposti è stata calcolata la lunghezza massima della banchina asfaltata in funzione della pendenza longitudinale dell'asse stradale ed è stata confrontata con la lunghezza di nastro asfaltato che genera la portata massima smaltibile da ciascun embrice.

La portata di deflusso è stata dapprima stimata applicando le medesime modalità già esplicate precedentemente.

Per determinare la portata che gli embrici le singole opere di intercettazione sono in grado di intercettare, è necessario determinare l'altezza della corrente in cunetta. Partendo dalla relazione di Gauckler-Strickler, per cunette che presentano la sponda esterna praticamente verticale, nell'ipotesi che il raggio idraulico si confonda con il tirante, la relazione base di Strickler può essere modificata ed invertita per determinare il tirante:

$$y = \left\{ \frac{S_c}{0.375 \cdot S_L^{0.50} K_s} \cdot Q_d \right\}^{3/8}$$

$S_c$ , pendenza trasversale della cunetta posta pari alla pendenza trasversale della strada (0.025);

$S_L$ , pendenza longitudinale della cunetta pari alla pendenza media longitudinale del piano stradale;

$K_s$ , coefficiente di scabrezza.

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante.

Per quanto riguarda la capacità di evacuazione degli embrici può essere stimata ipotizzando un funzionamento a soglia sfiorante di larghezza  $L$  e altezza d'acqua  $y$  secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot L \cdot y \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y}$$

dove  $g$  è l'accelerazione di gravità e il coefficiente  $c_q$  assume il valore 0.385 tipico dello stramazzo tipo Belanger.

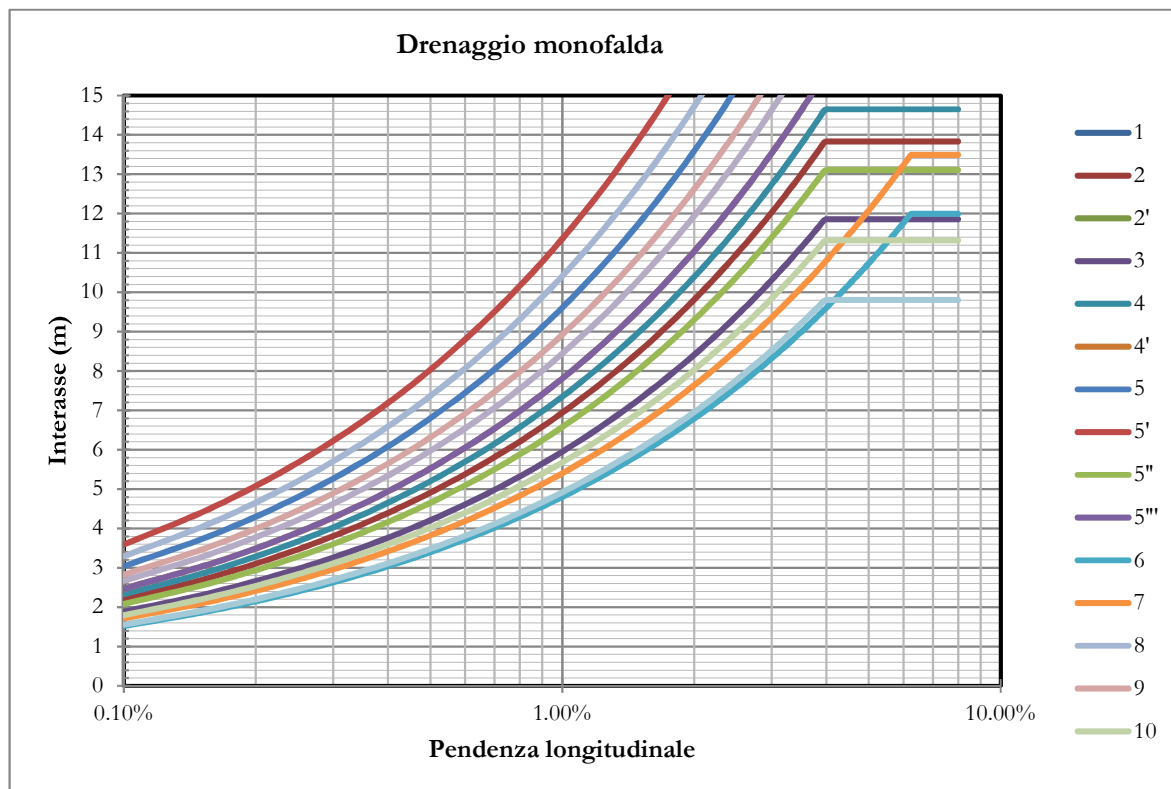
Si riportano di seguito le tabelle ed i grafici risultanti dal dimensionamento degli embrici al variare delle sezioni tipologiche:

Numero	Categoria	Pendenza	Larghezza	Larghezza	Larghezza	Larghezza
--------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Relazione idraulica drenaggio delle viabilità  
podereale IN19

COMMESSA NR1J    LOTTO 01    CODIFICA D 29 R I I D    DOCUMENTO 0 00 02 019    REV. A    FOGLIO 11 di 19

		trasversale	corsia di marcia [m]	banchina [m]	marciapiede [m]	totale [m]
1	F1	2.50%	3.5	1	1.5	9
<b>2</b>	<b>F1</b>	<b>2.50%</b>	<b>3.5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
2'	F1	2.50%	3.5	1	1.5	10.5
3	F1	2.50%	3.5	1	1.5	10.5
4	F2	2.50%	3.25	1	0	8.5
4'	F2	2.50%	3.25	0.5	0	8
<b>5</b>	<b>particolare</b>	<b>2.50%</b>	<b>2.75</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>	<b>6.5</b>
5'	particolare	2.50%	2.75	0	0	5.5
5"	particolare	2.50%	2.75	0.5	1.5	9.5
5'''	particolare	2.50%	2.75	0.5	1.5	8
6	rotatoria	2.00%	8	1	0	9
7	rotatoria	2.00%	7	1	0	8
8	particolare	2.50%	2.5	0.5	0	6
9	particolare	2.50%	3	0.5	0	7
10	E	2.50%	3.5	0.5	1.5	11
11	particolare	2.50%	3.2	0.5	.	7.4
12	viadotto	2.50%	3.5	1	1.85	12.7





**PROGETTO DEFINITIVO**  
**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO**  
**TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

Relazione idraulica drenaggio delle viabilità  
poderale IN19

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 29 R I I D	0 00 02 019	A	12 di 19

VIABILITA'	DRENAGGIO	ASSE	INTERASSE EMBRICI
NV19	Monofalda	1	10

### 3.4 Invarianza idraulica

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato nell'ottica di contenere il più possibile l'incremento dei deflussi meteorici superficiali dovuto all'impermeabilizzazione di ampie aree, ad oggi destinate a verde e/o coltivazione. Tale scelta, oltre ad essere in linea con le più recenti indicazioni locali e nazionali per la gestione del territorio e la il contenimento del rischio idro-geologico, risulta necessaria per l'incertezza legata alla capacità ricettiva dei recapiti disponibili nella aree adiacenti gli interventi.

Per garantire quindi una riduzione delle portate meteoriche, le reti di drenaggio saranno caratterizzate da una parta o dalla totalità dei collettori dimensionati non già per la capacità di convogliare le portate, ma quanto per la necessità di accumulare temporaneamente determinati volumi di acqua così da laminare i colmi di portata. In questa configurazione, i livelli nelle condotte saranno sostenuti da un apposito petto sfiorante dotato di una bocca tarata alla base.

La Normativa Regionale che disciplina quanto riportato fa riferimento all'allegato A alla Dgr. 37/2020.

Le trasformazioni dell'uso del suolo, a cui si farà esplicito riferimento, saranno quelle alle quali sarà imputabile una "non trascurabile" riduzione di permeabilità superficiale (classi di intervento), ovvero "un'apprezzabile" impermeabilizzazione potenziale, delle superfici interessate dalle trasformazioni medesime.

Le "soglie dimensionali", in ordine alle quali differenziare le varie classi di intervento a cui è eventualmente associabile un determinato grado di impermeabilizzazione delle superfici da esso interessate, sono definite, nella tabella seguente:

**Tabella I - classificazione degli interventi di trasformazione dell'uso del suolo ai fini dell'invarianza idraulica**

CLASSI DI INTERVENTO	SOGLIE DIMENSIONALI
1) <b>Trascurabile</b> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione <b>inferiore a 0,1 ha</b> (1.000 m <sup>2</sup> )
2) <b>Modesta</b> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione <b>maggiore di 0,1 ha</b> (1.000 m <sup>2</sup> ) ed <b>inferiore ad 1 ha</b> (10.000 m <sup>2</sup> )
3) <b>Significativa</b> impermeabilizzazione potenziale	- Intervento su superfici di estensione <b>maggiore di 1 ha</b> (10.000 m <sup>2</sup> ) ed <b>inferiore a 10 ha</b> (100.000 m <sup>2</sup> ); - Interventi su superfici di estensione <b>superiore a 10 ha</b> (100.000 m <sup>2</sup> ) con <b>Imp<sup>(*)</sup> &lt; 0,3</b>
4) <b>Marcata</b> impermeabilizzazione potenziale	Interventi su superfici di estensione <b>superiore a 10 ha</b> (100.000 m <sup>2</sup> ) con <b>Imp<sup>(*)</sup> &gt; 0,3</b>

Il volume minimo d'invaso atto a garantire l'invarianza idraulica, in termini di portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto di trasformazioni dell'uso del suolo (urbanistiche o di singolo intervento) e recapitate nei corpi idrici ricettori di valle, è stabilito dalla seguente espressione, ricavata dal "metodo dell'invaso":

$$w = w^{\circ} \times \left( \frac{\varphi}{\varphi^{\circ}} \right)^{\frac{1}{1-n}} - (15 \times I) - (w^{\circ} \times P) \quad [1]$$

nella quale:

- $w^{\circ} = 100 \div 150$  mc/ha : volume di riferimento da assumersi nei territori di "bonifica";
- $w^{\circ} = 50$  mc/ha: : volume di riferimento da assumersi nei territori "non impermeabilizzati in ambito urbano";
- $w^{\circ} = 15$  mc/ha: : volume di riferimento da assumersi nei territori "impermeabilizzati in ambito urbano";
- $\varphi$  : coefficiente di deflusso post trasformazione;
- $\varphi^{\circ}$  : coefficiente di deflusso ante trasformazione;
- $n = 0,48$  : esponente delle curve di probabilità pluviometrica [ $h = a \times t^n$ ] di durata inferiore all'ora, assunto nell'ipotesi che le percentuali di pioggia oraria, precipitata nei 5, 15 e 30 minuti, siano rispettivamente il 30%, il 60% e il 75% come risulta, orientativamente, da vari studi sperimentali <sup>2</sup>;
- $I$  : quota (%) dell'area oggetto d'intervento, interessata dalla trasformazione <sup>(\*)</sup>.  
*(\*) Tale quota è comprensiva anche delle aree che seppur non pavimentate (impermeabilizzate), a seguito della trasformazione, vengono, eventualmente, sistemate e/o regolarizzate;*
- $P$  : quota (%) dell'area oggetto d'intervento, non interessata dalla trasformazione <sup>(\*)</sup>, tale che [ $I + P = 100\%$ ].  
*(\*) Tale quota è rappresentata solo da quelle aree che non vengono sistemate e/o regolarizzate né sottoposte a qualsivoglia altro tipo di intervento, anche non impermeabilizzate;*

Il volume [w] misurato in [mc/ha] e ricavato applicando l'espressione [eq.], dovrà essere moltiplicato per l'area totale d'intervento [St] (superficie territoriale); questo a prescindere dalla quota [P] dell'area oggetto dell'intervento stesso, non interessata dalla trasformazione.

Per determinare i coefficienti  $\phi^{\circ}$  e  $\phi$  che compaiono all'interno dell'espressione [eq.], si dovrà far riferimento alle seguenti relazioni:

$$\phi^{\circ} = 0,9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0,2 \times \text{Per}^{\circ}$$

$$\phi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per}$$

nelle quali:

- $\text{Imp}^{\circ}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **prima** della trasformazione;
- $\text{Per}^{\circ}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi permeabile, **prima** della trasformazione;
- $\text{Imp}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **dopo** la trasformazione;
- $\text{Per}$  : quota parte dell'area totale da ritenersi permeabile, **dopo** la trasformazione.

Infine, richiamando quanto elencato nella Tabella 1, si stabilisce che, relativamente alle classi di intervento denominate “Significativa” e “Marcata”, è consentita l'adozione di un valore del parametro [n] anche diverso da quello indicato dalla normativa regionale, a condizione che tale valore derivi da uno specifico studio idrologico riferito al sito interessato dalla trasformazione dell'uso del suolo.

Alla luce di quanto sopra rappresentato e sempre richiamando quanto elencato nella Tabella del paragrafo precedente, si riportano i seguenti criteri:

a) nel caso di classe di intervento denominata: “Modesta impermeabilizzazione potenziale”, i volumi disponibili per la laminazione dovranno soddisfare i requisiti dimensionali di cui all'espressione [1] del paragrafo precedente, le luci di scarico dell'invaso (condotti o stramazzi) nel corpo idrico recettore di valle non dovranno superare le dimensioni di un tubo avente un diametro pari a 200 mm e i tiranti idrici consentiti nell'invaso dovranno essere tali da non risultare maggiori di 1,00 metro;

b) nel caso di classe di intervento denominata “Significativa impermeabilizzazione potenziale”, le luci di scarico e i tiranti idrici consentiti nell'invaso, dovranno essere tali da garantire che il valore della portata massima, defluente dall'area oggetto di trasformazione dell'uso del suolo, sia pari al valore assunto dalla

stessa precedentemente all'impermeabilizzazione dell'area medesima, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni.

Dunque nel caso di "Significativa impermeabilizzazione potenziale" i valori di portata massima scaricata ante-operam e post-operam sono stati calcolati con il metodo razionale.

La massima portata defluente nella sezione di recapito nella configurazione ante-operam è pari a:

$$Q_{A.O.} = \frac{\varphi_{A.O.} S h 10^4}{t 3600}$$

Dove:

- $Q_{A.O.}$  è la massima portata scaricata nella configurazione ante-operam in l/s;
- $\varphi_{A.O.}$  il coefficiente di deflusso ante-operam – calcolato come da linee guida;
- S la superficie di trasformazione in ha;
- H l'altezza di precipitazione in mm – calcolata per un tempo di ritorno di 30 anni e durata pari a 2 ore;
- t la durata della precipitazione – pari a 2 ore come da indicazione delle linee guida.

da cui si ricava il coefficiente udometrico ante-operam:

$$u_{A.O.} = \frac{Q_{A.O.}}{S} \left[ \frac{l}{s ha} \right]$$

Tali valori definiscono i limiti allo scarico nella configurazione post-operam.

Successivamente viene calcolato il volume massimo  $W_e$  generato dalla superficie di trasformazione nella configurazione di progetto:

$$W_e = \frac{h \varphi_{P.O.} S 10^4}{1000} \quad [m^3]$$

Dove  $\varphi_{P.O.}$  rappresenta il coefficiente di deflusso nella configurazione post-operam calcolato come da linee guida.

Imponendo come condizione limite che il coefficiente udometrico allo scarico nella configurazione di progetto sia minore-uguale all'ante-operam:  $u_{P.O.} \leq u_{A.O.}$ , è possibile stimare il massimo volume scaricato al ricettore come:

$$W_u = \frac{u_{P.O.} S}{1000 t 3600} \quad [m^3]$$

Infine è possibile stimare il volume da invasare come differenza:

$$W_i = W_e - W_u \quad [m^3]$$



Per garantire l'invaso dei volumi previsti da normativa ed assicurare contemporaneamente che la portata allo scarico nel corpo ricettore sia inferiore (o al massimo uguale) alla configurazione ante-operam si prevede la realizzazione di un manufatto limitatore di portata costituito da un setto di sfioro con luce tarata; il cui dimensionamento viene rimandato ai successivi paragrafi.

Nelle configurazioni di progetto verrà dimostrata l'assenza interventi classificati come Marcata impermeabilizzazione potenziale.

### Individuazione dei volumi di laminazione richiesti

Sulla base degli strumenti normativi precedentemente citati, è stato possibile ricavare il volume di laminazione richiesto per l'area in oggetto, suddivisa per recapito (rif. elaborato grafico drenaggio della viabilità).

#### Bilancio superfici

CODICE MANUFATTO	RECAPITO	Simp AO	Sperm AO	Simp PO	Sperm PO
		ha	ha	ha	ha
	NV19 - R1	0.000	0.061	0.025	0.035
IN19 - MC1+MC2	NV19 - R2	0.000	0.125	0.068	0.058

#### Calcolo classe di intervento e volumi richiesti

CODICE MANUFATTO	RECAPITO	Strasformazic	Imp AO	Per AO	$\varphi$	Imp PO	Per PO	$\varphi$	CLASSI DI INTERVENTO	$\omega$	Vmin INVARIANZA
		ha	%	%	%	%	%	%		m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup>
	IN19 - R1	0.061	0%	100.00%	0.20	41.64%	58.36%	0.49	1-TRASCURABILE	246.30	14.92
IN19 - MC1+MC2	IN19 - R2	0.125	0%	100.00%	0.20	54.06%	45.94%	0.58	2-MODESTA	354.35	44.38

### Verifica del manufatto di laminazione

Al fine di invasare volume all'interno delle depressioni verdi di progetto e mantenere alto il livello idrico, risulta necessario prevedere l'utilizzo di sistemi in grado di regolare le portate in uscita.

A tale scopo, prima del recapito è stato inserito, un manufatto dotato di una bocca tarata per il controllo delle portate. Il manufatto è composto da un muretto tracimabile con un setto centrale fatto con panconcelli amovibili e dotato di bocca tarata sul fondo.

Per il dimensionamento del foro si è considerato lo scarico funzionante come luce a battente, la portata effluente (espressa in m<sup>3</sup>/s) è data dalla relazione:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h_0} \quad (1)$$

dove  $C_q$  è il coefficiente di portata, dipendente dalla contrazione che la vena effluente subisce nell'attraversamento della bocca,  $A$  ( $m^2$ ) è l'area della luce,  $h_0$  (m) è il carico idraulico sulla bocca d'efflusso. Il valore del coefficiente di portata dipende dal valore del coefficiente di contrazione (nel caso specifico pari a 0,6), dalle dimensioni della luce (di altezza "a" e larghezza "b"), dal carico idraulico e dal tirante di valle (quindi dalle caratteristiche dello stesso efflusso, libero o rigurgitato), e può essere desunto dalla seguente figura.

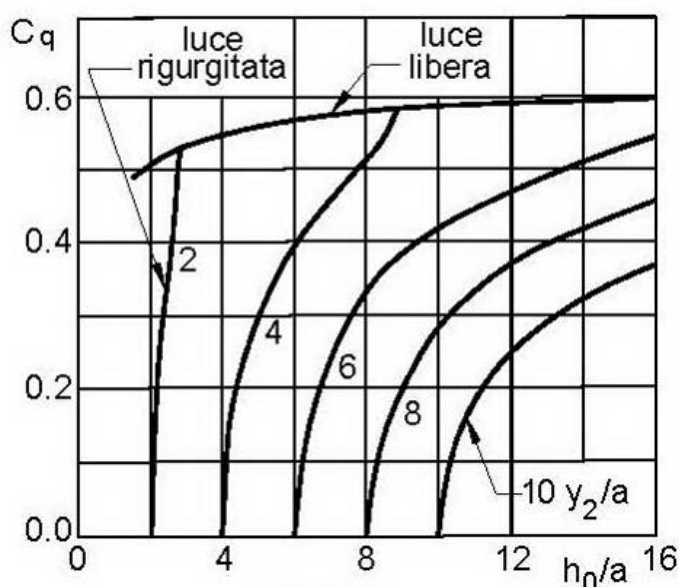


Figura 8 Coefficiente di portata per luce di fondo (Carlo Gregoretti – Idraulica –2008).

In caso di ostruzione del foro la portata in arrivo attraverserà il manufatto sfiorando la soglia. Per valutare la tracimazione dell'acqua in corrispondenza della soglia di sfioro si calcola l'efflusso a stramazzo con la formula

$$Q = L \cdot C_e \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (2)$$

dove la portata  $Q$  ( $m^3/s$ ), dipende dalla lunghezza  $L$  (m) della soglia sfiorante, dal coefficiente di deflusso  $C_e$ , che si approssima a 0.38, e dall'altezza idrometrica  $h$  (m) sulla soglia di sfioro essendo  $g$  ( $m/s^2$ ) l'accelerazione di gravità.

Considerate le ridotte dimensioni della luce di fondo, per evitare l'intasamento della stessa, è stato previsto il posizionamento di una griglia immediatamente a monte; tuttavia, si ritiene comunque indispensabile programmare un'opportuna attività di manutenzione periodica (ogni sei mesi o in concomitanza di eventi eccezionali) per rimuovere l'eventuale materiale depositato che potrebbe ostruire il foro o la stessa griglia. Nel

Relazione idraulica drenaggio delle viabilità  
 poderali IN19

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 29 R I I D	0 00 02 019	A	18 di 19

caso in cui la bocca tarata dovesse risultare occlusa, il petto sfiorante dovrà essere in grado di lasciar transitare la massima portata in arrivo dalla rete di drenaggio.

CODICE MANUFATTO	RECAPITO	Dimensionamento luce di fondo				Verifica dello sfioro in caso di occlusione della luce di fondo				
		Q.AO	petto sfioro	luce di fondo		Hmax, fosso	L sfioro	Qsfioro	hsfioro	franco
		l s <sup>-1</sup>	m	cm x cm		m	m	l/s	m	m
-	IN19 - R1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IN19 - MC1, MC2	IN19 - R2	3.18	0.40	10.00	5.00	0.50	1.30	44.01	0.07	0.03

Considerando i tiranti sostenuti dal manufatto e i volumi da ricavare, le depressioni verdi di progetto avranno un'area minima di:

CODICE MANUFATTO	RECAPITO	h tirante	A aggiuntiva	Note
		m	m <sup>2</sup>	
IN19 - MC1	IN19 - R2	0.200	108.481	pendenza media bacino al 2% con setto a 40cm, rigurgito 20 m
IN19 - MC2	IN19 - R2	0.400	54.240	setto a 40cm, fondo suborizzontale

\*fondo pseudo-orizzontale: pendenza minima del bacino pari a 0,2%

#### 4. TABULATI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Elemento di drenaggio	Progressiva		Dati di calcolo									
			S (m <sup>2</sup> )			∑ Stot (m <sup>2</sup> )	ø <sub>m,tot</sub>	L m	∑ L m	T <sub>c</sub> min	Deflusso unitario mm/ora	C l/s
			ø = 0,40	ø = 0,60	ø = 0,90							
monte	valle											
Poderale sud			0	540	240	780	0.69	54	54	6.8	192.9	28
								9	9	6.8	192.9	28
Poderale nord 1			0	285	285	570	0.75	57	57	7.2	188.8	22
								17	17	7.2	188.8	22
Poderale nord 2			0	540	240	780	0.69	40	40	6.0	200.6	30
								9	9	8.2	188.8	59