

INDICE

CAPITOLO I	2
PREMESSA.....	2
1 INQUADRAMENTO.....	2
CAPITOLO II.....	4
PROCEDURA VAPI.....	4
1 QUADRO IDROLOGICO.....	4
1.1 Applicazione della procedura VAPI.....	9
CAPITOLO III.....	16
SISTEMAZIONI IDRAULICHE DELLA PIATTAFORMA STRADALE.....	16
1 CURVE DI SOLLECITAZIONE METEORICA.....	16
2 DETERMINAZIONE DELLE MASSIME PORTATE	17
3 SCELTA DEI PUNTI DI RECAPITO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	18
4 DIMENSIONAMENTO DELLE CANALIZZAZIONI DI SCOLO	19
4.1 Condotta semicircolare	19
4.2 Condotta a sezione trapezia	20
4.3 Embrici.....	21
4.4 Tubazioni	23
4.5 Cunette grigliate tipo CB1	24
4.6 Cunette triangolari	24
4.7 Verifiche idrauliche delle canalette	25
4.8 Vasche di prima pioggia	31

CAPITOLO I

PREMESSA

1 INQUADRAMENTO

La presente relazione idrologico-idraulica si riferisce alla progettazione definitiva di un collegamento stradale ubicato nella provincia di Viterbo, in particolare nei territori dei Comuni di Bassano in Teverina e Soriano.

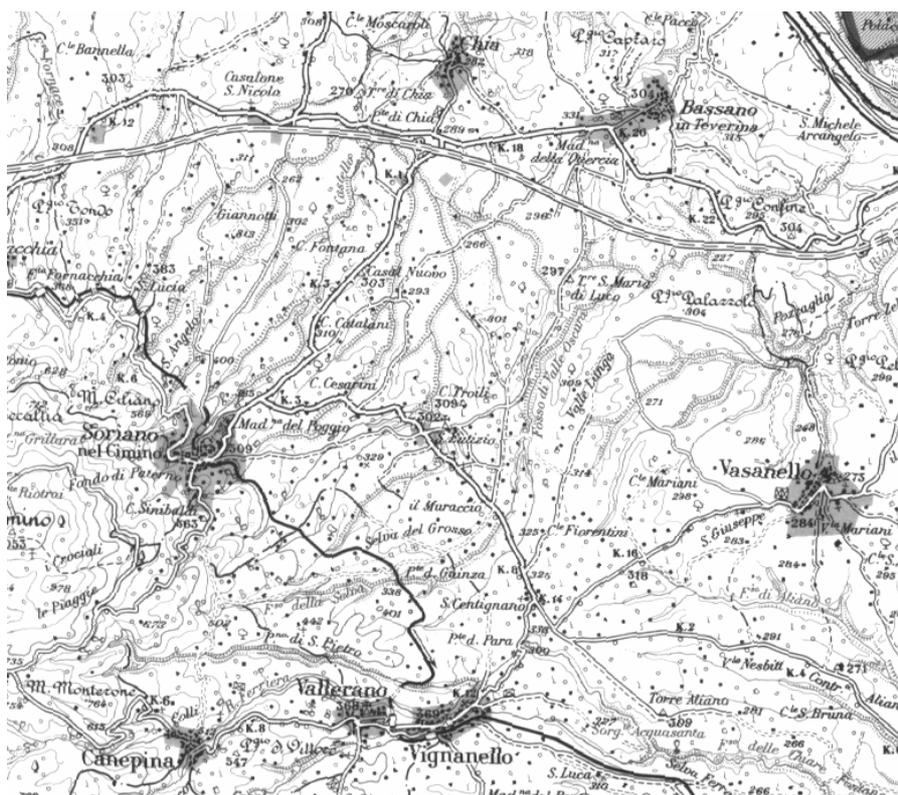


Figura I.1 – La zona dell'intervento

Più precisamente l'infrastruttura di progetto andrà a garantire un'adeguata accessibilità verso la S.S. Orte – Civitavecchia, per gli spostamenti con terminali in special modo nei comuni di Canepina, Vallerano e Vignanello che attualmente, date le caratteristiche alquanto obsolete delle infrastrutture

Progetto Definitivo

stradali presenti nella zona, si trovano a poter raggiungere tale infrastruttura primaria con notevole difficoltà.

Il progetto riguarda l'adeguamento funzionale dell'attuale strada comunale della Torre. Attualmente questa strada si presenta in parte sterrata ed in parte asfaltata, quindi destinata esclusivamente ad un traffico locale.

CAPITOLO II

PROCEDURA VAPI

1 QUADRO IDROLOGICO

Nella definizione del quadro idrologico di riferimento per il sistema di drenaggio della piattaforma stradale si è fatto riferimento al *Progetto VAPI*, e in particolare al rapporto sul *Compartimento di Roma e Pescara* a cura del Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tre.

Il progetto *VAPI* (Valutazione Piene) sviluppato dal *Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche* (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche [CNR, 1994] ha per obiettivo la valutazione delle piene dei corsi d'acqua italiani, basata su una regionalizzazione delle piogge intense eseguita seguendo una metodologia omogenea su tutto il territorio nazionale.

Secondo la procedura *VAPI*, la regionalizzazione delle piogge intense viene eseguita utilizzando come distribuzione di probabilità la legge *TCEV* (Two Component Extreme Value), avendo ipotizzato che i massimi annuali delle piogge intense di breve durata siano dovuti a due categorie di fenomeni: quelli che generano gli eventi ordinari, cui compete la maggior parte dei massimi annuali, e quelli, molto più rari, che generano eventi di assoluta eccezionalità, cui competono gli *out-liers*. In base a recenti acquisizioni della meteorologia mediterranea, questa distinzione troverebbe anche qualche giustificazione fisica nella natura dei fenomeni meteorologici che danno luogo ai diversi tipi di eventi. La componente bassa della *TCEV*, riferita agli eventi ordinari, è spesso indicata come *componente base*, mentre la componente alta riferita agli eventi straordinari, è indicata come *componente straordinaria*.

La legge *TCEV* è, dunque, la distribuzione del massimo valore X di una popolazione composta da due popolazioni distinte d'eventi indipendenti: una *componente inferiore* E_1 e una *componente superiore* E_2 , che si verificano entrambe secondo processi poissoniani di parametri λ_1 e λ_2 e i cui valori X_1 e X_2 sono distribuiti esponenzialmente con parametri θ_1 e θ_2 .

La probabilità cumulata *TCEV* si esprime:

Progetto Definitivo

$$P(x) = e^{-\Lambda_1} e^{-\binom{x}{\Theta_1}} - \Lambda_2 e^{-\binom{x}{\Theta_2}} \tag{1.1}$$

dove x è il generico valore della variabile X e $P(x)$ è la relativa probabilità cumulata.

I parametri della (1.1) sono:

$$\Lambda_1 = E(N_1)$$

$$\Lambda_2 = E(N_2)$$

dove N_1 e N_2 rappresentano il numero degli arrivi nel tempo unitario nei due processi poissoniani, e:

$$\Theta_1 = E(X_1)$$

$$\Theta_2 = E(X_2)$$

La (1.1) può essere scritta nella forma:

$$P(x) = e^{-\Lambda_1} e^{-\binom{x}{\Theta_1}} - \Lambda^* \Lambda_1^{1/\Theta^*} e^{-\binom{x}{\Theta^* \Theta_1}} \tag{1.1'}$$

avendo posto:

$$\Lambda^* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1^{1/\Theta^*}} \tag{1.2}$$

$$\Theta^* = \frac{\Theta_2}{\Theta_1} \tag{1.3}$$

Se la variabile X è distribuita secondo la TCEV:

- il *coefficiente di asimmetria* ξ dipende soltanto da Λ^* e Θ^* ,
- il *coefficiente di variazione* γ dipende da Λ^* , Θ^* e Λ_1 ,
- la *media* μ dipende da tutti e quattro i parametri Λ^* , Θ^* , Λ_1 e Θ_1 , e si esprime:

$$\mu = \left[\ln \Lambda_1 + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right] \Theta_1 = \beta \Theta_1 \tag{1.4}$$

La TCEV è generalmente espressa nella sua forma standardizzata:

$$P_X(x) = e^{-\Lambda_1 e^{-\frac{\beta}{\mu x}}} - \Lambda^* \Lambda_1^{1/\Theta^*} e^{-\frac{\beta}{\Theta^* \mu x}} \tag{1.5}$$

con ovvio significato dei simboli.

Secondo la procedura proposta da Versace e al. (1989) vengono considerati tre livelli di regionalizzazione, individuando:

- al primo livello *regioni omogenee* rispetto ai parametri Λ^* e Θ^* , da cui deriva l'omogeneità anche rispetto al *coefficiente di asimmetria*;
- al secondo livello *zone omogenee* anche rispetto al parametro Λ_1 , da cui deriva l'omogeneità anche rispetto al *coefficiente di variazione*;
- al terzo livello *sottozone omogenee* rispetto alla dipendenza del parametro Θ_1 - e quindi della

Progetto Definitivo

media - da alcune grandezze geografiche locali (quota, distanza dal mare, orientamento dei versanti).

Si procede come segue:

A al *primo livello di regionalizzazione*:

- in base ai valori dei coefficienti di asimmetria empirici, s'individuano, in prima approssimazione, delle regione omogenee;
- in ciascuna regione viene eseguita la stima dei parametri Λ_* e Θ_* con il metodo proposto da Fiorentino e Gabriele (1985), applicando il criterio della massima verosimiglianza a tutte le variabili che ricadono in essa;
- con la legge standardizzata (1.5) si determinano gli intervalli di confidenza, con livello di significatività α , del coefficiente di asimmetria, e si verifica se l'ipotesi di omogeneità è verificata, con quel livello di significatività, per le regioni individuate;
- se tale condizione non è soddisfatta, si modificano le regioni e si riprende la procedura;

B al *secondo livello di regionalizzazione*, avendo fissato i valori di Λ_* e Θ_* determinati al primo livello:

- in base ai valori dei coefficienti di variazione empirici, s'individuano, in prima approssimazione, delle zone omogenee;
- si stimano con il criterio della massima verosimiglianza i parametri $\Lambda_{I,i}$ relativi a ciascuna stazione;
- si determinano i coefficienti di variazione della componente base di ciascuna stazione tramite la:

$$\gamma_{I,i} = \frac{1,2825}{\ln \Lambda_{I,i} + 0,57722} \quad (1.6)$$

- in ciascuna zona omogenea si calcola il coefficiente di variazione della zona γ_I come media dei $\gamma_{I,i}$ relativi a quella zona;
- per ciascuna zona omogenea si calcola la stima di Λ_I introducendo γ_I nella (1.6);
- con la legge standardizzata (1.5) si determinano gli intervalli di confidenza, con livello di significatività α , del coefficiente di variazione, e si verifica se l'ipotesi di omogeneità è verificata, con quel livello di significatività, per le zone individuate;
- se questa condizione non è soddisfatta, si modificano le zone e si riprende la procedura;

C al *terzo livello di regionalizzazione*, avendo fissato i valori di Λ_* , Θ_* e Λ_I determinati ai precedenti livelli, per cui risulta fissato il parametro β dato dalla (1.4):

- s'individuano, in prima approssimazione, in base all'andamento della media con la quota z , le sottozone omogenee;
- s'interpolano gli andamenti di $\mu(z)$ con la legge prescelta, e si verifica l'adattamento;
- se l'adattamento non risulta soddisfacente, si modificano le sottozone e si riprende la procedura.

Progetto Definitivo

Per la regionalizzazione italiana si è utilizzato un criterio geografico, ed è sempre stato possibile conservare la continuità territoriale delle aree omogenee.

La distribuzione di probabilità del massimo giornaliero di pioggia h_d si scrive:

$$P(h_d) = e^{-\Lambda_I} e^{-\left(\frac{h_d}{\mu_{hd}}\right)^{\beta}} - \Lambda_* \Lambda_I^{1/\Theta_*} e^{-\left(\frac{h_d}{\Theta_* \mu_{hd}}\right)^{\beta}} \quad (1.7)$$

dove con μ_{hd} si è indicato il valore medio delle massime altezze giornaliere.

Sostituendo nella (1.7) il *coefficiente di crescita*:

$$k = \frac{h_d}{\mu_{hd}} \quad (1.8)$$

si ottiene:

$$P(k) = e^{-\Lambda_I} e^{-(k\beta)} - \Lambda_* \Lambda_I^{1/\Theta_*} e^{-\left(\frac{1}{\Theta_*} k\beta\right)} \quad (1.9)$$

che in forma implicita fornisce la *curva di crescita* $k(Tr)$ della variabile h_d , dove Tr è il tempo di ritorno di h_d :

$$T = \frac{1}{1 - P(k)} \quad (1.10)$$

Nella figura II.1.1 vengono indicati il tracciato stradale di progetto assieme ai limiti delle sottozone omogenee al terzo livello di regionalizzazione.

Progetto Definitivo

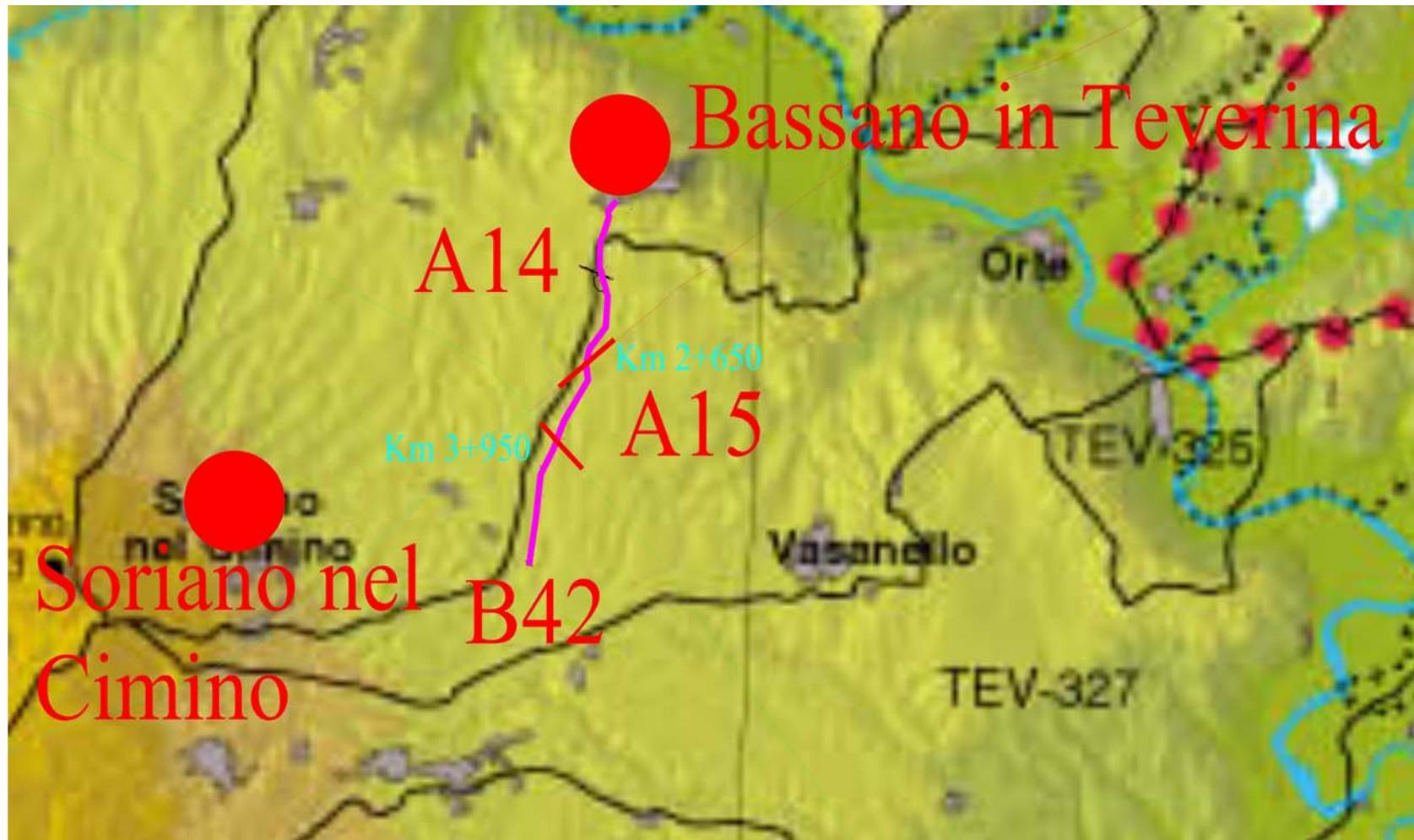


Figura II.1.1 – Limiti delle sottozone VAPI

1.1 APPLICAZIONE DELLA PROCEDURA VAPI

Nella *regionalizzazione VAPI dei Compartimenti di Roma e Pescara* gli autori del rapporto hanno scelto d'utilizzare la procedura standard.

Primo e secondo livello di regionalizzazione

Al primo e al secondo livello di regionalizzazione sono state identificate tre regioni coincidenti con le zone omogenee (di cui solamente due - zone *A* e *B* - interessano il tracciato stradale in progetto) in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente d'asimmetria può essere accettata, indicate come:

- *zona A (Tirrenica)*, che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- *zona B (Appenninica)*, che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- *zona C (Adriatica)*, che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

I parametri A^* e Θ^* , determinati al primo livello di regionalizzazione per le due regioni d'interesse, sono indicati nella tabella II.1.1.1.

Tabella II.1.1.1 - Parametri del primo livello di regionalizzazione

regione	A^*	Θ^*
<i>A</i>	0,174	3,490
<i>B</i>	0,762	1,241

Il parametro A_l , determinato al secondo livello di regionalizzazione per le due zone d'interesse, e la corrispondente funzione β sono indicati nella tabella II.1.1.2.

Tabella II.1.1.2 - Parametri al secondo livello di regionalizzazione

regione	A_l	β
<i>A</i>	29,314	4,480
<i>B</i>	22,017	4,359

Terzo livello di regionalizzazione

Pioggia indice

Al terzo livello di regionalizzazione sono state individuate delle *sottozone omogenee* in cui è accettabile l'ipotesi che la media del massimo annuale dell'altezza giornaliera μ_{hd} , che prende il nome di *pioggia indice*, dipenda linearmente dalla sola quota z :

$$\mu_{hd} = cz + d \quad (1.11)$$

Delle sottozone omogenee individuate quelle che interessano il tracciato in esame sono 3, ed in particolare le zone A14, A15 e B42, in cui i parametri della regressione con la quota assumono i valori indicati nella tabella II.1.1.3.

Tabella II.1.1.3 - Terzo livello di regionalizzazione: parametri della regressione della media sulla quota

sottozona	c (mm/m)	d (mm)
A14	0,02517	62,33
A15	0,03647	68,78
B42	0,02237	71,20

Piogge di massima intensità e breve durata

Si è adottata la legge intensità-durata-frequenza (*IDF*) a tre parametri:

$$i_t(Tr) = \frac{a(Tr)}{(b+t)^m} \quad (1.12)$$

dove:

b è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t sia dal tempo di ritorno,

m è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata sia dal tempo di ritorno,

$a(Tr)$ è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

La (1.12) può essere messa nella forma:

$$i_t(Tr) = i_0(Tr) \left(\frac{b}{b+t} \right)^m$$

dove $i_0(Tr)$ è l'intensità istantanea con tempo di ritorno Tr . La *pioggia indice* è data dalla media di i_t , che risulta:

$$\mu_{it} = \mu_{i0} \left(\frac{b}{b+t} \right)^m \quad (1.12')$$

dove μ_{i0} è la media dell'intensità istantanea.

Progetto Definitivo

L'esponente m e il parametro di deformazione temporale b sono stati assunti indipendenti dal tempo di ritorno Tr , in modo da imporre il parallelismo sul piano logaritmico delle leggi *IDF* relative a diversi tempi di ritorno. Per ricavare tali parametri sono state fatte le seguenti ipotesi:

A su tutto il territorio considerato:

- a) l'intensità media di 24 ore μ_{i24} è proporzionale all'intensità media giornaliera μ_{id} :

$$\mu_{i24} = \delta \mu_{id} \quad (1.13)$$

dove il coefficiente di proporzionalità è assunto costante su tutto il territorio considerato, con valore $\delta = 1,15$;

- b) il rapporto tra l'intensità media della pioggia di 5' e quella della pioggia oraria è costante su tutta l'area esaminata, assunto pari al valore ottenuto dallo studio delle piogge intense della stazione pluviometrica di Roma (Macao):

$$r = \frac{\mu_{i5'}}{\mu_{i1}} = \left(\frac{b+1}{b+0,0833} \right)^m = 3,336$$

da cui si ricava per ciascuna zona omogenea il coefficiente di trasformazione temporale:

$$b = \frac{1-0,0833r^{1/m}}{r^{1/m}-1} \quad (1.14)$$

B sulle sottozone omogenee identificate per i massimi giornalieri dell'anno:

- c) l'intensità istantanea media μ_{i0} è dipendente dalla quota z secondo la relazione:

$$\frac{\mu_{i0}(z)}{\bar{\mu}_{i0}} = \frac{\mu_{hd}(z)}{\bar{\mu}_{hd}} \quad (1.15)$$

dove $\bar{\mu}_{i0}$ e $\bar{\mu}_{hd}$ sono la media sulla sottozona omogenea di μ_{i0} e μ_{hd} .

Da queste ipotesi si ricava per ciascuna sottozona omogenea l'esponente:

$$m = \frac{\ln\left(\frac{\bar{\mu}_{i0}}{\bar{\mu}_{i24}}\right)}{\ln\left[1 + \frac{24(r^{1/m}-1)}{1-0,0833r^{1/m}}\right]} \quad (1.16)$$

La distribuzione di probabilità dell'intensità di pioggia i_t di durata t , allora, si scrive:

$$P(i_t) = e^{-\Lambda_t} e^{-\left[\frac{i_t}{\mu_{i0}(z)} \beta\left(\frac{b+t}{b}\right)^m\right]} - \Lambda^* \Lambda_t^{1/\Theta^*} e^{-\left[\frac{i_t}{\Theta^* \mu_{i0}(z)} \beta\left(\frac{b+t}{b}\right)^m\right]} \quad (1.17)$$

dove con $\mu_{i0}(z)$ si è indicata l'intensità istantanea media della sottozona, dipendente dalla quota z :

$$\mu_{i0}(z) = \frac{\bar{\mu}_{i0}}{\bar{\mu}_{i24}} \delta \frac{(cz+d)}{24} \quad (1.18)$$

Sostituendo nella (1.17) il coefficiente di crescita:

Progetto Definitivo

$$k = \frac{i_t}{\mu_{i0}(z)} \left(\frac{b+t}{b} \right)^m$$

si ottiene di nuovo la (1.9).

Nelle sottozone d'interesse i valori dei parametri b , m e $\bar{\mu}_{i0}/\bar{\mu}_{i24}$ che compaiono nella (1.17) sono riportati nella tabella II.1.1.4.

Tabella II.1.1.4 - Regionalizzazione delle piogge intense: parametri nelle sottozone delle relazioni IDF

sottozona	b (h)	m	$\frac{\bar{\mu}_{i0}}{\bar{\mu}_{i24}}$
A14	0,1521	0,7586	46,732
A15	0,1326	0,7269	43,931
B42	0,1278	0,7190	43,294

Intensità di precipitazione

Nelle figure dalla II.1.1.1 e II.1.1.6 sono indicate per le tre sottozone omogenee le intensità di precipitazione rispettivamente per tempi superiori ed inferiori ad un'ora.

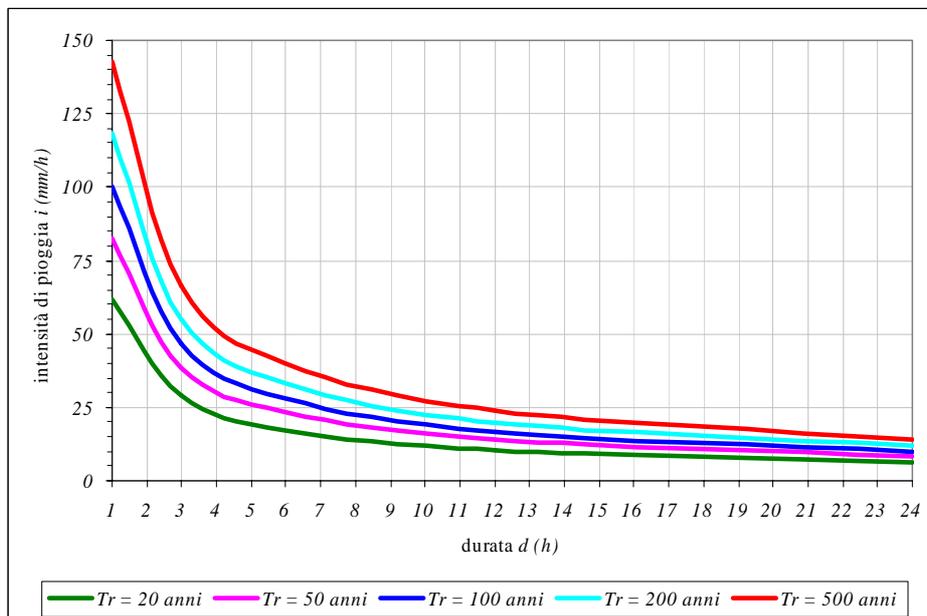


Figura II.1.1.1 – Intensità di pioggia per la sottozona A14 per tempi superiori ad un'ora

Progetto Definitivo

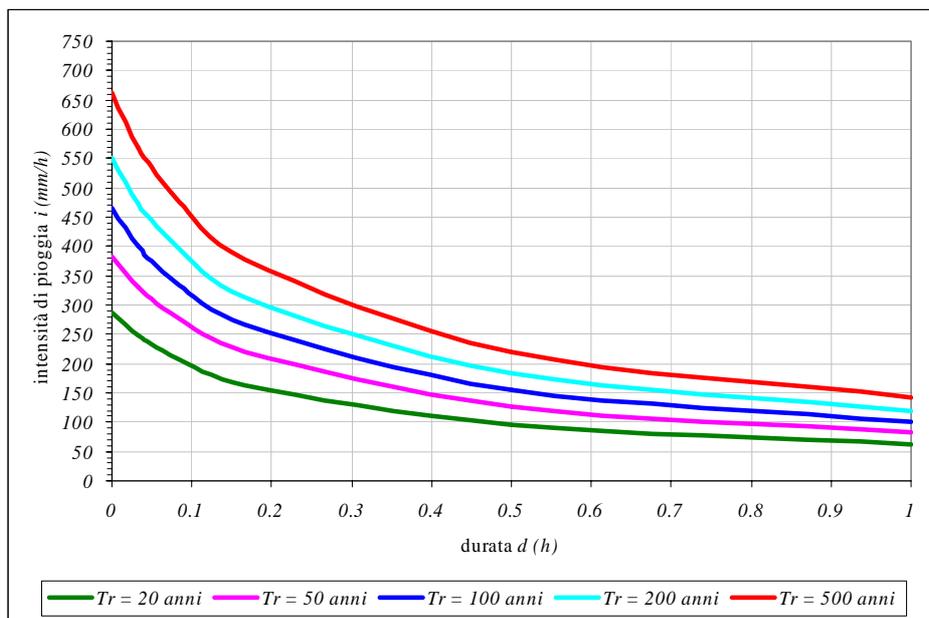


Figura II.1.1.2 – Intensità di pioggia per la sottozona A14 per tempi inferiori ad un'ora

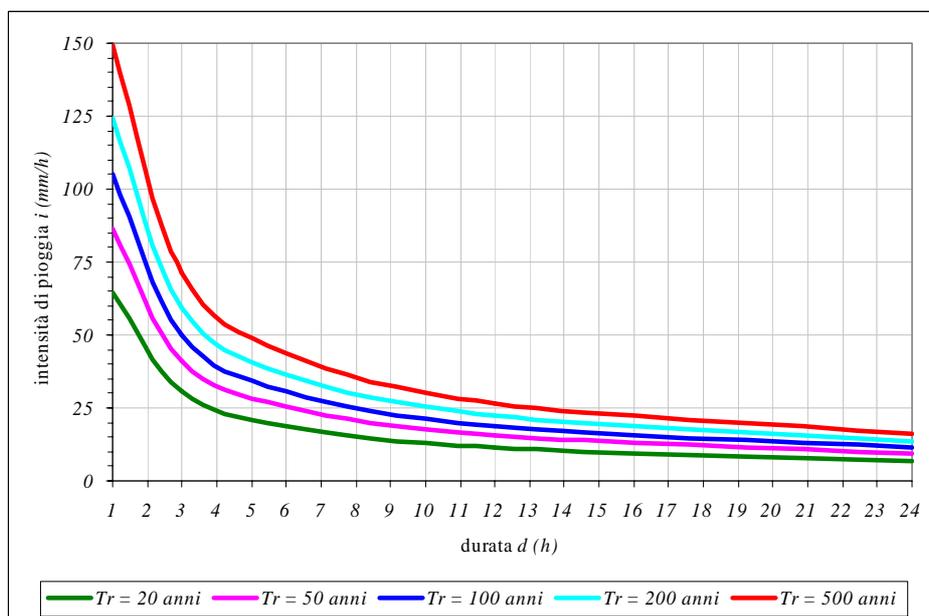


Figura II.1.1.3 – Intensità di pioggia per la sottozona A15 per tempi superiori ad un'ora

Progetto Definitivo

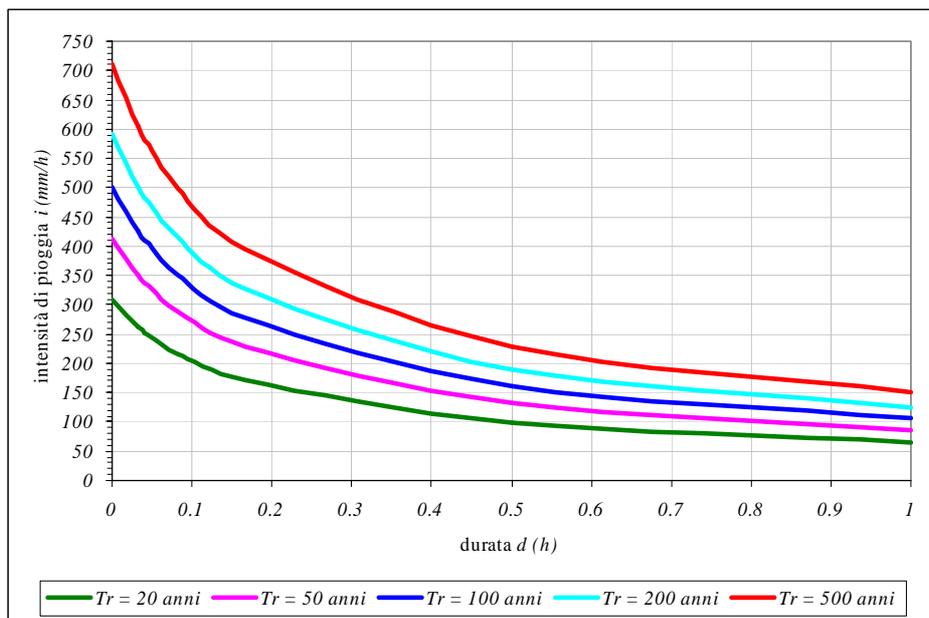


Figura II.1.1.4 – Intensità di pioggia per la sottozona A15 per tempi inferiori ad un'ora

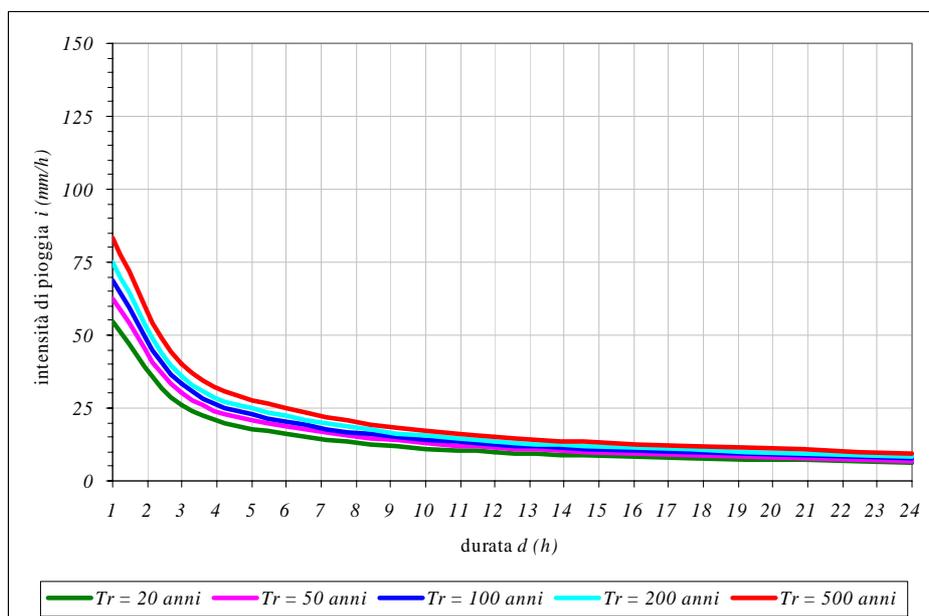


Figura II.1.1.5 – Intensità di pioggia per la sottozona B42 per tempi superiori ad un'ora

Progetto Definitivo

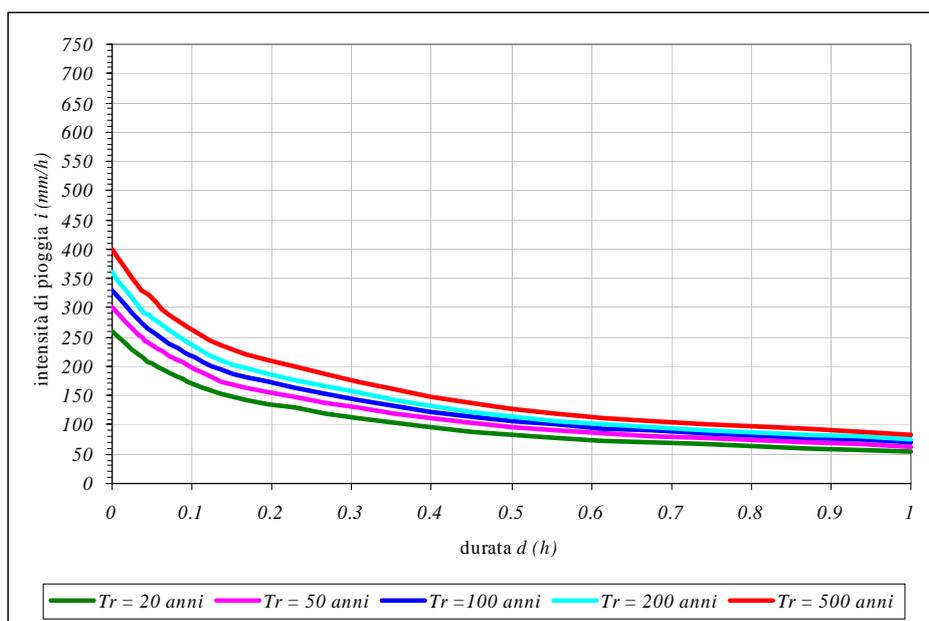


Figura II.1.1.6 – Intensità di pioggia per la sottozona B42 per tempi inferiori ad un'ora

CAPITOLO III

SISTEMAZIONI IDRAULICHE DELLA PIATTAFORMA STRADALE

1 CURVE DI SOLLECITAZIONE METEORICA

Per il dimensionamento delle opere per il drenaggio della piattaforma stradale si è assunto come tempo di ritorno $Tr = 20$ anni e come quota z la quota media del tratto stradale nella sottozona d'interesse che per tutte le sottozone è risultata essere 300 m s.l.m.

Per identificare in quale sottozona omogenea rientra il tratto stradale in esame, si può fare riferimento alla figura II.1.1.

Nelle figure III.1.1 e III.1.2 vengono rappresentate insieme le intensità di pioggia con $Tr = 20$ anni per le tre sottozone rispettivamente per tempi superiori ed inferiori ad un'ora.

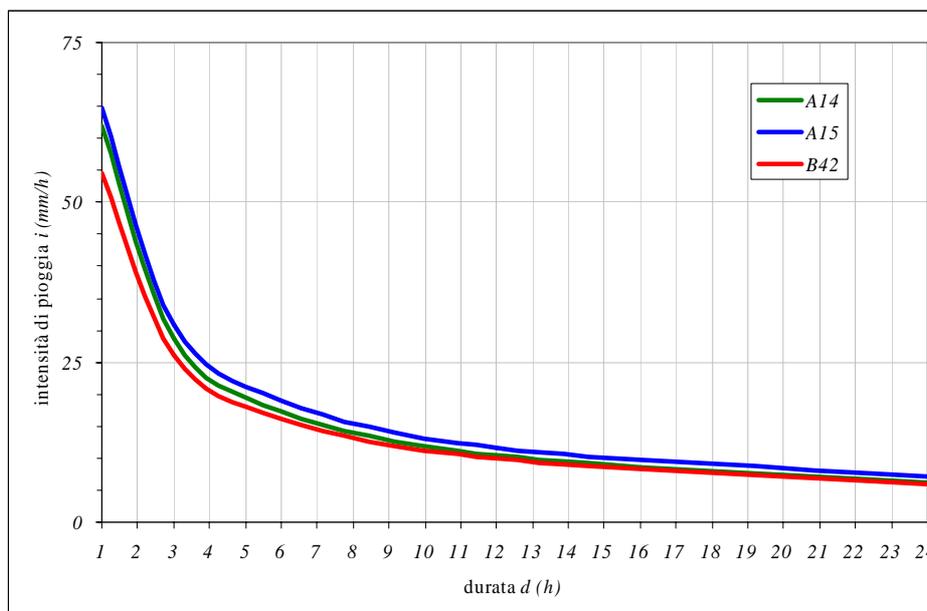


Figura III.1.1 – Intensità di pioggia per le tre sottozone omogenee per $Tr = 20$ anni per tempi superiori ad un'ora

Progetto Definitivo

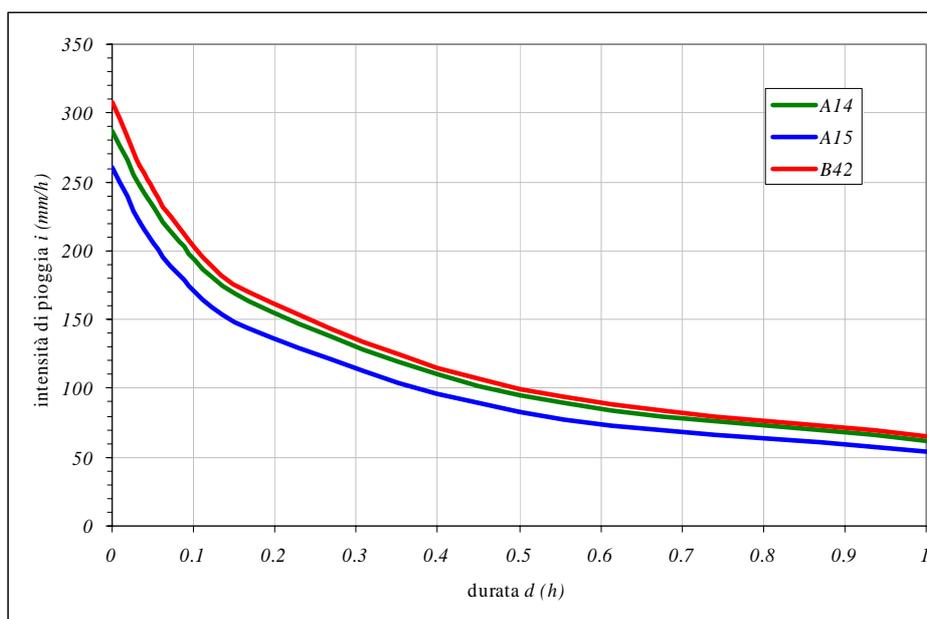


Figura III.1.2 – Intensità di pioggia per le tre sottozone omogenee per $Tr = 20$ anni per tempi inferiori ad un'ora

2 DETERMINAZIONE DELLE MASSIME PORTATE

Per la determinazione della massima portata si è ipotizzato, data la brevità dei tratti in esame, un tempo di corrivazione pari a 5 minuti. Le intensità di pioggia ottenute sono riportate nella tabella III.2.1.

Tabella III.2.1 – Intensità di pioggia con tempo di corrivazione di 5 minuti

sottozona	$i (5') [mm/h]$
A14	206,3
A15	216,2
B42	181,8

Nota l'intensità di pioggia si ricavano le portate di deflusso usando la formula razionale:

$$Q = 0,278 \Phi A i$$

dove:

Q = portata in m^3/s

A = superficie del bacino in km^2

Progetto Definitivo

i = intensità in mm/h

Φ = coefficiente di deflusso globale, definito dalla somma pesata sulle aree dei seguenti coefficienti

$\Phi_1 = 0,95$ per la superficie stradale pavimentata

$\Phi_2 = 0,15$ per il terreno naturale pianeggiante e di notevole permeabilità.

3 SCELTA DEI PUNTI DI RECAPITO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Per la scelta dei punti di recapito delle acque di piattaforma si è dovuto tenere conto di alcune problematiche idraulico-ambientali che vengono di seguito riportate:

- In corrispondenza del km 1+300 è situato un pozzo. Ciò implica che nel raggio di 200 m dal pozzo c'è una fascia protetta per evitare che le acque della falda si possano inquinare; in questa zona, quindi, è vietato scaricare acque di piattaforma. Nonostante in tale sede è stato previsto lo spostamento del pozzo, si sono comunque adottati provvedimenti in tale area a salvaguardare la stessa da possibili infiltrazioni inquinanti.
- Tra il km 2+600 ed il km 3+650 vi è un bosco di notevole rilevanza ambientale. Per evitare che l'acqua di piattaforma possa arrecare danni all'ambiente, si è scelto di utilizzare in questo tratto delle condotte chiuse.
- Infine lungo il lato est della strada sono situate due cave, ed in particolare la prima dal km 3+920 al km 4+380 e la seconda dal km 3+450 al km 3+650. Anche in questi tratti non si sono potuti sistemare canali di recapito delle acque.

Studiando il profilo stradale, la cartografia della zona e tenendo conto dei suddetti vincoli di natura ambientale si è infine deciso di realizzare lungo il tracciato cinque canali per portare l'acqua di piattaforma fino a dei fossi naturali. Questi sono il Fosso di Vallestrella, il Fosso delle Grattelle ed infine il Fosso delle Guinze.

4 DIMENSIONAMENTO DELLE CANALIZZAZIONI DI SCOLO

Vengono di seguito descritti i criteri ed i modelli matematici impiegati nella verifica e dimensionamento delle varie opere e canalizzazioni idrauliche che costituiscono il sistema di drenaggio della nuova arteria stradale. Tale sistema di drenaggio è finalizzato alla raccolta e all'allontanamento delle portate di pioggia originatesi dalla piattaforma stradale, nonché all'intercettazione e regimentazione delle acque di ruscellamento provenienti dalle superfici scolanti prossime alla nuova sede viaria. Il complesso delle canalizzazioni e opere di scolo, costituenti il reticolo di drenaggio in progetto, sono state dimensionate in modo da garantire il corretto allontanamento dalla piattaforma stradale delle acque meteoriche (dirette di precipitazione e di ruscellamento provenienti dalle superfici contigue al corpo stradale) anche in occasioni degli eventi di pioggia più intensi (precipitazioni intense e di breve durata), al fine di assicurare, anche in tali circostanze, sufficienti condizioni di sicurezza alla circolazione dei veicoli.

Per la raccolta delle acque di piattaforma si sono utilizzati vari tipi di canalizzazione che verranno descritti in seguito.

Per ogni tipologia si è calcolata la portata massima smaltibile in funzione della pendenza longitudinale della strada utilizzando la Formula di Chezy:

$$Q = \frac{1}{n} \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

avendo indicato con:

j = pendenza longitudinale della condotta

n = parametro di scabrezza di Manning = $0.015 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$

A = area bagnata [m^2]

C = contorno bagnato [m]

Ora vengono esaminate separatamente le diverse canalizzazioni adottate.

4.1 CONDOTTA SEMICIRCOLARE

Si è utilizzata una condotta semicircolare di diametro 600 mm.

Progetto Definitivo



Figura III.4.1 – Portata massima smaltibile in funzione della pendenza longitudinale

per condotta circolare $\Phi 600$

In figura III.4.1 è riportato l’andamento della portata massima smaltibile in funzione della pendenza longitudinale della condotta stessa.

Come si può notare le portate che possono transitare sono abbastanza modeste. Si è utilizzata questa condotta nei tratti iniziali, dove l’area drenata è ridotta.

Per questo tipo di canaletta si è accettato un riempimento totale.

4.2 CONDOTTA A SEZIONE TRAPEZIA

Nei tratti in cui la condotta a sezione circolare non era più sufficiente si è passato ad una condotta a sezione trapezia. Ne sono state utilizzate di due differenti dimensioni: la 50 x 50 e la 75 x 50. In figura III.4.2 sono riportate le dimensioni.

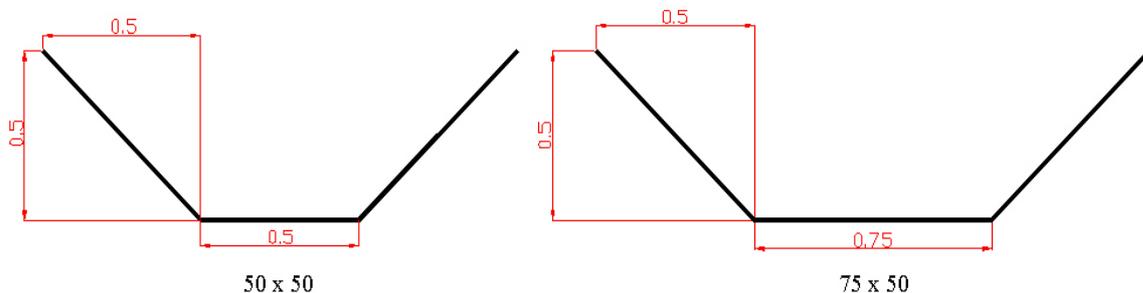


Figura III.4.2 – Dimensioni (espresse in metri) delle condotte a sezione trapezia

In figura III.4.3 sono riportati gli andamenti delle portate massime smaltibili dalle due condotte in funzione della loro pendenza longitudinale.

Progetto Definitivo

Anche per questo tipo di canaletta si è accettato un riempimento totale.

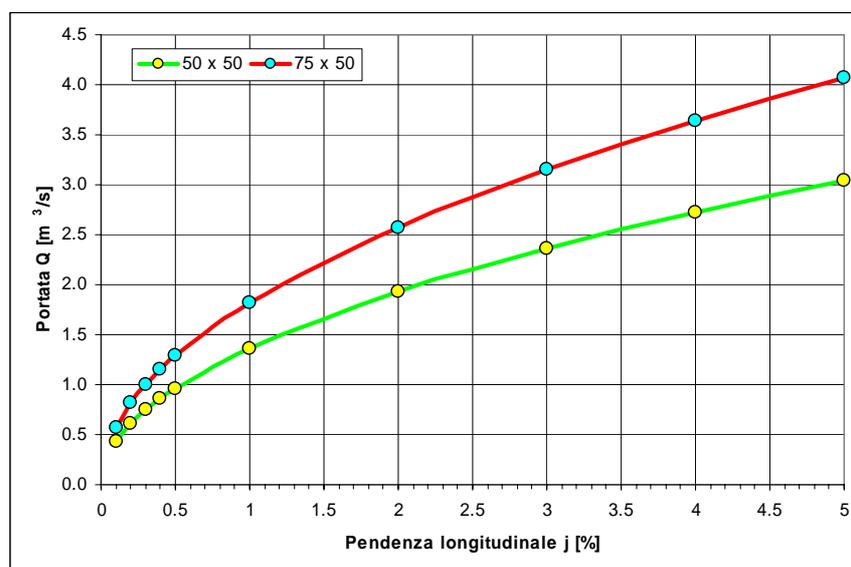


Figura III.4.3 – Portate massime smaltibili in funzione della pendenza longitudinale per sezioni trapezie

4.3 EMBRICI

Sulle scarpate dei rilevati delle rampe sono previste canalette di scarico, costituite da embrici, per l'allontanamento dalla sede stradale delle acque meteoriche che si raccolgono nella banchina limitata all'estremità esterna dall'arginello. Si realizza così un canale di bordo triangolare con una larghezza $B = 1$ m, avendo previsto una tale ampiezza massima d'impegno della banchina, e con un tirante d'acqua dipendente dalla pendenza trasversale p_t della carreggiata.

Detta p_t la pendenza trasversale, variabile tra 2.5% e 7.0%, si ha:

$$A = \text{area bagnata} = p_t B^2 / 2$$

$$C = \text{contorno bagnato} = B(1 + p_t)$$

$$R = \text{raggio idraulico} = A/C = \frac{B}{2} \cdot \frac{p_t}{1 + p_t}$$

La lunghezza massima dello sviluppo del tratto di canale realizzato con l'arginello, pari alla massima distanza consentita tra gli embrici su ciascun tratto, è dato dal rapporto tra portata massima smaltibile dal canale di bordo triangolare e il contributo di portata per metro lineare originantesi dal drenaggio della piattaforma stradale.

La verifica idraulica consiste quindi nel verificare che la massima distanza ammissibile tra gli embrici sia sempre superiore al passo adottato di progetto. L'interasse tra gli embrici, come quello dei bocchettoni previsti lungo il tratto in viadotto per il drenaggio dell'impalcato, risulta essere

Progetto Definitivo

funzione della larghezza della piattaforma stradale drenata, della sua pendenza trasversale e longitudinale.

Tabella III.2.2 – Scala di deflusso dell’embrice, in funzione della pendenza trasversale e longitudinale della carreggiata

Portata arginello in rilevato	P_t pend. trasv. piattaforma		0.025	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	
	B largh. banchina [m]		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	n coeff. scabrezza		0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	
	A area [m ²]		0.0125	0.0150	0.0200	0.0250	0.0300	0.0350	
	C contorno bagnato [m]		1.0250	1.0300	1.0400	1.0500	1.0600	1.0700	
	R raggio idraulico [m]		0.0122	0.0146	0.0192	0.0238	0.0283	0.0327	
	i pendenza ciglio	0.002	Q portata [l/s]	1.97	2.67	4.28	6.17	8.31	10.67
		0.003		2.42	3.27	5.24	7.56	10.17	13.07
		0.004		2.79	3.77	6.05	8.72	11.75	15.09
		0.010		4.42	5.96	9.57	13.79	18.57	23.87
		0.020		6.24	8.43	13.53	19.51	26.27	33.75
0.030		7.65		10.33	16.58	23.89	32.17	41.34	

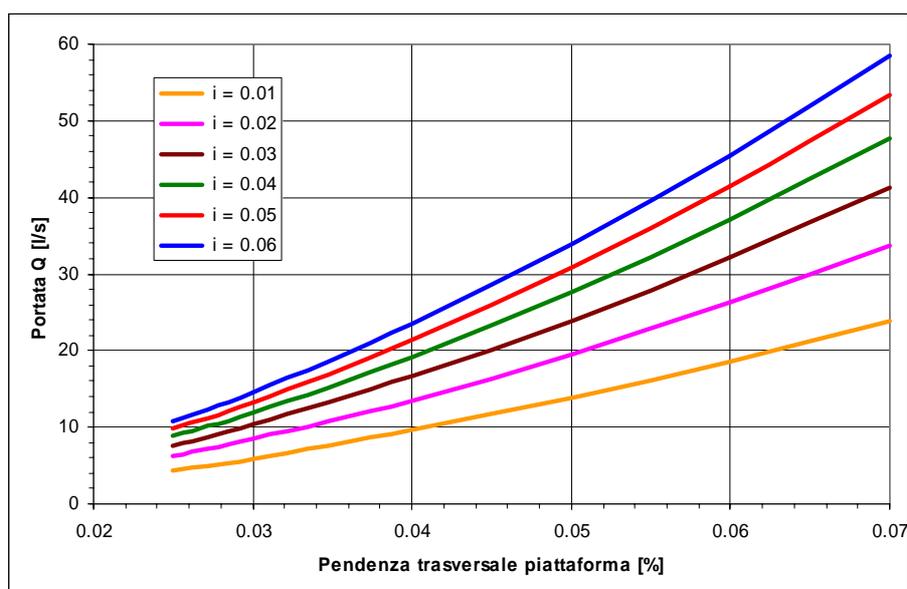


Figura III.4.4 – Scala di deflusso dell’embrice, in funzione della pendenza trasversale e longitudinale della carreggiata

4.4 TUBAZIONI

Le tubazioni sono state utilizzate per gli attraversamenti della carreggiata e nel tratto boschivo compreso tra il km 2+600 ed il km 3+700. In quest'ultimo caso si è utilizzato questo tipo di canaletta in modo da evitare possibili fonti di inquinamento per il bosco dovute alle acque di prima pioggia ed a sversamenti accidentali di sostanze inquinanti.

Per gli attraversamenti sotto la carreggiata si è utilizzato sempre il diametro $\Phi 800$, mentre nel tratto boschivo si sono anche utilizzati i diametri $\Phi 400$, $\Phi 500$ e $\Phi 600$.

Per calcolare la massima portata smaltibile in funzione della pendenza longitudinale, si è considerato un grado di riempimento massimo del 70 %, onde evitare che le condotte vadano in pressione.

Dove la strada viene interrotta dalla viabilità secondaria, l'acqua portata dalle canalette viene immessa in tubazioni $\Phi 800$.

In figura III.4.5 sono riportati gli andamenti delle portate massime smaltibili dai quattro tipi di tubazioni utilizzate in funzione della loro pendenza longitudinale.

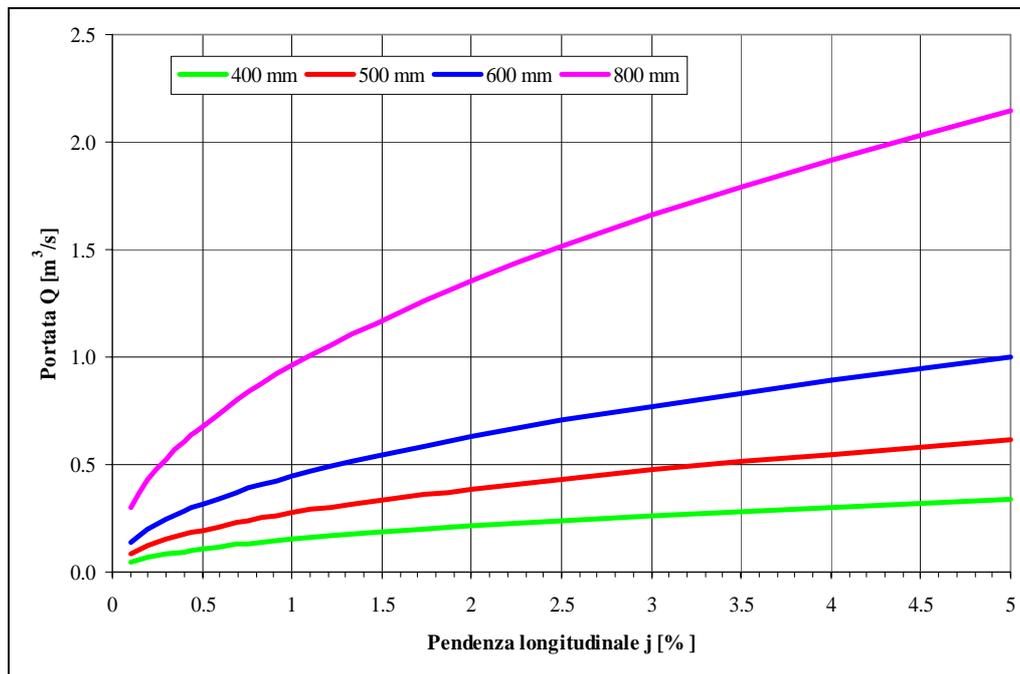


Figura III.4.5 – Portate massime smaltibili in funzione della pendenza longitudinale per tubazioni

4.5 CUNETTE GRIGLIATE TIPO CB1

Le cunette grigliate tipo CB1 sono previste nel tratto di strada che attraversa il bosco. Queste sono disposte al lato delle carreggiate e raccolgono la sola acqua che cade sulla piattaforma stradale. Questa viene poi indirizzata alla tubazione che passa al piede del rilevato tramite dei tombini.

In figura III.4.6 sono riportati gli andamenti delle portate massime smaltibili da questo tipo di cunetta.

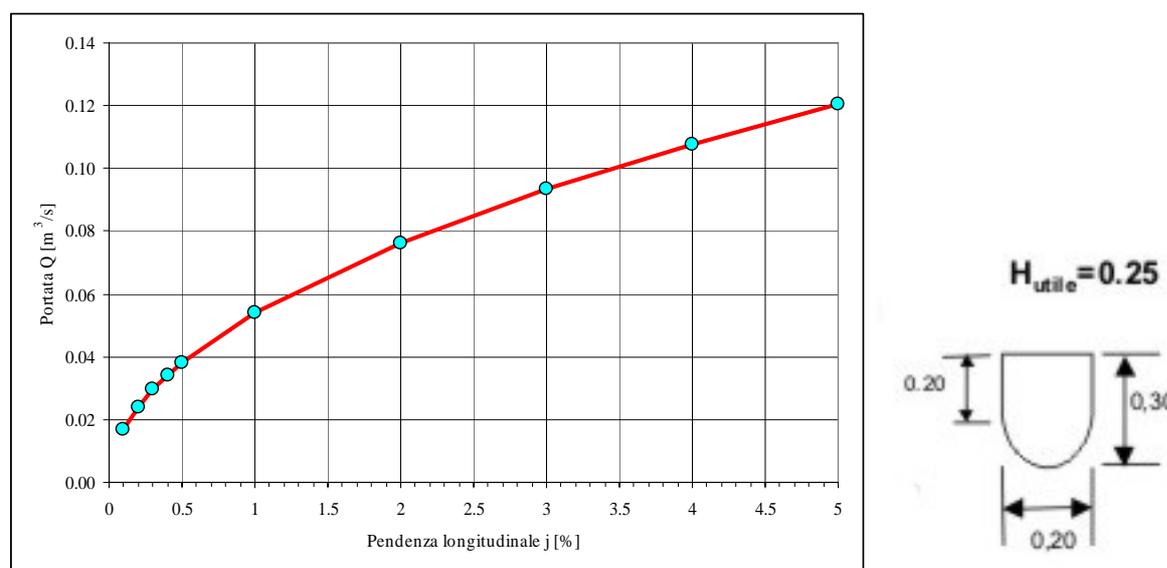


Figura III.4.6 – Portate massime smaltibili in funzione della pendenza longitudinale per cunetta grigliata CB1

4.6 CUNETTE TRIANGOLARI

Le cunette sono previste nei tratti in trincea della strada ed hanno le caratteristiche geometriche indicate nella sezione tipo. La loro funzione è quella di raccogliere oltre alle acque provenienti dalla piattaforma, anche quelle provenienti dalle scarpate.

In figura III.4.7 sono riportati gli andamenti delle portate massime smaltibili da questo tipo di cunetta.

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la cunetta non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere una caditoia, che consenta di deviare le acque della cunetta nel sottostante tubo collettore. Con questo procedimento si ricava l'interasse tra i pozzetti di raccolta posti lungo le cunette stesse. In ogni caso, per provvedere alla pulizia e manutenzione della tubazione tra due pozzetti contigui, tale interasse viene limitato a 50 m.

Progetto Definitivo

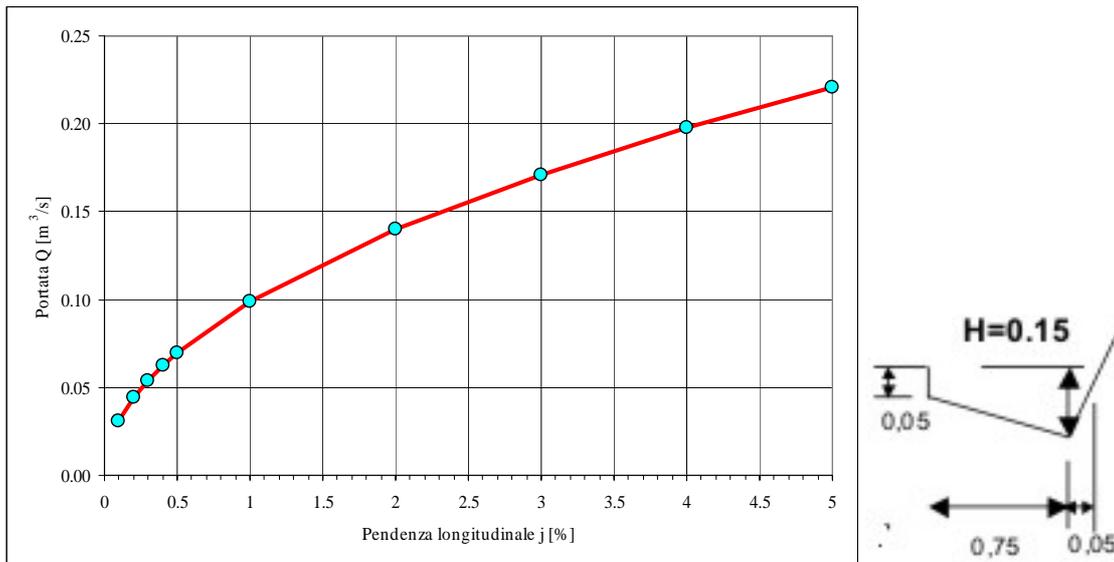


Figura III.4.7 – Portate massime smaltibili in funzione della pendenza longitudinale per cunetta triangolare

4.7 VERIFICHE IDRAULICHE DELLE CANALETTE

In questo paragrafo vengono riportati in forma di tabella tutti i dati caratteristici delle sezioni in cui è stata suddivisa la condotta per la raccolta dell'acqua di piattaforma. Per rendere la lettura delle tabelle più semplice, ad ogni tipologia di condotta è stato assegnato un codice numerico. Questo viene riportato in tabella III.2.3.

Nella tabelle III.2.4a-b-c-d sono riportate le caratteristiche salienti di ogni tratto di condotta o canaletta.

In figura III.4.8 sono riportati i codici con cui sono identificati i tratti dello svincolo col Raccordo Viterbo – Orte.

Tabella III.2.3 – Intensità di pioggia con tempo di corrvazione di 5 minuti

Codice condotta	Tipo di condotta
A	Canaletta semicircolare di diametro 600 mm
B	Cunetta triangolare 1 m
C	Canaletta sezione trapezia 50 x 50
D	Canaletta sezione trapezia 75 x 50
E	Tubo di diametro 400 mm
F	Tubo di diametro 500 mm
G	Tubo di diametro 600 mm
H	Tubo di diametro 800 mm

Progetto Definitivo

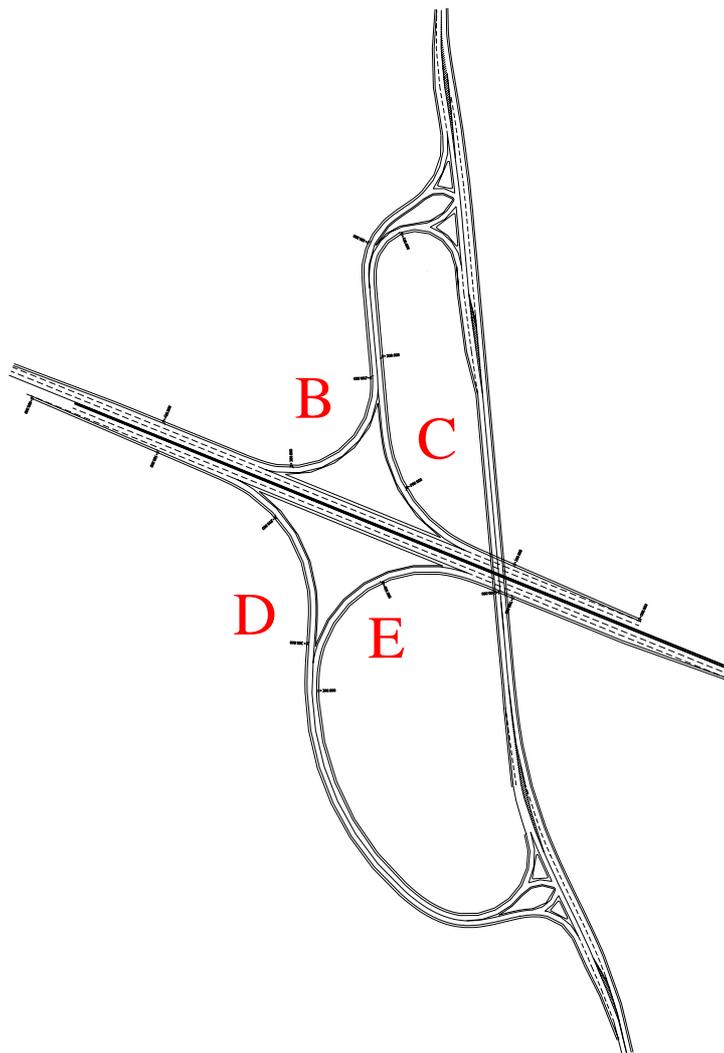


Figura III.4.8 – Svincolo col Raccordo Viterbo – Orte

" LAVORI DI COLLEGAMENTO CANEPINA - VALLERANO - VIGNANELLO CON LA ORTE - CIVITAVECCHIA "

Progetto Definitivo

Tabella III.2.4a – Caratteristiche dei tratti di condotta o canaletta

Num. tratto	km inizio	km fine	Lunghezza [m]	Posizione	Area strada [km²]	Area terreno [km²]	Q [m³/s]	j (%)	Condotta
0.1	0+000	0+075	75	ovest	0.356	0.200	0.02	3	B
1	0+000	0+600	600	ovest	1.473	4.500	0.12	3	A
1.1	0+325	0+600	275	ovest	1.306	0.688	0.08	3	B
Tubo 1.1	0+400	0+635	235	ovest	X	X	0.08	3	E
2	0+600	0+900	300	ovest	3.966	6.500	0.27	1.8	A
2.1	0+600	0+725	125	ovest	1.781	1.000	0.11	1.8	B
3	0+000	0+235	235	Svincolo B	4.798	7.440	0.33	2	A
3.1	0+175	0+300	125	Svincolo B	0.594	0.250	0.03	4	B
3.2	0+235	0+310	75	Svincolo B	4.798	8.440	0.33	6	A
4	0+900	1+175	275	ovest	1.449	2.475	0.10	1.6	A
5	0+456.77	0+175	281.77	Svincolo C	0.626	8.000	0.10	1.4	A
5.1	0+325	0+200	125	Svincolo C	0.594	0.500	0.04	3.8	B
6	0+175	0+150	25	Svincolo C	0.626	12.000	0.14	6.5	A
6.1	0+000	0+150	150	Svincolo C	4.038	6.475	0.28	0.5	C
6.2	0+200	0+150	50	Svincolo C	0.831	0.700	0.05	0.4	B
6.3	X	X	100	Svincoli C - B	6.445	21.175	0.53	0.3	C
7	0+310	0+385	75	Svincolo B	12.548	29.865	0.94	0.6	C
8	0+000	0+600	600	est	2.921	5.441	0.21	3	A
8.1	0+275	0+325	50	est	0.000	0.125	0.00	3	B
9	0+600	0+825	225	est	4.584	28.866	0.50	1.8	C
10	0+825	1+175	350	est	1.164	3.500	0.09	1.6	A
11	1+200	1+400	200	ovest	1.531	2.280	0.10	1.3	A
11.1	0+588.66	0+475	113.66	Svincolo E	1.080	0.000	0.06	0.5	A
11.2	0+400	0+475	75	Svincolo E	0.000	0.480	0.01	2.5	A
12	0+000	0+115	115	Svincolo E	2.077	6.280	0.17	3	A

" LAVORI DI COLLEGAMENTO CANEPINA - VALLERANO - VIGNANELLO CON LA ORTE - CIVITAVECCHIA "

Progetto Definitivo

Tabella III.2.4b – Caratteristiche dei tratti di condotta o canaletta

Num. tratto	km inizio	km fine	Lunghezza [m]	Posizione	Area strada [km²]	Area terreno [km²]	Q [m³/s]	j (%)	Condotta
12.1	0+200	0+115	85	Svincolo E	0.404	10.000	0.11	5	A
13	0+475	0+340	135	Svincolo E	0.641	0.520	0.04	0.5	B
14	0+400	0+280	120	Svincolo E	0.926	1.720	0.07	4	A
14.1	0+200	0+280	80	Svincolo E	0.380	10.000	0.11	2	A
15	0+240	0+175	65	Svincolo D	0.000	0.750	0.01	4.5	A
15.1	0+300	0+175	125	Svincolo D	0.594	1.250	0.04	0.5	B
15.2	0+175	0+115	60	Svincolo D	0.879	2.200	0.07	0.5	A
16	0+240	0+300	60	Svincolo D	0.000	1.500	0.01	4	A
16.1	0+300	0+360	60	Svincolo D	0.285	1.680	0.03	4	A
16.2	0+440	0+360	80	Svincolo D	0.380	0.240	0.02	2	A
17	0+440	0+535	95	Svincolo D	0.451	0.333	0.03	5	A
17.1	0+600	0+535	65	Svincolo D	0.309	0.455	0.02	0.6	A
17.2	0+645.7	0+600	45.7	Svincolo D	0.526	0.775	0.04	5	A
18	1+400	1+750	350	ovest	2.518	0.500	0.14	1.3	A
18.1	1+475	1+525	50	ovest	0.475	0.100	0.03	1.4	B
19	2+300	1+750	550	ovest	2.779	0.000	0.15	0.2	C
20	1+200	1+400	200	est	1.686	2.000	0.11	1.3	A
21	1+400	1+750	350	est	2.494	5.500	0.18	1.3	A
22	2+300	1+750	550	est	2.446	0.000	0.13	0.2	C
23	3+700	2+600	1100	ovest	0.000	11.000	0.10	0.5	A
24	3+700	3+510	190	est	1.520	0.000	0.09	0.5	E
25	3+510	3+390	120	ovest	0.475	0.000	0.03	0.5	E
26	2+600	2+300	300	ovest	0.000	14.000	0.13	1	A
27	3+700	2+600	1100	est	0.000	11.000	0.10	0.5	A
28	3+390	3+030	360	ovest	2.636	0.000	0.15	0.5	F

" LAVORI DI COLLEGAMENTO CANEPINA - VALLERANO - VIGNANELLO CON LA ORTE - CIVITAVECCHIA "

Progetto Definitivo

Tabella III.2.4c – Caratteristiche dei tratti di condotta o canaletta

Num. tratto	km inizio	km fine	Lunghezza [m]	Posizione	Area strada [km²]	Area terreno [km²]	Q [m³/s]	j (%)	Condotta
28.1	3+510	3+120	390	ovest	3.016	0.000	0.17	0.5	F
28.2	3+120	3+030	90	ovest	3.586	0.000	0.21	0.5	G
28.3	3+030	2+815	215	est	8.075	0.000	0.46	0.5	H
29	2+815	2+600	215	est	10.450	0.000	0.60	0.5	H
30	2+600	2+300	300	est	13.300	3.000	0.78	1	C
31	3+700	3+900	200	ovest	1.900	0.000	0.11	0.8	A
32	3+700	3+900	200	est	0.000	2.000	0.02	0.8	A
33	5+125	4+850	275	ovest	1.568	0.000	0.08	0.3	A
34	4+850	4+550	300	ovest	2.518	0.000	0.12	1	A
35	4+550	4+200	350	ovest	3.563	0.000	0.17	0.6	A
36	4+200	4+050	150	ovest	4.988	0.000	0.24	0.2	C
37	4+050	3+900	150	ovest	7.838	0.000	0.35	0.2	D
38	5+125	4+850	275	est	0.950	3.190	0.07	0.3	A
38.1	4+970	4+930	40	est	0.285	0.160	0.02	0.3	B
38.2	4+930	4+860	70	est	0.665	0.280	0.03	0.3	B
39	4+850	4+550	300	est	2.090	7.070	0.15	1	A
39.1	4+860	4+725	135	est	0.689	0.540	0.04	1	B
39.2	4+725	4+640	85	est	0.451	0.340	0.02	1	B
39.3	4+640	4+550	90	est	0.855	0.360	0.04	1	B
40	4+550	4+200	350	est	5.225	8.830	0.32	0.6	C
40.1	4+550	4+500	50	est	0.475	0.200	0.02	0.6	B
Tubo 40.1	4+550	4+500	50	est	X	X	0.04	0.6	E
40.2	4+500	4+450	50	est	0.475	0.200	0.02	0.6	B
Tubo 40.2	4+500	4+450	50	est	X	X	0.07	0.6	E
41	4+200	4+050	150	est	5.225	10.330	0.33	0.2	C

" LAVORI DI COLLEGAMENTO CANEPINA - VALLERANO - VIGNANELLO CON LA ORTE - CIVITAVECCHIA "

Progetto Definitivo

Tabella III.2.4d – Caratteristiche dei tratti di condotta o canaletta

Num. tratto	km inizio	km fine	Lunghezza [m]	Posizione	Area strada [km²]	Area terreno [km²]	Q [m³/s]	j (%)	Condotta
42	4+050	3+900	150	est	5.225	11.830	0.34	0.2	C
43	5+919.28	5+550	369.28	ovest	2.273	0.221	0.11	1	A
43.1	5+919.28	5+875	44.28	ovest	0.421	0.221	0.02	1	B
44	5+550	5+400	150	ovest	2.748	0.221	0.13	0.3	A
45	5+400	5+125	275	ovest	4.316	0.221	0.21	0.3	C
46	5+919.28	5+550	369.28	est	1.235	1.450	0.07	1	A
46.1	5+840	5+820	20	est	0.000	0.100	0.01	1	B
46.2	5+820	5+700	120	est	0.475	0.600	0.03	1	B
46.3	5+700	5+650	50	est	0.238	0.250	0.01	1	B
Tubo 46.3	5+700	5+650	50	est	X	X	0.03	1	E
46.4	5+650	5+600	50	est	0.238	0.250	0.01	1	B
Tubo 46.4	5+650	5+600	50	est	X	X	0.04	1	E
46.5	5+600	5+550	50	est	0.285	0.250	0.02	1	B
Tubo 46.5	5+600	5+550	50	est	X	X	0.05	1	E
47	5+550	5+250	300	est	2.185	1.800	0.12	0.3	A
47.1	5+550	5+430	70	est	0.665	0.350	0.04	0.3	B
48	5+250	5+125	125	est	3.230	1.800	0.17	0.3	C

Progetto Definitivo

Nella tabella III.2.5 sono invece riportate le caratteristiche degli attraversamenti della carreggiata.

Infine nella tabella III.2.6 sono riportate le caratteristiche delle canalette che portano l'acqua raccolta sulla piattaforma stradale ai punti di recapito finale.

Tabella III.2.5 – Caratteristiche degli attraversamenti di carreggiata

Numero	Progressiva [m]	Lunghezza [m]	Q [m ³ /s]	j (%)	Condotta
A1	0+150 svincolo C	15	0.46	0.3	H
A1.1	0+310 svincolo B	15	0.53	0.4	H
A2	0+115 svincolo E	10	0.28	0.3	H
A2.1	0+280 svincolo E	10	0.17	0.3	H
A2.2	0+175 svincolo D	10	0.06	0.3	H
A2.3	0+300 svincolo D	10	0.01	0.3	H
A3	1+750	10	0.29	0.3	H
A4	2+300	10	0.13	0.2	H
A5	3+900	10	0.49	0.3	H
A6	5+125	10	0.21	0.2	H

Tabella III.2.6 – Caratteristiche delle canalette di recapito finali

Numero	Progressiva [m]	Lunghezza [m]	Q [m ³ /s]	j (%)	Condotta
C1	0+825	276	0.50	0.2	C
C2	1+750	170	0.61	0.3	D
C3	2+300	75	0.90	1.0	H
C4	3+900	177	0.85	0.5	C
C5	5+125	250	0.38	0.2	C
C6	0+360 svincolo D	30	0.23	0.3	C
C7	0+535 svincolo D	50	0.34	0.3	C

4.8 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Per evitare che le acque di prima pioggia possano inquinare il tratto di bosco, si realizzano due vasche di prima pioggia per il trattamento dell'acqua portata dalle canalette C3 e C4.

Queste hanno come recapito finale il Fosso delle Grottele. La canaletta C4 vi si immette subito prima che quest'ultimo entri nel zona boschiva, mentre la canaletta C3 vi si immette subito a valle e deve trattare tutta l'acqua di piattaforma che viene raccolta dal tratto di strada che passa nel bosco.

La prima vasca è ubicata al km 2+300 e deve poter far fronte ad una portata di 0,75 m³/s, mentre la seconda si trova al km 3+900 e deve poter sopportare una portata massima di 0,81 m³/s.

Le acque di pioggia raccolte dalla sede stradale vengono convogliate dal sistema di drenaggio in progetto nei due punti di recapito terminali, muniti ciascuno di un impianto di trattamento delle

Progetto Definitivo

acque di dilavamento della piattaforma, prima del loro rilascio nel Fosso delle Grottelle. Le acque di dilavamento delle superfici pavimentate della nuova strada in progetto, in particolar modo le prime acque di pioggia, risultano inquinate da tutta una serie di componenti residui prodotti dalla circolazione dei veicoli (oli minerali, idrocarburi, morchie, polveri di usura di pneumatici e dell'impianto frenante, sabbia e terriccio) che si depositano sulla piattaforma stradale. Si prevede quindi di depurare le acque di pioggia della piattaforma stradale per mezzo di specifici impianti di trattamento di tipo modulare, costituiti da vasche in serie prefabbricate in c.a.v. da posizionare interrato, con funzione di dissabbiatore e disoleatore. Ciascun impianto sarà quindi costituito dai seguenti elementi modulari:

- vasca scolmatore;
- vasca dissabbiatore;
- pozzetto ripartitore;
- batteria di vasche disoleatore.

Ogni impianto ha una capacità limite di portata affluente che riesce a depurare, superata la quale i contributi di drenaggio ulteriori, convogliati all'impianto dal sistema di drenaggio a monte, vengono scolmati da un pozzetto scolmatore posto in testa all'impianto e avviati direttamente al ricevitore finale. Il dimensionamento volumetrico dei manufatti costituenti la singola installazione di trattamento (composta dai moduli (vasche) sopra elencati) è fatto in funzione dell'estensione della superficie pavimentata da drenare e dei valori dell'intensità di precipitazione di progetto.

Per il dimensionamento degli impianti di trattamento, previsti in corrispondenza dei punti di recapito del sistema di drenaggio in progetto nei ricevitori idraulici esistenti, si è fatto riferimento ad installazioni effettivamente presenti in commercio, dimensionate per coprire superfici pavimentate di dimensioni prestabilite e sulla base di tabelle tecniche per la stima dei valori di progetto dell'intensità di precipitazione.

Si è scelto il modello DD/PS 6 costituito da 6 vasche componenti ed in grado di trattare l'acqua drenata da 10000 m² di superficie pavimentata.

Gli impianti di trattamento previsti sono stati dimensionati con una capacità massima di portata in ingresso smaltibile dall'impianto che permette di trattare interamente il volume di acqua affluente all'impianto durante eventi di precipitazioni a carattere normale. Durante gli eventi di precipitazione intensi (con tempi di ritorno sino a 5 anni) tali impianti riescono comunque a trattare interamente il

Progetto Definitivo

volume di prima pioggia (corrispondente ai primi 5 mm caduti sulle aree della piattaforma stradale); per precipitazioni molto intense e meno frequenti (tempi di ritorno superiori ai 5 anni) una frazione limitata del volume di prima pioggia viene scolmato prima dell'ingresso all'impianto, quando la portata di afflusso supera la capacità ricettiva dell'impianto dissabiatore/disoleatore.