

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

POZZOLO SS211

INTERFERENZE LINEA AV (Fase provvisoria e Definitiva) NV24

Relazione idraulica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing.P.P.Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R I	N V 2 4 0 X	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	ALPINA <i>Adriano Fara</i>	27/09/2013	COCIV <i>[Signature]</i>	27/09/2013	A. Palomba <i>[Signature]</i>	30/09/2013	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-RI-NV24-0X-001-A00.DOCX
-----------	--

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 24</p>

INDICE

INDICE.....		3
1. PREMESSA.....		5
2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE		5
3. PLUVIOMETRIA		5
4. SISTEMA DI DRENAGGIO.....		6
4.1. Fase definitiva.....		7
4.1.1. Verifica della portata transitante nei fossi in terra		7
4.1.2. Calcolo delle portate meteoriche		9
4.1.3. Dimensionamento dei tombini idraulici		12
4.2. Fase Provvisoria		13
4.2.1. Verifica della portata transitante nei fossi in terra		13
4.2.3. Dimensionamento dei tombini idraulici		15
4.2.4. Dimensionamento dei fossi drenanti		15
5. ALLEGATO A – DIMENSIONAMENTO FOSSI A SCORRIMENTO IN CONFIGURAZIONE DEFINITIVA.....		19
6. ALLEGATO B – DIMENSIONAMENTO FOSSI A SCORRIMENTO IN CONFIGURAZIONE PROVVISORIA.....		21
7. ALLEGATO C – DIMENSIONAMENTO FOSSI A DISPERSIONE IN CONFIGURAZIONE PROVVISORIA.....		23

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00
Relazione idraulica

Foglio
4 di 24

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica	Foglio 5 di 24

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è lo studio degli aspetti idraulici inerenti alla realizzazione di una viabilità di deviazione provvisoria e del suo ripristino per la viabilità SS211, a seguito dell'interferenza con la linea AC Milano Genova a Pozzolo (AL).

2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE

In accordo alle prescrizioni e raccomandazioni indicate nella delibera CIPE 80/2006 nel progetto esecutivo è stato eseguito un approfondimento sulle opere di raccolta e smaltimento delle acque, come verrà illustrato nei prossimi capitoli.

3. PLUVIOMETRIA

La valutazione delle portate che la rete di drenaggio deve essere in grado di convogliare e smaltire è stata effettuata con opportuni metodi di trasformazione afflussi-deflussi, che consentono di associare ad una determinata grandezza idrologica un'assegnata probabilità di accadimento a partire da eventi pluviometrici caratterizzati dalla medesima probabilità.

Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche situate nell'area di interesse.

Indicando con h l'altezza di precipitazione in mm, la tecnica idrologica abituale fornisce, per le curve di possibilità pluviometrica, la seguente relazione:

$$h = a \cdot t^{n(T)}$$

dove

t = durata della pioggia [h];

a, n = parametri delle CPP che esprimono la dipendenza dal tempo di ritorno T ;

T = numero di anni in cui l'altezza di pioggia calcolata viene mediamente raggiunta o superata una sola volta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica
	Foglio 6 di 24

Il calcolo delle curve di possibilità pluviometrica, di assegnato tempo di ritorno, per il tratto stradale di interesse, è stato eseguito seguendo quanto indicato nella direttiva "Piena di progetto" redatta a cura dall'Autorità di bacino del fiume Po.

In accordo con la normativa Italferr è stato considerato un periodo di ritorno degli eventi meteorici pari a 25 anni.

Le curve di possibilità climatica, definite sulla singola stazione di misura, danno una rappresentazione puntuale della legge caratteristica di pioggia; per ottenere la distribuzione della precipitazione sulla porzione di territorio considerato, si è operata una regionalizzazione dell'informazione intensa pluviometrica dei parametri a e n su una maglia costituita da celle di 1 Km².

Per il dimensionamento delle opere di drenaggio delle acque di piattaforma si considerano valori di pioggia regionalizzati inferiori all'ora (vedi Tabella 1).

a_10	n_10	a_20	n_20	a_50	n_50	a_100	n_100	a_200	n_200	a_500	n_500
53.33	0.337	63.68	0.334	77.14	0.329	87.28	0.325	97.23	0.322	110.47	0.318

Tabella 1 - Parametri a e n di durate inferiori all'ora per tempi di ritorno 10,20,50,100,200,500 anni nella tratta dal km 42+400 al Km 43+000.

Nel caso in cui il drenaggio sia riferito ad una viabilità, in accordo con le Prescrizioni tecniche Italferr si deve considerare un tempo di ritorno di 25 anni. Si è perciò provveduto ad un'interpolazione dei parametri a e n, ottenendo i seguenti valori (Tabella 2):

a_25	n_25
66.88593	0.332406

Tabella 2 - Parametri a e n di durate inferiori all'ora per il tempo di ritorno 25 anni nella tratta dal km 41+800 al Km 42+300.

4. SISTEMA DI DRENAGGIO

A seguito dell'interferenza della viabilità esistente SS211 con la linea AC Milano Genova, presso Pozzolo Formigaro (AL) è stata prevista una viabilità di deviazione provvisoria e il ripristino della viabilità esistente.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica Foglio 7 di 24

Ai lati della viabilità esistente sono presenti fossi in terra appartenenti al reticolo irriguo che fungono anche da recettori delle acque di piattaforma.

Nei capitoli successivi verrà illustrato lo schema di drenaggio ed il dimensionamento delle opere necessarie a smaltire le acque di piattaforma e a garantire la continuità del reticolo irriguo esistente sia in fase provvisoria che a seguito del ripristino della viabilità.

Nella definizione dello schema di progetto, si è cercato di ripristinare la situazione ante- operam.

4.1. Fase definitiva

L'intervento in progetto prevede, in fase definitiva il ripristino dei fossi irrigui a lato della viabilità e lo scarico diretto delle acque di piattaforma nei fossi stessi.

I fossi irrigui sono stati ripristinati mantenendo la medesima geometria dell'esistente e verificando che siano in grado di trasportare a piene rive (riempimento pari a 95%) una portata non inferiore a quella che i corrispondenti fossi esistenti sono in grado di trasportare.

Inoltre è stato effettuato un calcolo della portata meteorica afferente, verificando che la stessa sia contenuta all'interno dei fossi in questione con un grado di riempimento inferiore al 50%.

4.1.1. Verifica della portata transitante nei fossi in terra

Ai lati della viabilità in progetto sono presenti due fossi irrigui.

Poiché si considerano sostanzialmente rettilinei ed a pendenza costante, il livello d'acqua utilizzato per la verifica è quello corrispondente al deflusso della portata in moto uniforme.

La verifica si considera superata se la portata a piene rive (a tal proposito si considera un grado di riempimento pari a 95%) transitante nelle sezioni di progetto sia non inferiore alla portata a piene rive transitante all'interno dei singoli canali irrigui nella situazione attuale.

La scala di deflusso in moto uniforme è definita dalla nota formula di Chèzy:

$$Q = K \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i_f^{1/2}$$

Dove:

- Q: portata in moto uniforme, in m³/s;
- K: coefficiente di scabrezza di Strickler, assunto pari a 30 m^{1/3}/s per i canali in terra;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica
	Foglio 8 di 24

- A: area bagnata della sezione di deflusso [m²];
- R: raggio idraulico [m];
- i_f: pendenza longitudinale del fondo scorrevole [m/m].

La scala di deflusso permette di individuare la portata transitante all'interno dei canali in funzione dei loro gradi di riempimento.

1.1.1.1 Risultati

Si riportano di seguito i risultati ottenuti:

Fosso irriguo lato Ovest

- Nella situazione odierna tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) = 1.5x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.04%
 - Portata a piene rive=0.11 m³/s

- Nella situazione di progetto tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) = 1.5x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.04%
 - Portata a piene rive=0.11 m³/s

Fosso irriguo lato Est

- Nella situazione odierna tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) = 2x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.02%
 - Portata a piene rive=0.32 m³/s

- Nella situazione di progetto tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) = 2x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.02%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica Foglio 9 di 24

- Portata a piene rive=0.32 m3/s

Poiché entrambi i fossi di progetto risultano avere una portata a piene rive analoga a quella transitante nella situazione odierna nei tratti di interesse, la verifica risulta essere soddisfatta.

4.1.2. Calcolo delle portate meteoriche

Per il calcolo delle portate sono stati utilizzati i parametri delle curve di possibilità pluviometrica ($h = a \cdot t^n$), legati ad un evento di precipitazione intensa inferiore all' ora calcolati al paragrafo 3e riferiti ad un tempo di ritorno di 25 anni.

Si è applicato il modello afflussi-deflussi dell'invaso semplificato, che simula efficacemente le effettive condizioni di funzionamento della rete drenante.

La formulazione dell'invaso semplificato prevede il calcolo della portata massima (colmo dell'onda di piena) attraverso la seguente formula:

$$Q = u \cdot S$$

Dove:

Q: portata in m3/s;

u: coefficiente udometrico in m/s;

S: superficie totale di pioggia in m², pari a $S_{cs} + S_{inerb} + S_{fosso}$.

Per il calcolo del coefficiente udometrico si utilizza la formula di Puppini:

$$u = (2168 \cdot n_0) \cdot \frac{\Phi \cdot a^{1/n_0}}{W^{1-n_0/n_0}}$$

dove:

$n_0 = 4 \cdot 3^n$, essendo n l'esponente della curva di possibilità climatica $h = a \cdot t^n$;

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica
	Foglio 10 di 24

W: volume di invaso specifico all'area contribuente, in m³/m²;

a: parametro della curva di possibilità climatica, in m/ora

φ: coefficiente di deflusso ottenuto come media ponderata tra quelli definiti per le singole porzioni di superficie costituente il bacino afferente.

Sono stati adottati i seguenti valori:

- φ =1.0 per la piattaforma stradale;
- φ =0.70 per scarpata inerbita (rilevato);
- φ =0.5 per versante con pendenza media elevata (>2%);
- φ =0.3 per versante con pendenza media bassa (< 2%).

Il volume specifico di invaso W è dato dal contributo di due termini:

Volume proprio di invaso relativo alla canalizzazione drenante, determinato iterativamente sulla base delle caratteristiche geometriche della canalizzazione. A favor di sicurezza, detta A* l'area bagnata della sezione terminale del tratto, si è considerato che il livello decresca linearmente fino ad annullarsi nella sezione di monte: il volume è stato pertanto calcolato moltiplicando A*/2 per la lunghezza totale. In tal modo si riduce l'entità dell'invaso incrementando l'entità del colmo di piena.

Volume dei piccoli invasi, determinato dalla presenza di un velo d'acqua considerato uniforme sulle superfici dei bacini contribuenti. L'altezza di tale velo è assunta pari a 5 mm per tutte le aree relative al corpo ferroviario (presenza della massicciata) e a 5 mm per le aree di versante, ritenendo tale valore già comprensivo dell'effetto di ritenzione esercitato da eventuali altre canalizzazioni, tubazioni, pozzetti, aree depresse presenti sull'intero bacino idrografico.

In formula:

$$W = \frac{m^3}{m^2} = \frac{S_{cs} \cdot \frac{5}{1000} + S_v \cdot \frac{5}{1000} + L_{f_{osso}} \cdot A^*/2}{S_{cs} + S_{inerb} + S_{f_{osso}}}$$

dove:

- S_{cs} : area complessiva delle superfici di pioggia relative al corpo stradale drenate dal sistema in esame [m²];
- S_{inerb} : area complessiva delle superfici di pioggia di versante e di trincea drenate dal sistema in esame [m²];
- $L_{f_{osso}}$: lunghezza complessiva del fosso [m];

- A^* : sezione trasversale utile di invaso del fosso, pari al 70% della sezione geometrica della medesima [m²];

- $S_{f_{osso}}$: superficie di pioggia della canaletta drenante, pari alla superficie in pianta della canaletta [m²].

Nel caso in cui la rete drenante sia costituita da una successione di un numero n di fossi, con differenti geometrie e sviluppi lineari, si devono sommare i termini relativi ad ogni singolo elemento drenante, e precisamente:

- il termine al numeratore $L_{f_{osso}} \cdot A^* / 2$ deve essere considerato come

$$\sum_{i=1}^n L_{f_{osso}} \cdot A^* / 2$$

- il termine al denominatore $S_{f_{osso}}$ deve essere considerato come

$$\sum_{i=1}^n S_{f_{osso}}$$

Per quanto riguarda gli elementi dello schema di smaltimento che ricevono portata da uno o più fossi a monte, oltre all'eventuale drenaggio che essi stessi operano, non sono state semplicemente sommate le portate in ingresso, bensì è applicato nuovamente il metodo dell'invaso semplificato, utilizzando un bacino afferente ed un volume d'acqua invasato nella rete pari alla somma di quelli relativi a tutti i tratti considerati. In tal modo si tiene conto dell'effetto di laminazione globale del sistema, per cui il colmo di piena dell'ultimo tratto ha intensità minore della somma dei valori di picco dei tratti precedenti.

1.1.1.2 Risultati

Nella tabella sottostante è riportata la sintesi dei risultati ottenuti; per una visione più completa si rimanda all'allegato A.

Fosso	Area imp. aff [m ²]	Qmax[m ³ /s]	% Riempimento
Ovest	1193	0.053	55
Est	1528	0.0015	1.7

Tabella 3 – Portata meteorica afferente e grado di riempimento

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica
	Foglio 12 di 24

4.1.3. Dimensionamento dei tombini idraulici

La verifica per il dimensionamento dei tombini idraulici di collegamento dei fossi a lato della viabilità viene effettuata ipotizzando che il tratto sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chézy, riportata nell'equazione

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

Il valore del coefficiente di scabrezza assunto è $k_s=67 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, valido per le tubazioni in cls;

Fissati un coefficiente di scabrezza k_s e una pendenza longitudinale i , si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima di progetto.

La verifica consisterà nel rispettare le seguenti condizioni:

- $h/D < 0,75$, il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 0,75.
- $0,60 < v_{eff} < 5,00 \text{ m/s}$, relazione valida per le fognature bianche e miste.

Il dimensionamento dei collettori viene effettuato mediante il "Metodo di corrivazione" o "Metodo razionale".

Questo metodo si basa sulla considerazione che le gocce di pioggia cadute in punti diversi del bacino nel medesimo istante, impiegano tempi differenti per arrivare alla sezione di chiusura e che ogni bacino ha un tempo caratteristico, detto "tempo di corrivazione", che rappresenta il tempo necessario affinché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura dello stesso.

Nota la curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno T prefissato, la massima portata di piena può essere calcolata per ogni sezione di progetto partendo da monte verso valle, determinando per ciascuna di esse l'area drenata e il tempo di corrivazione (posto pari a 5 minuti).

Il calcolo del deflusso sostenuto dalla condotta è eseguito mediante la formula di Gaukler-Strikler precedentemente descritta.

Si riporta di seguito il dimensionamento dei tombini di progetto.

tombino L=6.7 m

Q prog		0.11	mc/s
Raggio interno	R	0.4000	m
Altezza massima	H	0.8000	m
Area pieno riempimento	A	0.503	mq
Coeff. Strickler	Ks	67	m ^{1/3} /s
Pendenza canale	i	0.001	m/m
Altezza idrica	h	0.3	m
Grado di riempimento	h/d	0.375	m/m

tombino L=10.5 m

Q prog		0.11	mc/s
Raggio interno	R	1.2000	m
Altezza massima	H	2.4000	m
Area pieno riempimento	A	4.524	mq
Coeff. Strickler	Ks	65	m ^{1/3} /s
Pendenza canale	i	0.001	m/m
Altezza idrica	h	0.3	m
Grado di riempimento	h/d	0.375	m/m

4.2. Fase Provvisoria

In fase provvisoria si prevede di dare continuità al reticolo irriguo esistente, attraverso la realizzazione di nuove inalveazioni di raccordo.

Le nuove inalveazioni manterranno le medesime dimensioni dell'esistente e pendenza del fondo tale da garantire il raccordo ai fossi esistenti.

La verifica delle deviazioni provvisorie dei fossi in terra viene effettuata in analogia a quanto fatto per la configurazione definitiva (si veda capitolo 4.1.1)

4.2.1. Verifica della portata transitante nei fossi in terra

Si riportano di seguito i risultati ottenuti:

Fosso irriguo lato Ovest

- Nella situazione odierna tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) =1.5x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.04%
 - Portata a piene rive=0.11 m³/s

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica
	Foglio 14 di 24

- Nella configurazione provvisoria tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) =1.5x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.15%
 - Portata a piene rive=0.21 m³/s

Fosso irriguo lato Est

- Nella situazione odierna tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) =2x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.2%
 - Portata a piene rive=0.32 m³/s
- Nella configurazione provvisoria tale fosso presenta le seguenti caratteristiche:
 - geometria (Bxbxh) =2x0.5x0.5m
 - pendenza fondo=0.2%
 - Portata a piene rive=0.32 m³/s

Poiché entrambi i fossi di progetto in fase provvisoria risultano avere una portata a piene rive superiore o uguale a quella transitante nella situazione odierna nei tratti di interesse, la verifica risulta essere soddisfatta.

Di seguito si riporta anche il calcolo della portata meteorica afferente ai fossi provvisori e il relativo grado di riempimento.

Per maggior dettaglio si rimanda all'allegato B.

Fosso	Area imp. aff [m ²]	Q _{max} [m ³ /s]	% Riempimento
Ovest	795.5	0.034	22.78
Est	806.9	0.103	22.18

Tabella 4 – Portata meteorica afferente e grado di riempimento

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica
	Foglio 15 di 24

4.2.3. Dimensionamento dei tombini idraulici

In fase provvisoria si prevede, per garantire la continuità dei canali irrigui, la realizzazione di tre tombini idraulici, uno dei quali verrà mantenuto anche a seguito del ripristino della viabilità esistente. La verifica dei tombini viene effettuata in analogia a quanto fatto per la configurazione definitiva (si veda capitolo 4.1.3).

Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

tombino provvisorio L=8.5 m

Q prog		0.11	mc/s
Raggio interno	R	0.4000	m
Altezza massima	H	0.8000	m
Area pieno riempimento	A	0.503	mq
Coeff. Strickler	Ks	67	m ^{1/3} /s
Pendenza canale	i	0.001	m/m
Altezza idrica	h	0.3	m
Grado di riempimento	h/d	0.375	m/m

tombino provvisorio L=11 m

Q prog		0.32	mc/s
Raggio interno	R	0.4000	m
Altezza massima	H	0.8000	m
Area pieno riempimento	A	0.503	mq
Coeff. Strickler	Ks	67	m ^{1/3} /s
Pendenza canale	i	0.0018	m/m
Altezza idrica	h	0.47	m
Grado di riempimento	h/d	0.3125	m/m

tombino definitivo L= 10.5 m

Q prog		0.11	mc/s
Raggio interno	R	1.2000	m
Altezza massima	H	2.4000	m
Area pieno riempimento	A	4.524	mq
Coeff. Strickler	Ks	65	m ^{1/3} /s
Pendenza canale	i	0.001	m/m
Altezza idrica	h	0.3	m
Grado di riempimento	h/d	0.375	m/m

4.2.4. Dimensionamento dei fossi drenanti

Nei tratti dove non è possibile convogliare le acque nei canali di scolo, sono stati previsti dei fossi drenanti.

I fossi drenanti sono di forma trapezia con pendenza delle scarpate pari a 1/1 avente uno specchio liquido pari a b e profondità massima H come nella figura sotto riportata.

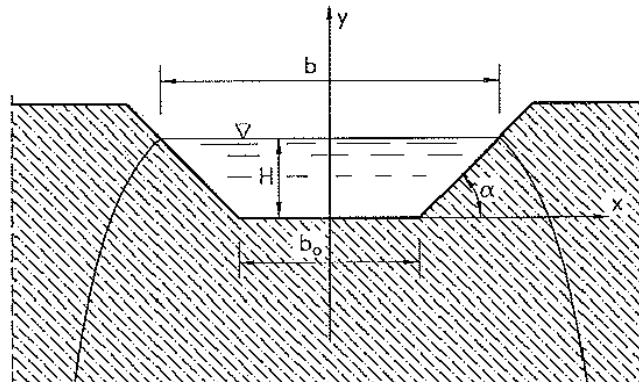


Figura 4.1 - Schema del campo di moto

La portata Q dispersa dal canale nel terreno è data dalla formula adimensionale:

$$\frac{q}{KH} = \frac{b}{H} + C \quad (4.1)$$

dove:

q = portata unitaria [m^2/s];

K = permeabilità del terreno [m/s];

H = altezza del tirante idraulico [m];

b = specchio liquido [m];

C = coefficiente funzione della scarpa $n = \cotang \alpha$ delle sponde e del rapporto b/H .

Il coefficiente C misura dunque il contributo alla formazione della portata dovuta all'infiltrazione delle sponde. La distribuzione dei valori di C , al variare di n , viene interpolata dalla seguente relazione:

$$C = a \cdot \frac{b}{H}^m \quad (4.2)$$

Da letteratura risulta che per pendenze delle scarpate pari a 1/1 si hanno i seguenti valori:

$a = 1.584$ e $b = 0.357$.

Nel caso in esame la permeabilità considerata è pari a $K = 10^{-5}$ m/s.

Essendo l'infiltrazione che avviene nel terreno un processo sicuramente più lento della portata al colmo generata dal bacino scolante, i fossi disperdenti hanno la funzione di laminare la portata, cioè di accumulare volume idrico per consentire l'infiltrazione dello stesso.

L'idrogramma di piena utilizzato per il dimensionamento dei fossi disperdenti è stato calcolato mediante il metodo dell'invaso lineare. Tale metodo è basato sul concetto di equiparare il bacino a un "invaso lineare" $W(t)$ in cui entra la portata di afflusso netta $p(t)$ e da cui esce la portata $q(t)$:

$$q t = \frac{W(t)}{K} \quad (4.3)$$

Con K = costante d'invaso lineare

$$k = 0.7 \times \frac{T_e + \frac{T_r}{1.5}}{V_m} \quad (4.4)$$

Dove T_e T_r rappresentano, rispettivamente il tempo di ingresso in rete e il tempo di percorrenza della rete e V_m la velocità media.

Il comportamento dell'invaso è descritto dall'equazione di continuità:

$$P(t) - Q(t) = \frac{dW}{dt} = K \frac{dQ(t)}{dt} \quad (4.5)$$

$P(t) = in(t) \cdot A$ è la portata di afflusso meteorico netto (pioggia netta $in(t)$ x area bacino A).
 Se $P(t)$ è costante (ietogramma costante) si può integrare analiticamente l'equazione di continuità per ricavare l'idrogramma $Q(t)$.

Integrando l'equazione di continuità si ottiene:

$$Q(t) = P \cdot (1 - e^{-\frac{t}{K}}) \quad (4.6)$$

per $0 \leq t \leq t_p$ ed imponendo come condizione al contorno $Q_0=0$ per $t=t_0=0$.

$$Q(t) = Q_M \cdot e^{-(t-t_p)/K} \quad (4.7)$$

quando $t > t_p$ ed imponendo $P=0$ e $Q_0=Q_M=Q(t_p)$ come condizione al contorno per $t_0=t_p$.

Il dimensionamento è stato effettuato procedendo per tentativi: variando la durata dell'evento meteorico, si ricava la durata critica cioè quella durata di pioggia che massimizza il volume d'acqua invasato nel fosso e quindi il tirante.

1.1.1.3 Risultati

	L [m]	bo [m]	H [m]	W_{max} [m ³]	h/H [%]
Fosso 1	26.5	0.5	0.5	3.8	27.8
Fosso 2	23	0.5	0.5	4.15	32

Tabella 5 – Risultati ottenuti dal dimensionamento delle dei fossi drenanti

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica</p>	<p>Foglio 18 di 24</p>

Nella tabella sono indicati con L la lunghezza del fosso; b_0 e H corrispondono rispettivamente alla base minore e all'altezza del fosso; W_{max} corrisponde al volume massimo invasato e h/H indica il grado di riempimento della sezione del fosso.

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato C.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica	Foglio 19 di 24

5. ALLEGATO A – DIMENSIONAMENTO FOSSI A SCORRIMENTO IN CONFIGURAZIONE DEFINITIVA

Fosso Ovest			
CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO AFFERENTE			
Superficie impermeabile afferente	m ²		1193.00
Superficie impermeabile canaletta			634.50
Superficie permeabile afferente	m ²		0.00
Superficie permeabile bacino esterno			0.00
Lunghezza fosso	m		423.00
Larghezza massima della canaletta	m		1.50
Sezione trasversale utile di invaso della canaletta	m ²		0.15
Velo d'acqua sulle superfici	m		0.005
Superficie totale di pioggia (S _{pav} +S _{inerb} +S _{canaletta})	m ²		1827.50
L*A/2	m ²		30.67
Volume specifico di invaso (W)	m ³ /m ²		0.020
Coefficiente di deflusso per superficie impermeabile	-		1.000
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile	-		0.700
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile bacino esterno	-		0.300
Coefficiente di deflusso ponderato	-		1.000
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE			
a - TR25	m/h		0.0669
n' - TR25	-		0.3324
n ₀	-		0.4432
PORTATA MASSIMA			
Coefficiente udometrico	l/s/m ²		0.0292
Portata massima nel fosso rivestito	m ³ /s		0.0534
GEOMETRIA DEL FOSSO RIVESTITO			
Larghezza alla base	m		0.50
Altezza a bordi pieni del fosso	m		0.50
Pendenza sponda destra (y/x)	m/m		1.00
Pendenza sponda sinistra (y/x)	m/m		1.00
Pendenza longitudinale fondo scorrevole	‰		0.40
Scabrezza del materiale di rivestimento	m ^{1/3} /s		30.00
RISULTATI DELLA VERIFICA			
Sezione utile del fosso	m ²		0.50
Area bagnata	m ²		0.26
Riempimento sezione	%		52.48
Altezza d'acqua sul fondo	m		0.32
Velocità media di deflusso	m/s		0.20

Fosso Est		
CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO AFFERENTE		
Superficie impermeabile afferente	m ²	1528.00
Superficie impermeabile canaletta		1095.30
Superficie permeabile afferente	m ²	0.00
Superficie permeabile bacino esterno		0.00
Lunghezza fosso	m	230.40
Larghezza massima della canaletta	m	2.00
Sezione trasversale utile di invaso della canaletta	m ²	10.00
Velo d'acqua sulle superfici	m	0.005
Superficie totale di pioggia (S _{pav} +S _{inerb} +S _{canaletta})	m ²	2623.30
L*A/2	m ²	1182.67
Volume specifico di invaso (W)	m ³ /m ²	0.454
Coefficiente di deflusso per superficie impermeabile	-	1.000
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile	-	0.700
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile bacino esterno	-	0.300
Coefficiente di deflusso ponderato	-	1.000
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE		
a - TR25	m/h	0.0669
n' - TR25	-	0.3324
n ₀	-	0.4432
PORTATA MASSIMA		
Coefficiente udometrico	l/s/m ²	0.0006
Portata massima nel fosso rivestito	m ³ /s	0.0015
GEOMETRIA DEL FOSSO RIVESTITO		
Larghezza alla base	m	0.50
Altezza a bordi pieni del fosso	m	0.50
Pendenza sponda destra (y/x)	m/m	0.67
Pendenza sponda sinistra (y/x)	m/m	0.67
Pendenza longitudinale fondo scorrevole	‰	2.00
Scabrezza del materiale di rivestimento	m ^{1/3} /s	30.00
RISULTATI DELLA VERIFICA		
Sezione utile del fosso	m ²	0.63
Area bagnata	m ²	0.01
Riempimento sezione	%	1.70
Altezza d'acqua sul fondo	m	0.02
Velocità media di deflusso	m/s	0.09

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica	Foglio 21 di 24

6. ALLEGATO B – DIMENSIONAMENTO FOSSI A SCORRIMENTO IN CONFIGURAZIONE PROVVISORIA

Fosso Ovest			
CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO AFFERENTE			
Superficie impermeabile afferente	m ²		795.50
Superficie impermeabile canaletta			634.50
Superficie permeabile afferente	m ²		0.00
Superficie permeabile bacino esterno			0.00
Lunghezza fosso	m		423.00
Larghezza massima della canaletta	m		1.50
Sezione trasversale utile di invaso della canaletta	m ²		0.14
Velo d'acqua sulle superfici	m		0.005
Superficie totale di pioggia (S _{pav} +S _{inerb} +S _{canaletta})	m ²		1430.00
L*A/2	m ²		29.61
Volume specifico di invaso (W)	m ³ /m ²		0.023
Coefficiente di deflusso per superficie impermeabile	-		1.000
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile	-		0.700
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile bacino esterno	-		0.300
Coefficiente di deflusso ponderato	-		1.000
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE			
a - TR25	m/h		0.0669
n' - TR25	-		0.3324
n ₀	-		0.4432
PORTATA MASSIMA			
Coefficiente udometrico	l/s/m ²		0.0239
Portata massima nel fosso rivestito	m ³ /s		0.0342
GEOMETRIA DEL FOSSO RIVESTITO			
Larghezza alla base	m		0.50
Altezza a bordi pieni del fosso	m		0.50
Pendenza sponda destra (y/x)	m/m		1.00
Pendenza sponda sinistra (y/x)	m/m		1.00
Pendenza longitudinale fondo scorrevole	‰		1.50
Scabrezza del materiale di rivestimento	m ^{1/3} /s		30.00
RISULTATI DELLA VERIFICA			
Sezione utile del fosso	m ²		0.50
Area bagnata	m ²		0.11
Riempimento sezione	%		22.78
Altezza d'acqua sul fondo	m		0.17
Velocità media di deflusso	m/s		0.28

Fosso Est**CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO AFFERENTE**

Superficie impermeabile afferente	m ²	806.93
Superficie impermeabile canaletta		1095.30
Superficie permeabile afferente	m ²	0.00
Superficie permeabile bacino esterno		0.00
Lunghezza fosso	m	230.40
Larghezza massima della canaletta	m	2.00
Sezione trasversale utile di invaso della canaletta	m ²	0.14
Velo d'acqua sulle superfici	m	0.005
Superficie totale di pioggia (S _{pav} +S _{inerb} +S _{canaletta})	m ²	1902.23
L*A/2	m ²	45.74
Volume specifico di invaso (W)	m ³ /m ²	0.026
Coefficiente di deflusso per superficie impermeabile	-	1.000
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile	-	0.700
Coefficiente di deflusso per superficie permeabile bacino esterno	-	0.300
Coefficiente di deflusso ponderato	-	1.000

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

a - TR25	m/h	0.0669
n' - TR25	-	0.3324
n ₀	-	0.4432

PORTATA MASSIMA

Coefficiente udometrico	l/s/m ²	0.0209
Portata sversamento	m ³ /s	0.05
Portata antincendio	m ³ /s	0.01
Portata massima nel fosso rivestito	m ³ /s	0.1027

GEOMETRIA DEL FOSSO RIVESTITO

Larghezza alla base	m	0.50
Altezza a bordi pieni del fosso	m	0.50
Pendenza sponda destra (y/x)	m/m	0.67
Pendenza sponda sinistra (y/x)	m/m	0.67
Pendenza longitudinale fondo scorrevole	‰	10.00
Scabrezza del materiale di rivestimento	m ^{1/3} /s	30.00

RISULTATI DELLA VERIFICA

Sezione utile del fosso	m ²	0.63
Area bagnata	m ²	0.14
Riempimento sezione	%	22.18
Altezza d'acqua sul fondo	m	0.18
Velocità media di deflusso	m/s	0.73

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-02-E-CV-RO-NV24-0X-001-A00 Relazione idraulica	Foglio 23 di 24

7. ALLEGATO C – DIMENSIONAMENTO FOSSI A DISPERSIONE IN CONFIGURAZIONE PROVVISORIA

FOSSO 1			
CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO AFFERENTE			
Superficie impermeabile afferente	m ²	185.5	
Superficie permeabile scarpata	m ²	0	
Superficie permeabile bacino esterno	m ²	0.00	
Coefficiente di deflusso superficie impermeabile		1	
Coefficiente di deflusso per superficie scarpata		0.70	
Coefficiente di deflusso per superficie bacino		0.50	
Superficie efficace (S)	m ²	185.50	
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DI PERMEABILITA'			
permeabilità	m/s	1.00E-05	
a - TR25	mm/h	54.547	se t>1
n - T25		0.342	se t>1
a - TR25	mm/h	66.886	se t<1
n - TR25		0.332	se t<1
GEOMETRIA DEL FOSSO RIVESTITO			
Lunghezza fosso	m	26.50	
base minore fosso	m	0.50	
altezza del fosso	m	0.50	
larghezza max in testa del fosso	m	1.50	
Pendenza sponde	y/x	1.00	
PARAMETRI DEL MODELLO			
Tempo di entrata in rete	[min]	5	
Costante di invaso		0.059759259	
Lunghezza massima rete di drenaggio	[m]	16.5	
a		1.584	
m		0.375	
Tp-tempo di pioggia	[min]	100	
Intensità di pioggia	[mm/h]	44.059	
RISULTATI			
Vomume massimo invasato	[m ³]	3.862	
Masimo livello idrico all'interno del fosso	m	0.14	
Riempimento sezione	%	27.81	

FOSSO 2**CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO AFFERENTE**

Superficie impermeabile afferente	m ²	53.125	
Superficie permeabile scarpata	m ²	0	
Superficie permeabile bacino esterno	m ²	0.00	
Coefficiente di deflusso superficie impermeabile		1	
Coefficiente di deflusso per superficie scarpata		0.70	
Coefficiente di deflusso per superficie bacino		0.50	
Superficie efficace (S)	m ²	53.13	

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DI PERMEABILITA'

permeabilità	m/s	1.00E-05	
a - TR100	mm/h	54.547	se t>1
n - TR100		0.342	se t>1
a - TR100	mm/h	66.886	se t<1
n - TR100		0.332	se t<1

GEOMETRIA DEL FOSSO RIVESTITO

Lunghezza fosso	m	23.00	
base minore fosso	m	0.50	
altezza del fosso	m	0.50	
larghezza max in testa del fosso	m	1.50	
Pendenza sponde	y/x	1.00	

PARAMETRI DEL MODELLO

Tempo di entrata in rete	[min]	5	
Costante di invaso		0.059759259	
Lunghezza massima rete di drenaggio	[m]	16.5	
a		1.584	
m		0.375	
Tp-tempo di pioggia	[min]	120	
Intensità di pioggia	[mm/h]	39.430	

RISULTATI

Vomume massimo invasato	[m ³]	4.154	
Masimo livello idrico all'interno del fosso	m	0.16	
Riempimento sezione	%	32.54	